

SERIE: INFORMATICA DE GESTION

OTRAS OBRAS DE INTERES PUBLICADAS
POR McGRAW-HILL/INTERAMERICANA

- ALCALDE. Arquitectura de ordenadores.
ALCALDE. *Introducción a los sistemas operativos: MS/DOS, UNIX, OS/2, MVS, VMS, OS/400.*
ALCALDE/GARCIA. *Introducción a la teleinformática.*
ALCALDE/GARCIA. *Metodología de la programación (2.ª ed.).*
ALE/CUELLAR. *Teleinformática.*
ALMEIDA. *Bases de datos.*
ALMEIDA. *Clipper 5.01. Aplicaciones y técnicas de programación.*
ALMEIDA. *Programación en Clipper 5.2.*
FUSTER/PEREZ. *Lenguajes ensambladores.*
GARCIA/CERRO. *Programación COBOL. Algoritmos estructurados.*
GARCIA/GARCERAN. *Lenguaje C y estructura de datos.*
GARCIA VALLE. *Matemáticas especiales para computación.*
HAIDUK. *WordPerfect (5.1), Lotus 1-2-3 (2.2), dBASE III Plus.*
LOPEZ. *AutoCAD avanzado. Versión 11. (Incluye AME.)*
LOPEZ. *AutoCAD avanzado. Versión 11. Manual de bolsillo.*
LOPEZ. *AutoCAD avanzado. Versión 12. (Incluye AME V.2, RENDER, ASE, Aplicaciones ADS.)*
LOPEZ. *AutoCAD avanzado. Versión 12. Manual de bolsillo.*
MARQUEZ. *Diseño de programas en COBOL con programación estructurada y pseudocódigo.*
MARTIN/MARTINEZ. *Ami Pro, Lotus 1-2-3 y Tablas de base de datos para Windows.*
MARTINEZ. *Lotus 1-2-3. Versión 4.01 para Windows.*
ORERO. *Framework IV. Texto básico.*
PASCUAL. *Estructura de la información.*
ROCANDIQ. *Medios informáticos. Explotación de sistemas.*
RODRIGUEZ. *Metodología de la programación a través de pseudocódigo.*
RODRIGUEZ/MARQUEZ. *Técnicas de organización y análisis de sistemas.*
SKINNER. *Word 2.0 para Windows.*
TAJADURA/LOPEZ. *AutoLISP V. 12.*

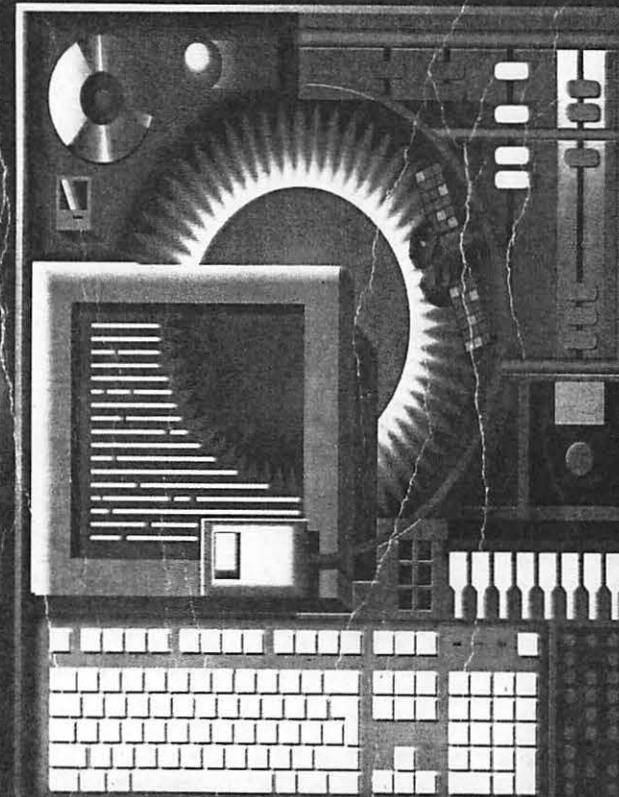


9 788448 118518

SERIE: INFORMATICA DE GESTION

INFORMATICA BASICA

Eduardo Alcalde • Miguel García



INFORMATICA BASICA

Alcalde
García



ISBN: 84-481-1851-0



Ing. Marco Antonio Beccari Palma

**INFORMÁTICA
BÁSICA**

Segunda edición

INFORMÁTICA BÁSICA

Segunda edición

EDUARDO ALCALDE LANCHARRO

Profesor de Tecnología Informática
IES Virgen de la Paz. Alcobendas. Madrid.

MIGUEL GARCÍA LÓPEZ

Profesor de Tecnología Informática
IES Palomeras. Vallecas. Madrid.

McGraw-Hill

MEXICO • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MADRID • NUEVA YORK
SAN JUAN • SANTAFÉ DE BOGOTÁ • SANTIAGO • SÃO PAULO • AUCKLAND
LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI • SAN FRANCISCO • SINGAPUR
ST. LOUIS • SIDNEY • TORONTO

A Marta, Álvaro, Blanca y Eduardo

INFORMÁTICA BÁSICA. Segunda edición

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

DERECHOS RESERVADOS © 1994, respecto a la primera edición en español, por McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A.

Edificio Valrealty, 1.^a planta
Básauri, 17
28023 Aravaca (Madrid)

ISBN: 84-481-1851-0
Depósito legal: M. 8.627-1996

Cubierta: Estudio F. Piñuela
Compuesto en Puntographic, S. L.

5678901234 L.I .-98 09876543201

Impreso en México Printed in Mexico

Esta obra se terminó de imprimir en Marzo del 2001 en Impresora y Maquiladora de Libros Mig, S.A. de C.V.
Venados Núm. 530
Col. Los Olivos
Delegación Tláhuac
C.P. 13210 México, D.F.

Se tiraron 5200 ejemplares

«—Mire vuestra merced que aquellos que allí se parecen no son gigantes, sino molinos de viento, y lo que en ellos parecen brazos son las aspas, que, volteadas del viento, hacen andar la piedra del molino.

—Bien parece que no estás cursado en esto de las aventuras: ellos son gigantes; y si tienes miedo, quitate de ahí y ponte en oración en el espacio que yo voy a entrar con ellos en fiera y desigual batalla.»

M. CERVANTES. *El Quijote*.

Relación de fotografías cedidas por las siguientes compañías e instituciones:

IBM: 1.1, 1.3, 1.6, 1.9, 1.10, 1.12, 1.13, 1.15, 1.16, 1.18, 1.20, 1.21, 1.24, 1.33sd, 1.33md,
1.33i, 1.34si, 4.6, 4.20, 4.30, 4.44, 4.47, 4.50, 4.55i, 4.57, 4.58.

HEWLETT PACKARD: 1.34ii, 1.34id, 1.31, 4.42s, 4.45, 4.49.

INTEL IBERIA: 3.6.

TOSHIBA: 1.34sd, 4.31.

SONY: 4.11, 4.16.

LOTUS: 1.2, 11.4d, 11.5i

BORLAND: 11.2, 11.3c, 11.7d, 11.5d.

MICROSOFT: 11.3i, 11.3d, 11.7i.

WORDPERFECT: 11.4i.

NEC: 4.46.

APPLE: 4.23, 4.48, 4.52.

UNISYS: 1.27, 1.29, 9.1, 12.1, 12.3, 12.8.

DATAPOINT: 8.26, 8.27, 8.28, 12.2, 12.4, 12.5.

BANCO POPULAR ESPAÑOL: 1.22.

CANON: 4.4.

FACULTAD DE INFORMATICA (UPM): 4.7, 4.8, 6.2.

OPTRAL: 8.14.

AMPER: 8.29.

Contenido

Prólogo	xiii
/ Capítulo 1. Introducción a la informática	
1.1. Definición y origen del término Informática	1
1.2. Elementos y conceptos fundamentales	2
1.3. Esquema básico del elemento físico (hardware)	6
1.4. Esquema básico del elemento lógico (software)	8
1.5. Esquema básico del elemento humano (personal informático)	11
1.6. Evolución histórica	12
1.6.1. Hechos y personajes históricos	12
1.6.2. Evolución de la electrónica	29
1.6.3. Generaciones de computadoras	31
1.7. Tipos de computadoras	33
Resumen	39
Lista de términos	41
Cuestiones	42
Test de repaso	42
Capítulo 2. La información y su representación	
2.1. Introducción	45
2.2. Los sistemas de numeración y su evolución	46
2.3. El sistema decimal	48
2.4. Teorema fundamental de la numeración	50
2.5. El sistema binario	51
✓ 2.5.1. Suma binaria	52
✓ 2.5.2. Resta binaria	54
✓ 2.5.3. Multiplicación binaria	56
✓ 2.5.4. División binaria	57
✓ 2.6. El sistema octal	59
✓ 2.7. El sistema hexadecimal	60
2.8. Conversiones entre los sistemas de numeración	63
✓ 2.8.1. Conversión decimal-binario	63
✓ 2.8.2. Conversión binario-decimal	69
✓ 2.8.3. Conversión decimal-octal	72
✓ 2.8.4. Conversión octal-decimal	75
✓ 2.8.5. Conversión decimal-hexadecimal	75

2.8.6. Conversión hexadecimal-decimal	77
2.8.7. Conversión hexadecimal-binario	77
2.8.8. Conversión binario-hexadecimal	78
2.8.9. Conversión octal-binario	79
2.8.10. Conversión binario-octal	80
2.8.11. Conversión octal-hexadecimal	81
2.8.12. Conversión hexadecimal-octal	81
2.9. Representación de números enteros	82
2.9.1. Módulo y signo (MS)	82
2.9.2. Complemento a 1 (C-1)	84
2.9.3. Complemento a 2 (C-2)	85
2.9.4. Exceso a 2^{n-1}	86
2.9.5. Suma en complemento a 1	87
2.9.6. Suma en complemento a 2	88
2.10. Representación en coma o punto fijo	90
2.10.1. Binario puro	91
2.10.2. Decimal desempaquetado	91
2.10.3. Decimal empaquetado	93
2.11. Representación en coma flotante	94
2.12. Representación interna de datos: codificación alfanumérica	99
Resumen	104
Lista de términos	105
Cuestiones	106
Test de repaso	107
Capítulo 3. Unidades funcionales de la computadora	109
3.1. Introducción	109
3.2. Conceptos de electrónica digital básica	110
3.2.1. Nivel electrónico	110
3.2.2. Nivel lógico	111
3.3. La unidad central de proceso	112
3.3.1. Unidad de control (UC)	114
3.3.2. Unidad aritmético-lógica (UAL)	116
3.4. La memoria central	117
3.5. El bus del sistema	119
3.6. Las instrucciones	120
3.6.1. Instrucciones de tres operandos	121
3.6.2. Instrucciones de dos operandos	121
3.6.3. Instrucciones de un operando	121
3.6.4. Instrucciones sin operandos	122
3.7. Métodos de direccionamiento	123
3.8. Ciclo de instrucción	125
3.8.1. Fase de búsqueda de una instrucción	125
3.8.2. Fase de ejecución de una instrucción	127
3.9. Carga y almacenamiento de datos	129
3.9.1. Carga del acumulador	129
3.9.2. Almacenamiento en memoria	129

3.10. Instrucciones de ruptura de secuencia	130
3.11. Instrucciones de entrada/salida	130
Resumen	131
Lista de términos	132
Cuestiones	133
Test de repaso	133
Capítulo 4. Soportes de la información y unidades de entrada/salida	135
4.1. Introducción	135
4.2. Medios perforados	138
4.2.1. Soportes perforados	138
4.2.2. Unidades de entrada/salida para soportes perforados	142
4.3. Medios magnéticos	144
4.3.1. Soportes magnéticos	144
4.3.2. Unidades de entrada/salida para soportes magnéticos	152
4.4. Medios ópticos	158
4.4.1. Soportes ópticos	158
4.4.2. Unidades de entrada/salida para soportes ópticos	162
4.5. Terminales de teclado-pantalla	163
4.6. Impresoras	166
4.6.1. Impresoras con impacto	166
4.6.2. Impresoras sin impacto	171
4.6.3. Tipos de impresoras	176
4.7. Otras unidades de entrada/salida	178
4.7.1. Trazadores gráficos o <i>plotters</i>	178
4.7.2. Mesas digitalizadoras	178
4.7.3. Lápiz óptico	179
4.7.4. Ratón	179
4.7.5. Sensores analógicos	181
4.7.6. Terminales punto de venta	181
4.7.7. Terminales para operaciones financieras	182
4.7.8. <i>Scanners</i>	183
4.7.9. Robots	183
4.7.10. Generadores y reconocedores de voz	185
4.7.11. Pantallas táctiles	185
4.7.12. Pantallas o displays especiales	185
Resumen	187
Lista de términos	188
Cuestiones	190
Test de repaso	190
Capítulo 5. La programación de computadoras	193
5.1. Introducción	193
5.2. Ciclo de vida del software	194
5.2.1. Etapas del análisis y diseño de programas	194
5.2.2. Etapas de la implantación y explotación	196
5.2.3. Errores	197
5.2.4. Documentación de los programas	197

5.3. Estructura de un programa	198
5.4. Lenguajes de programación	199
5.5. Clasificaciones de los lenguajes de programación	201
5.5.1. Lenguaje máquina	202
5.5.2. Lenguaje ensamblador	203
5.5.3. Lenguajes de alto nivel	204
Resumen	214
Lista de términos	215
Cuestiones	216
Test de repaso	217
Capítulo 6. Archivos y bases de datos	219
6.1. Introducción	219
6.2. Archivos y registros	221
6.3. Características de los archivos	222
6.4. Clasificación de los archivos según su uso	223
6.5. Organización de archivos	224
6.5.1. Organización secuencial	224
6.5.2. Organización directa o aleatoria	224
6.5.3. Organización secuencial indexada	225
6.6. Modos de acceso	226
6.7. Operaciones sobre archivos	227
6.8. Técnicas de clasificación de archivos	231
6.8.1. Clasificación por mezcla directa	231
6.8.2. Clasificación por mezcla equilibrada	233
6.8.3. Clasificación de raíz	234
6.9. Bases de datos	236
6.10. Modelos de bases de datos	237
6.11. Seguridad y control de datos	238
Resumen	240
Lista de términos	241
Cuestiones	242
Test de repaso	242
Capítulo 7. Sistemas operativos y traductores	245
7.1. Introducción	245
7.2. Definición de sistema operativo	246
7.3. Evolución de los sistemas operativos	248
7.4. Esquema general de un sistema operativo	251
7.4.1. Programas de control	253
7.4.2. Programas de proceso	256
7.5. Proceso de compilación	258
7.5.1. Estructura general de un compilador	259
Resumen	264
Lista de términos	265
Cuestiones	266
Test de repaso	267

Capítulo 8. Teleinformática	269
8.1. Introducción	269
8.2. Conceptos y definiciones	270
8.3. Modos de transmisión	274
8.4. Medios de transmisión	278
8.5. Protocolos de comunicaciones	280
8.6. Redes de transmisión de datos	285
8.6.1. Redes dedicadas	285
8.6.2. Redes de área extensa	286
8.6.3. Redes locales	288
8.7. Métodos de acceso en redes locales	290
8.8. Los servicios de valor añadido	292
8.9. Red digital de servicios integrados	295
Resumen	296
Lista de términos	297
Cuestiones	299
Test de repaso	300
Capítulo 9. Organización de los servicios informáticos	303
9.1. Introducción	303
9.2. Centro de Proceso de Datos	303
9.2.1. Funciones de un Centro de Proceso de Datos	304
9.2.2. Localización del Centro de Proceso de Datos	305
9.2.3. Organización de un Centro de Proceso de Datos	308
9.3. Sistema informático	310
9.3.1. Ciclo de vida de un sistema informático	310
9.4. El personal informático	316
Resumen	318
Lista de términos	319
Cuestiones	320
Test de repaso	320
Capítulo 10. Las computadoras de la quinta generación.	
Inteligencia artificial	323
10.1. Introducción	323
10.2. La inteligencia artificial	324
10.2.1. Fundamentos de la inteligencia artificial	325
10.2.2. Aplicaciones de la inteligencia artificial	326
10.3. Sistemas expertos	329
10.3.1. Historia de los sistemas expertos	330
10.3.2. Herramientas y lenguajes para desarrollar sistemas expertos	330
Resumen	333
Lista de términos	334
Cuestiones	335
Test de repaso	335

Capítulo 11. Software estándar y software a medida	337
11.1. Introducción.....	337
11.2. Software de sistema y software de aplicación	337
11.3. Software de sistema	338
11.4. Software estándar y software a medida	341
11.5. Aplicaciones estándar	341
11.5.1. Procesador de textos	342
11.5.2. Hoja electrónica de cálculo	344
11.5.3. Gestor de base de datos	345
11.5.4. Gestor de gráficos	346
11.5.5. Gestor de comunicaciones	348
11.6. Paquetes de software integrado	349
Resumen	350
Lista de términos	351
Cuestiones	353
Test de repaso	353
Capítulo 12. Computadora y sociedad	355
12.1. Introducción	355
12.2. Las bases de datos de información personal	355
12.3. Leyes sobre protección de la información personal	358
12.3.1. Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal (LORTAD)	358
12.3.2. Otras leyes de protección de datos	360
12.4. Aplicaciones de la computadora	361
12.4.1. Gestión empresarial	361
12.4.2. Aplicaciones industriales	361
12.4.3. Aplicaciones técnico-científicas	362
12.4.4. Aplicaciones médicas	362
12.4.5. Aplicaciones militares	364
12.4.6. Aplicaciones financieras	364
12.4.7. Aplicaciones educativas	365
12.5. La computadora doméstica	366
12.6. Infacciones informáticas. Piratería	367
12.7. Virus informáticos	368
12.8. El futuro de la informática	368
Resumen	370
Lista de términos	371
Cuestiones	372
Test de repaso	373
Glosario	375
Bibliografía	383
Índice analítico	385

Prólogo

Dentro de la Tecnología Informática existen áreas y especializaciones muy diversas. Para el seguimiento y estudio de cualquiera de ellas conviene asentar previamente los conceptos básicos y generales de la materia. En el mercado bibliográfico actual existen diferentes publicaciones de carácter general, siendo la mayoría de ellas o bien incompletas, o bien demasiado extensas, o poco adaptables a los cuestionarios oficiales de los estudios de Informática.

Estos son los motivos que nos llevaron a la realización de la primera edición en 1988 y a la actualización y ampliación de la misma en esta segunda edición, en la que tratamos de forma global todos los aspectos que se consideran introductorios en la Ciencia de la Computación. Su principal objetivo es dar una visión amplia de las distintas áreas de estudio que posteriormente se desarrollarán en otras asignaturas más específicas, intentando fijar las bases que permitan la acumulación ordenada de conocimientos sobre cada uno de los temas, puesto que el estudio de cualquier materia requiere, imprescindiblemente, unos cimientos sobre los que asentarlo.

El texto incluye los cuestionarios oficiales de las asignaturas del mismo nombre correspondientes a las especialidades de: Informática de Gestión, Administrativo y Equipos de Informática. Además sería conveniente su inclusión en las múltiples optativas que se pueden diseñar en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), así como formar parte de la introducción en las materias de Tecnologías de la Información del Bachillerato. Asimismo, se han añadido temas no pertenecientes a los citados cuestionarios, pero que, por su importancia y actualidad, no podían quedar fuera de la obra, lo que hace de ésta una herramienta útil para la continuación de estudios de Informática de nivel universitario.

El libro está dirigido a estudiantes de Educación Secundaria (ESO, Módulos y Bachillerato), de cursos de Informática no reglados, de primeros cursos de Enseñanza Universitaria y a usuarios en general y autodidactas.

Para un óptimo aprovechamiento en la lectura es recomendable, para cada capítulo, hacer una primera lectura rápida a fin de obtener una visión global del mismo. En una segunda lectura con mayor detenimiento, se tratará de comprender y asimilar los conceptos expuestos llegando al nivel de detalles que sea necesario. El resumen que acompaña a cada capítulo, junto con las cuestiones, el listado de términos utilizados y los test, pueden ayudar en la asimilación, repaso y recordatorio de los conceptos principales tratados.

Los contenidos del libro se distribuyen en doce capítulos de la siguiente manera: el primero introduce al lector en la Informática o Ciencia de la Computación por medio de

la presentación de los conceptos y definiciones generales, esquematizando sus elementos constitutivos, así como con una reseña histórica de los hechos y personajes que han sido precursores del estado actual de la Informática, desde el ábaco como primera herramienta de cálculo hasta las más modernas computadoras de la quinta generación.

El Capítulo 2 trata la información y cómo se representa internamente en una computadora, con los distintos sistemas de codificación utilizados. El Capítulo 3 aborda el estudio de los componentes físicos de una computadora y su funcionamiento; se explica la forma en que el procesador ejecuta las instrucciones de un programa.

Dentro del Capítulo 4 se presentan los distintos soportes de la información y unidades de entrada/salida o dispositivos periféricos que se conectan a una computadora para realizar las tareas de entrada, salida y almacenamiento de la información. El Capítulo 5 trata del aspecto lógico de la Informática, es decir, la programación, con un estudio de esta disciplina y de los lenguajes más ampliamente utilizados.

El Capítulo 6 aborda las estructuras lógicas de la información, en particular los archivos y las bases de datos como principales estructuras de almacenamiento y manejo de datos, incidiendo en los sistemas empleados para garantizar su seguridad y control. El Capítulo 7 realiza una introducción a los sistemas operativos, que constituyen el conjunto de programas encargados de controlar el funcionamiento general de la computadora.

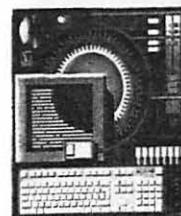
En el Capítulo 8 se exponen brevemente los aspectos que relacionan la Informática y las Telecomunicaciones, los medios, equipos y protocolos utilizados y las redes de teleproceso. El Capítulo 9 desarrolla el aspecto administrativo y de gestión de la Informática como servicio, considerando el ciclo de vida de un sistema informático. En el Capítulo 10 se expone la situación actual y las perspectivas de futuro encuadradas en la denominada quinta generación de computadoras, presentando los conceptos de Inteligencia Artificial y sistemas expertos.

El Capítulo 11 trata el *software*, presentando las distintas aplicaciones disponibles en el mercado y especialmente las dirigidas a las computadoras personales. Por último, en el Capítulo 12 se relaciona la computadora con la sociedad, los efectos que produce y las expectativas de futuro, añadiendo la normativa que protege a los ciudadanos y su privacidad frente a los posibles abusos. También analiza las infracciones informáticas y las normas establecidas para contrarrestarlas.

Al final del libro se incluye un glosario de gran utilidad con los términos informáticos más frecuentes y una breve definición o explicación de los mismos.

Agradecemos la colaboración recibida por parte de IBM, Datapoint, Unisys, Banco Popular Español, NEC Ibérica, Borland, Microsoft, Hewlett Packard Española, Toshiba, Canon, Sony, Intel Ibérica, Lotus, WordPerfect, Apple, Optral, AMPER, Facultad de Informática (U.P.M.), que nos han facilitado material gráfico, y por el personal de la Editorial McGraw-Hill que ha hecho posible la publicación del presente trabajo, en particular a Rafael Gallego y Teodoro Bartolomé a quien tanto debemos.

Los autores



CAPÍTULO 1

Introducción a la informática

1.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN DEL TÉRMINO INFORMÁTICA

A lo largo de la historia el hombre ha necesitado transmitir y tratar información de forma continua. Aún están en el recuerdo las señales de humo y los destellos con espejos que fueron utilizados hace ya bastantes años, y más recientemente los mensajes transmitidos a través de cables utilizando el código Morse o la propia voz por medio del teléfono. La humanidad no ha parado de crear máquinas y métodos para procesar la información. Con este fin surge la Informática, como una ciencia encargada del estudio y desarrollo de estas máquinas y métodos.

La informática nace de la idea de ayudar al hombre en aquellos trabajos rutinarios y repetitivos, generalmente de cálculo y de gestión, donde es frecuente la repetición de tareas. La idea es que una máquina puede realizarlos mejor, aunque siempre bajo la supervisión del hombre.

El término Informática se creó en Francia en el año 1962 bajo la denominación INFORMATIQUE y procede de la contracción de las palabras INFORmation autoMÁTIQUE. Posteriormente fue reconocido por el resto de países, siendo adoptado en España en 1968 bajo el nombre de INFORMÁTICA que, como puede deducirse fácilmente, viene de la contracción de las palabras INFORmación autoMÁTICA. En los países anglosajones se conoce con el nombre de Computer Science.

La informática se puede definir de muchas formas y de hecho aparece en diversas publicaciones con una gran variedad de definiciones, si bien todas ellas giran en torno a la misma idea. Nosotros vamos a utilizar la definición más extendida:

INFORMÁTICA es la ciencia que estudia el tratamiento automático y racional de la información.

Se dice que el tratamiento es automático por ser máquinas las que realizan los trabajos de captura, proceso y presentación de la información, y se habla de racional por estar todo el proceso definido a través de programas que siguen el razonamiento humano.

Dentro de la ciencia de la Informática se encuentran incluidas una serie de funciones de las que mencionamos a continuación las más importantes:

- El desarrollo de nuevas máquinas.
- El desarrollo de nuevos métodos de trabajo.
- La construcción de aplicaciones informáticas.
- Mejorar los métodos y aplicaciones existentes.

Desde la aparición de las primeras máquinas de cálculo, no se ha parado la investigación para obtener máquinas cada vez más potentes, rápidas, pequeñas y baratas. Por otra parte, en paralelo con el desarrollo de estas máquinas, tampoco se detiene la investigación para conseguir nuevos métodos de trabajo, novedosas formas de explotación de las máquinas e innovadores modos de compartir los recursos.

La función de creación de aplicaciones informáticas se refiere al desarrollo de programas para que las máquinas realicen el trabajo para el que han sido creadas.

1.2. ELEMENTOS Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Antes de empezar a hablar de los elementos y detalles relacionados con el mundo de la Informática, conviene definir sus componentes más importantes.

Desde el punto de vista informático, el elemento físico utilizado para el tratamiento de la información es el **computador**, **computadora** u **ordenador**, que puede ser definido de la siguiente manera (Figura 1.1):

Computadora (ordenador) es una máquina compuesta de elementos físicos, en su mayoría de origen electrónico, capaz de realizar una gran variedad de trabajos a gran velocidad y con gran precisión, siempre que se le den las instrucciones adecuadas.

El conjunto de órdenes que se dan a una computadora para realizar un proceso determinado se denomina **programa**, mientras que el conjunto de uno o varios programas

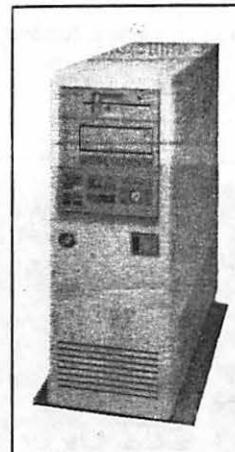


Figura 1.1. Computadora (ordenador).

más la documentación correspondiente para realizar un determinado trabajo, se denomina **aplicación informática** (Figura 1.2).



Figura 1.2. Aplicación informática.

El término **sistema informático** se utiliza para nombrar al conjunto de elementos necesarios (computadora, terminales, impresoras, etc.) para la realización y explotación de aplicaciones informáticas (Figura 1.3).

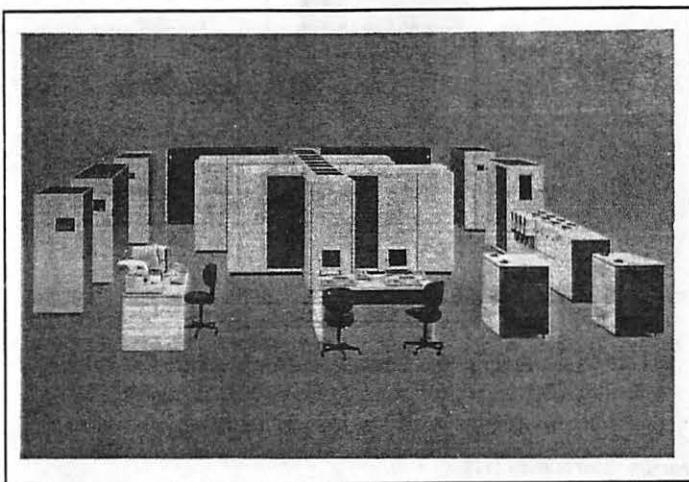


Figura 1.3. Sistema informático.

La **información** es el elemento que hay que tratar y procesar cuando en una computadora ejecutamos un programa, y se define como todo aquello que permite adquirir cualquier tipo de conocimiento; por tanto, existirá información cuando se da a conocer algo que se desconoce.

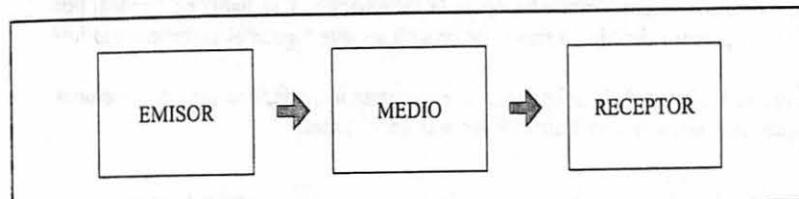
Los **datos** que maneja un programa son en un principio informaciones no elaboradas y una vez procesados (ordenados, sumados, comparados, etc.) constituyen lo que se denomina información útil o simplemente **resultados**.

Para que una información sea tratada necesita transmitirse o trasladarse de un lugar a otro, y para que exista **transmisión de información** son necesarios tres elementos (Esquema 1.1).

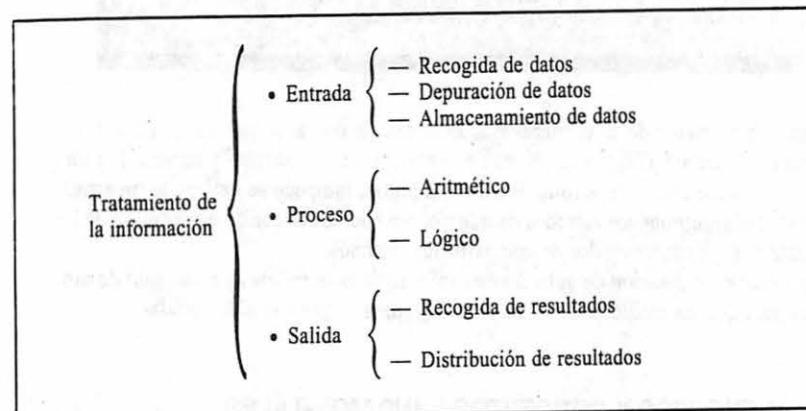
- El **emisor** que da origen a la información.
- El **medio** que permite la transmisión.
- El **receptor** que recibe la información.

Al conjunto de operaciones que se realizan sobre una información se le denomina **tratamiento de la información**. Estas operaciones siguen una división lógica que se representa en el Esquema 1.2.

Esquema 1.1. Transmisión de la información



Esquema 1.2. Tratamiento de la información



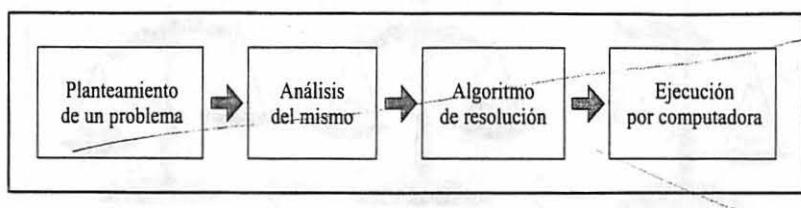
En términos generales, se denomina **entrada** al conjunto de operaciones cuya misión es tomar los datos del exterior y enviarlos a la computadora; para ello en ocasiones es necesario realizar operaciones de depuración o validación de los mismos. Estos datos deben quedar en la memoria de la computadora para su posterior tratamiento.

Al conjunto de operaciones que elaboran los datos de entrada para obtener los resultados se le llama **proceso** o **algoritmo**, y consiste generalmente en una combinación adecuada de operaciones de origen aritmético y *test* de tipo lógico.

Por último, se denomina **salida** al conjunto de operaciones que proporcionan los resultados de un proceso a las personas correspondientes. Se engloban en la salida también aquellas operaciones que dan forma a los resultados y los distribuyen adecuadamente.

El algoritmo necesario para la resolución de un problema queda definido cuando una aplicación informática es analizada, de tal forma que posteriormente cada proceso se codifica en un lenguaje que sea reconocible por la máquina (directa o indirectamente), y tras una preparación final obtendremos una **solución ejecutable por la computadora**. La automatización de un problema para que pueda ser desarrollado por una computadora se representa en el Esquema 1.3.

Esquema 1.3. Automatización de un problema



Seguidamente, vamos a definir los tres pilares básicos en los que se sustenta la Informática. Estos pilares son:

- El elemento **físico** (**hardware**).
- El elemento **lógico** (**software**).
- El elemento **humano** (**personal informático**).

Actualmente se utiliza el término **firmware** para denominar cierta parte del software que las computadoras traen pregrabadas desde su fabricación y que puede estar en memorias de sólo lectura (tipo ROM-*Read Only Memory*) o incorporada en su propia círcuitería. El programa más conocido de este tipo es el que entra en funcionamiento cuando se conecta una computadora y que permite el arranque de la misma; se denomina arrancador o *bootstrap*.

Hoy en día, se han creado una serie de términos referidos a determinados elementos o ámbitos de carácter no general, que serán comentados en su momento (por ejemplo, los términos *Netware*, *Helpware*, etc.).

1.3. ESQUEMA BÁSICO DEL ELEMENTO FÍSICO (HARDWARE)

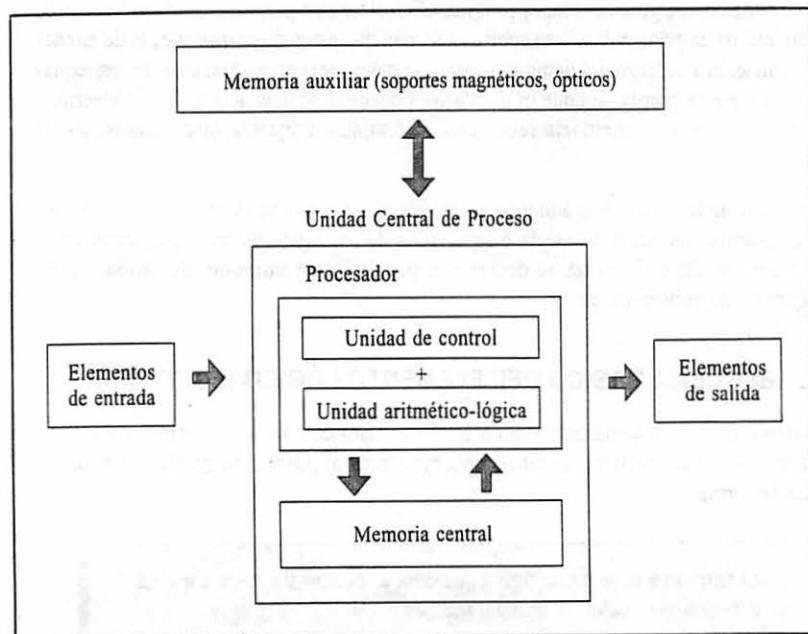
El **hardware** es el elemento físico de un sistema informático, es decir, todos los materiales que lo componen, como la propia computadora, los dispositivos externos, los cables, los soportes de la información y en definitiva todos aquellos elementos que tienen entidad física.

El Esquema 1.4 representa los componentes más elementales del hardware.

Unidad Central de Proceso (CPU, Central Process Unit). Es el elemento principal o centro neurálgico de una computadora y su misión consiste en coordinar y realizar todas las operaciones del sistema informático. Consta de los siguientes elementos:

- **Procesador.** Es el elemento encargado del control y ejecución de las operaciones y está formado por:

Esquema 1.4. Esquema básico del hardware



- **Unidad de Control (CU, Control Unit).** Es la parte del procesador encargada de gobernar al resto de las unidades, además de interpretar y ejecutar las instrucciones controlando su secuencia.
- **Unidad Aritmético-lógica (ALU, Arithmetic-Logical Unit).** Es la parte del procesador encargada de realizar todas las operaciones elementales de tipo aritmético y de tipo lógico.
- **Memoria Central (CM, Central Memory).** También denominada memoria interna o principal (*main memory*), es el elemento de la unidad central de proceso encargado de almacenar los programas y los datos necesarios para que el sistema informático realice un determinado trabajo. Es importante decir aquí que para que un programa pueda ser ejecutado en una computadora tiene que estar en esta memoria, así como los datos que necesiten ser procesados en ese momento.

Elementos de Entrada. También llamados **periféricos** o **unidades de entrada**, son los dispositivos encargados de introducir los datos y los programas desde el exterior a la memoria central para su utilización. Estos dispositivos, además de recibir la información del exterior, la preparan para que la máquina pueda entenderla de forma correcta. Un ejemplo lo constituye el teclado.

Memoria Auxiliar. Son los dispositivos de almacenamiento masivo de información que se utilizan para guardar datos y programas en el tiempo para su posterior utilización. La característica principal de los soportes que manejan estos dispositivos es la de retener la información a lo largo del tiempo mientras se desee, recuperándola cuando sea requerida y sin que se pierda, aunque el dispositivo quede desconectado de la red eléctrica. También se denomina memoria secundaria. Ejemplos: discos duros, discos ópticos, cintas, etc.

Elementos de Salida. Son aquellos dispositivos cuya misión es recoger y proporcionar al exterior los datos de salida o resultados de los procesos que se realicen en el sistema informático. También se denominan periféricos o unidades de salida. Ejemplos: monitor, impresora, etc.

1.4. ESQUEMA BÁSICO DEL ELEMENTO LÓGICO (SOFTWARE)

El software de un sistema informático es el conjunto de elementos lógicos necesarios para que se puedan realizar las tareas encomendadas al mismo. Se puede definir de la siguiente forma:

El software es la parte lógica que dota al equipo físico de capacidad para realizar cualquier tipo de trabajos.

Tiene su origen en ideas y procesos desarrollados por el elemento humano, plasmadas sobre un soporte determinado del hardware y bajo cuya dirección trabaja siempre la computadora.

En los primeros años de la existencia de las computadoras, tuvo mayor peso específico el hardware que el software puesto que se disponía de grandes computadoras, caras y complejas, que desarrollaban el trabajo definido por unos pocos y pequeños programas. En la actualidad, en un sistema informático tiene mayor peso específico el software que el hardware por ir adquiriendo día a día, el primero, una mayor importancia en todos los aspectos (coste, mantenimiento, etc.). Esta variación a través del tiempo entre los pesos específicos de los elementos software y hardware se representa en la Figura 1.4.

Una primera aproximación al concepto de software es la representada en el Esquema 1.5.

Esquema 1.5. Software

Software	Ideas. Datos o informaciones. Conjunto de órdenes.
----------	--

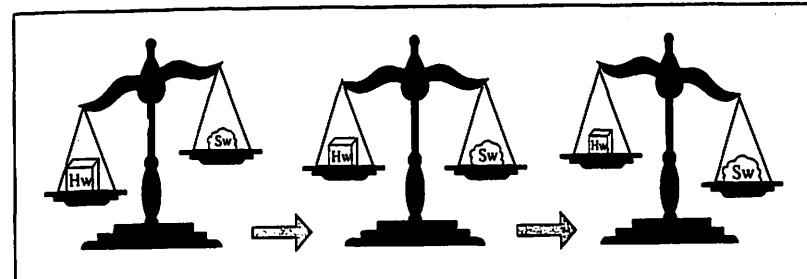


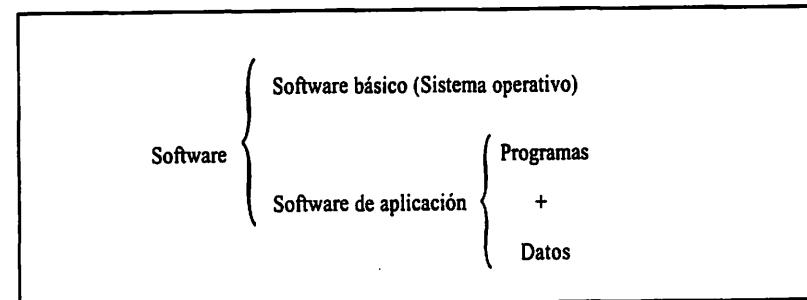
Figura 1.4. Variación del peso específico del software con respecto al hardware.

Un elemento lógico, para estar presente en un sistema informático, debe almacenarse en un soporte físico. Estos soportes son los siguientes:

- La memoria central.
- Las memorias auxiliares.

El elemento lógico de un sistema informático puede clasificarse como aparece representado en el Esquema 1.6.

Esquema 1.6. Componentes del software

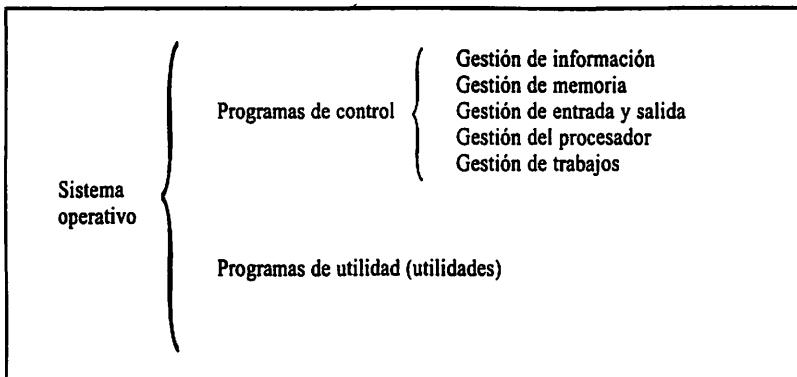


El software básico es el conjunto de programas que el equipo físico necesita para tener la capacidad de trabajar. Estos programas en su conjunto configuran lo que se denomina en un sistema informático el sistema operativo (OS, *Operating System*). Una definición muy general de sistema operativo es la siguiente:

El sistema operativo es el soporte lógico que controla el funcionamiento del equipo físico, ocultando los detalles del hardware y haciendo más sencillo el uso de la computadora.

El Esquema 1.7 representa los componentes de un sistema operativo.

Esquema 1.7. Componentes de un sistema operativo



El conjunto de programas de un sistema operativo cuya misión es controlar al equipo físico en todos sus aspectos, se denominan **programas de control**. Existen igualmente otros programas cuya misión es la de ayudar al usuario en algunos trabajos típicos, como el dar formato a discos, manejo de archivos, etc.; estos programas se denominan **utilidades**.

El **software de aplicación** es el compuesto por el conjunto de programas que ha sido diseñado para que la computadora pueda desarrollar un trabajo. Pertenecen a este determinado grupo los denominados **paquetes de software**, que consisten en un conjunto de programas que nos permiten editar textos, guardar datos, sacar informes, hacer cálculos, comunicarnos con otros usuarios y algunos trabajos típicos en el uso de computadoras. Por otra parte, también pertenecen a este grupo los programas y aplicaciones creados para desarrollar un trabajo o función específica, entre los que podemos citar una aplicación de nómina y un programa de facturación.

Es muy útil representar los elementos que pertenecen al software por medio de un gráfico de círculos concéntricos arropando a los elementos pertenecientes al hardware, de tal forma que la máquina física que realmente estamos utilizando (hardware) se transforma en una máquina virtual (hardware+software) que es la que atiende las peticiones de cada usuario. Este gráfico de círculos concéntricos es el representado en la Figura 1.5.

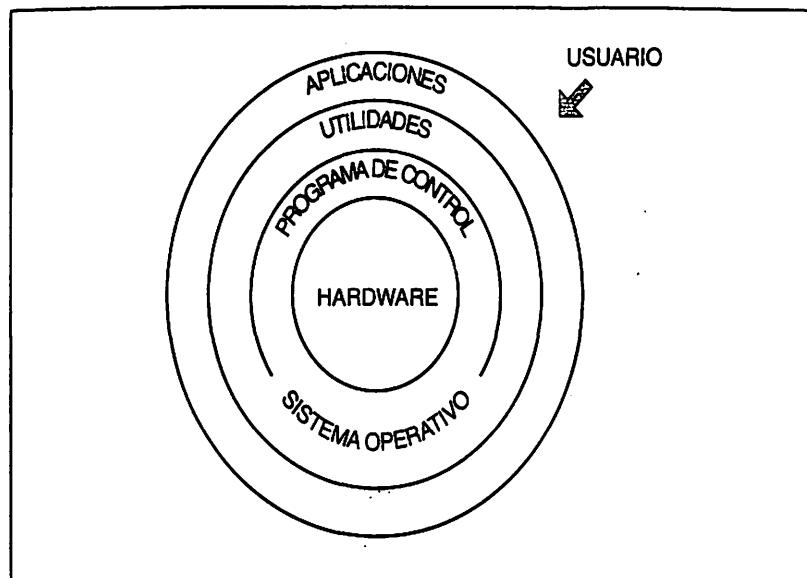


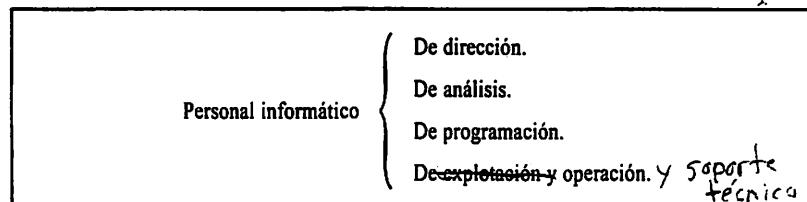
Figura 1.5. Software de un sistema informático.

1.5. ESQUEMA BÁSICO DEL ELEMENTO HUMANO (PERSONAL INFORMÁTICO)

El **elemento humano** es el más importante de los que constituyen la Informática. Sin personas estas máquinas serían totalmente inútiles.

El elemento humano, denominado comúnmente **personal informático**, es el conjunto de personas que desarrollan las distintas funciones relacionadas con el uso de las computadoras en una empresa. En general, se denomina **usuario** a la persona que utiliza en última instancia la computadora y el software de aplicación como herramienta para desarrollar su trabajo o ayudarse en su actividad; y por ello, no se considera en un principio como elemento perteneciente al personal informático. Este personal informático se puede clasificar, en una primera aproximación, según el esquema 1.8.

Esquema 1.8. El personal informático



- **Personal de dirección.** Es el encargado de dirigir y coordinar un Departamento de Informática o Centro de Proceso de Datos o alguna división, sección, área o proyecto dentro del mismo para obtener un rendimiento adecuado de los recursos disponibles.

- **Personal de análisis.** Es el encargado del desarrollo de aplicaciones en lo que respecta a su diseño y obtención de los algoritmos, así como de analizar las posibles utilidades y modificaciones necesarias de los sistemas operativos para una mayor eficacia de un sistema informático. Otra misión de estas personas es dar apoyo técnico a los usuarios de las aplicaciones existentes.

- **Personal de programación.** Es el encargado de transcribir en un determinado lenguaje de programación los algoritmos diseñados en el análisis de una aplicación de usuario o del propio sistema, así como realizar la traducción de estos programas al lenguaje nativo de la máquina para poder probarlos y ponerlos a punto, utilizando los juegos de ensayo que son proporcionados por el personal de análisis.

- **Personal de explotación y operación.** Este grupo se ocupa de ejecutar los programas o aplicaciones existentes, distribuyendo los resultados obtenidos y realizando el mantenimiento diario de los equipos y sistemas existentes.

1.6. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La informática es una ciencia que se ha tratado como tal desde hace pocos años. Como hemos comentado anteriormente, a ella se asocian una serie de hechos y descubrimientos anteriores que han servido para que hoy sea una de las ciencias a la que el hombre está dedicando mayor atención e importancia.

Desde varios siglos antes de nuestra era no ha parado la investigación del hombre en la búsqueda de herramientas y métodos que nos ayuden en las tareas de cálculo y proceso de la información; por tanto, todos aquellos descubrimientos que poco a poco, a lo largo del tiempo, han llevado al estado actual de la Informática, tienen su parte correspondiente en el conjunto de elementos pertenecientes a la ciencia.

1.6.1. Hechos y personajes históricos

Desde hace mucho tiempo el hombre ha tratado de liberarse de los trabajos manuales y repetitivos, generalmente de cálculo y proceso de la información; entre ellos están las operaciones de cálculo matemático y de redacción de informes.

La palabra cálculo tiene sus orígenes en el término latino *calculus*, que significa piedra. Este término se utilizaba hace miles de años para denominar a unas pequeñas piedras que por medio de unas ranuras efectuadas en el suelo se usaban para contar. Esta especie de ábaco ha sido descubierto recientemente en excavaciones arqueológicas.

A partir de este elemento de cálculo, aparecieron en diversos lugares otros elementos similares denominados comúnmente como marcadores de bolas o ábacos, término que proviene de la palabra fenicia *abak*. El más antiguo se remonta aproximadamente al año

3500 a. C., y fue descubierto en el valle entre el Tigris y el Éufrates. Más tarde, hacia el año 2600 a. C., apareció el ábaco chino, que evolucionó rápidamente y se denominó finalmente *Suan-Pan*. De forma similar nació en Japón otro modelo de ábaco que se denominó *Soroban* (Figura 1.6).

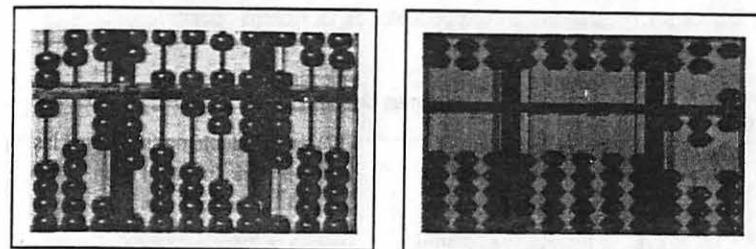


Figura 1.6. Ábaco chino (*Suan-Pan*) y ábaco japonés (*Soroban*).

El ábaco constituyó el primer dispositivo manual de cálculo. Servía para representar números en el sistema decimal y contar, permitiendo la realización de operaciones aritméticas sencillas.

Consta de un marco de madera dividido en dos partes; además, contiene una serie de varillas verticales que corresponden cada una a un dígito o cifra. En la parte inferior de cada varilla hay cinco discos denominados **cuentas**, que cuando están situados en reposo quedan desplazados hacia la parte de abajo. En su parte superior hay dos discos denominados **quintas**, que en situación de reposo quedan desplazados hacia arriba.

Su funcionamiento se basa en contar unidades de tal forma que en cada unidad, al sumar uno, se desplaza un disco de su parte inferior hacia arriba; cuando los cinco discos están hacia arriba, aparece un estado inestable que hace que éstos bajen haciendo esta misma operación con uno de sus discos de la parte superior; si los dos discos de la parte superior se encuentran hacia abajo, se produce de nuevo un estado inestable en el que se suben estos dos discos, añadiendo una unidad en el dígito siguiente (varilla siguiente a la izquierda).

Con este dispositivo se puede contar y calcular con un número de cifras que depende del número de varillas que posea.

Supongamos un ábaco de 11 varillas con el que podemos representar números enteros de hasta 12 dígitos decimales (hasta el número 159 999 999 999). El número representado en el ábaco chino de la Figura 1.6 es el 110 345 678 900 (obsérvese que en la única varilla en la que los dos discos de la parte de arriba pueden estar hacia abajo es en la de la izquierda); en el ábaco japonés se encuentra representado el número 126.

Por aquellos años apareció un sistema numérico indoárabigo que se encuentra representado en la Figura 1.7, del que surgió el sistema decimal.

La utilización del ábaco como instrumento de cálculo ha permanecido en Occidente hasta el siglo XVI, en el que empezaron a inventarse otros dispositivos y herramientas de cálculo más potentes que el ábaco. En los países orientales sigue utilizándose actualmente el ábaco, para muchas tareas sencillas, sin que se vea próximo su fin.

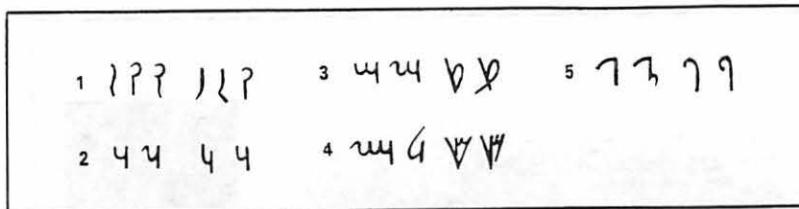


Figura 1.7. Sistema numérico indoarábigo.

El matemático escocés **John Napier** (1550-1617), en un intento de simplificar las operaciones de multiplicación, división y exponentiación, inventó los **logaritmos naturales o neperianos** a finales del siglo XVI, construyendo en 1614 las primeras tablas de los mismos.

La facilidad de las operaciones a partir de los logaritmos, como es sabido, proviene de la transformación de la multiplicación en una suma de los logaritmos de los números a multiplicar, así como la transformación de la división en una resta y la potenciación en un producto. El resultado que se obtiene al sumar, restar o multiplicar los logaritmos de los operandos nos proporciona el logaritmo del resultado, con lo que para obtener éste será necesario utilizar las tablas correspondientes (búsqueda del antilogaritmo).

En consecuencia ideó un dispositivo basado en varillas cifradas que contenían números, y era capaz de multiplicar y dividir de forma automática. También ideó un calculador con tarjetas que permitía multiplicar, recibiendo éstas el nombre de **estructuras de Napier**. Constituyó un dispositivo intermedio entre el ábaco y las primeras calculadoras mecánicas. La Figura 1.8 nos muestra la configuración de estas estructuras.

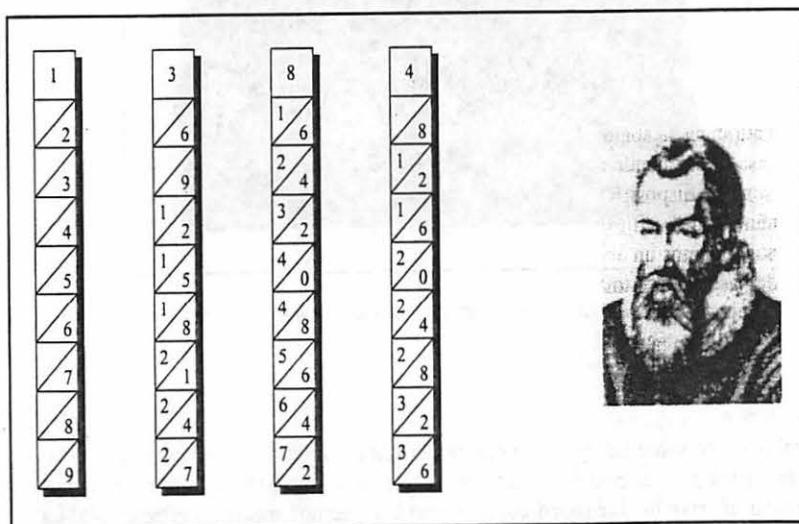


Figura 1.8. John Napier y sus estructuras.

Hacia el año 1623, el científico alemán **Wilhelm Schickard** (1592-1635) ideó una calculadora mecánica denominada **reloj calculante**, que funcionaba con ruedas dentadas y era capaz de sumar y restar, pero no se pudo montar en aquella época, de tal forma que fue construida, según el diseño de su autor, a principios del siglo XX por ingenieros de IBM (Figura 1.9). Esta máquina, combinada con la de John Napier, permitía operaciones de multiplicación. Fue considerada como la primera máquina de calcular de origen mecánico.

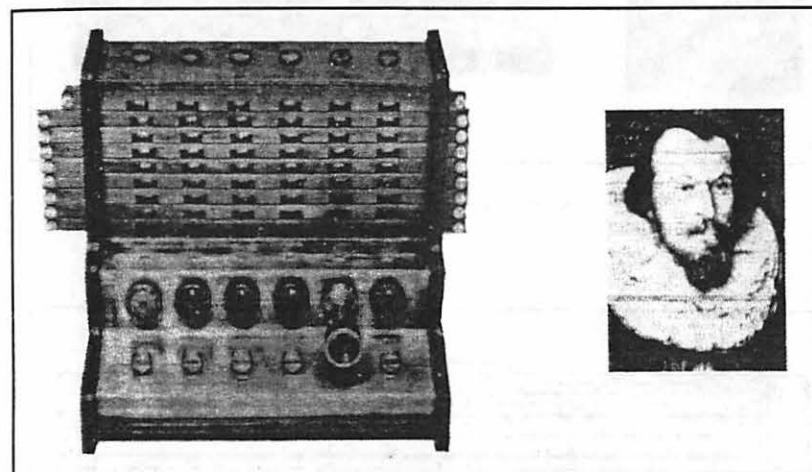


Figura 1.9. Calculadora de Schickard y su autor.

Algunos años después, en 1642, el matemático y filósofo francés **Blaise Pascal** (1623-1662) inventó la primera máquina automática de calcular completa a base de ruedas dentadas que simulaba el funcionamiento del ábaco. Esta máquina realizaba operaciones de suma y resta mostrando el resultado por una serie de ventanillas. En un principio se denominó **pascalina**, recibiendo posteriormente el nombre de **máquina aritmética de Pascal**. En la Figura 1.10 puede verse el aspecto exterior de esta máquina.

En 1650, **Patridge**, basándose en los descubrimientos de Napier, inventó la **regla de cálculo**, pequeña regla deslizante sobre una base fija en la que figuraban diversas escalas para la realización de determinadas operaciones. Este dispositivo de cálculo ha sido muy utilizado hasta los años setenta cuando las calculadoras electrónicas constituyeron su mejor sustituto. En la Figura 1.11 puede verse una regla de cálculo actual.

Paralelamente a Pascal, en 1666 el matemático inglés **Samuel Morland** inventó otro aparato mecánico que realizaba operaciones de suma y resta; se denominó **Máquina Aritmética de Morland** y su funcionamiento y prestaciones se asemejaban a los de la máquina de Pascal.

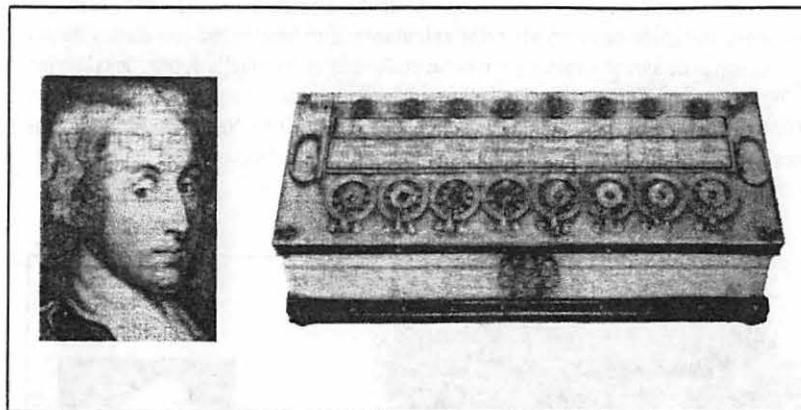


Figura 1.10. Blaise Pascal y su máquina aritmética.

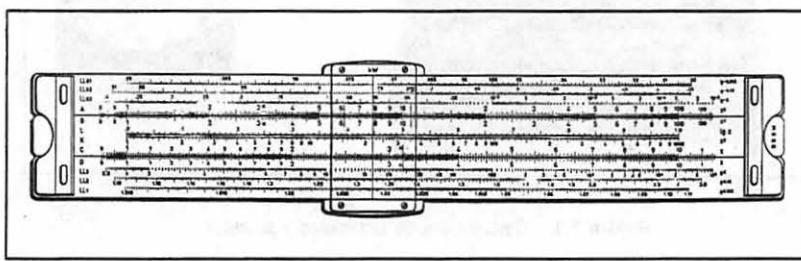


Figura 1.11. Regla de cálculo.

Pocos años más tarde, en 1672, el filósofo y matemático alemán **Gottfried Wilhelm von Leibnitz** (1646-1716) mejoró la máquina de Pascal construyendo su **calculadora universal**, capaz de sumar, restar, multiplicar, dividir y extraer raíces cuadradas, caracterizándose por hacer la multiplicación de forma directa, en vez de realizarla por sumas sucesivas, como la máquina de Pascal (Figura 1.12).

Utilizando como modelo la calculadora universal de Leibnitz, el francés **Charles-Xavier Thomas** (1785-1870) inventó una máquina que además de funcionar a la perfección, tuvo un gran éxito comercial. Esta máquina se denominó **aritmómetro** (Figura 1.13).

En 1779, **Mattieu Hahn** diseñó y construyó una máquina de calcular capaz de realizar sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Esta máquina se encuentra representada en la Figura 1.14.

Ya en el siglo XIX, en el año 1805 el francés **Joseph Marie Jacquard** (1752-1834), después de algunos intentos anteriores, construyó un telar automático que realizaba un

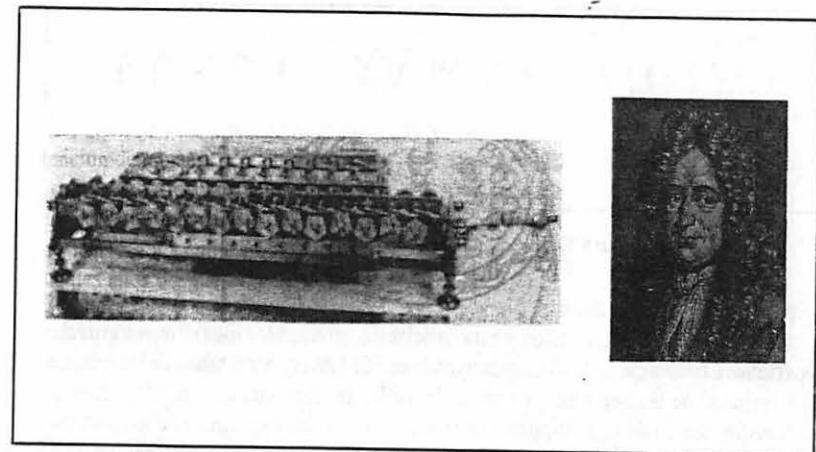


Figura 1.12. Gottfried W. von Leibnitz y su calculadora universal.

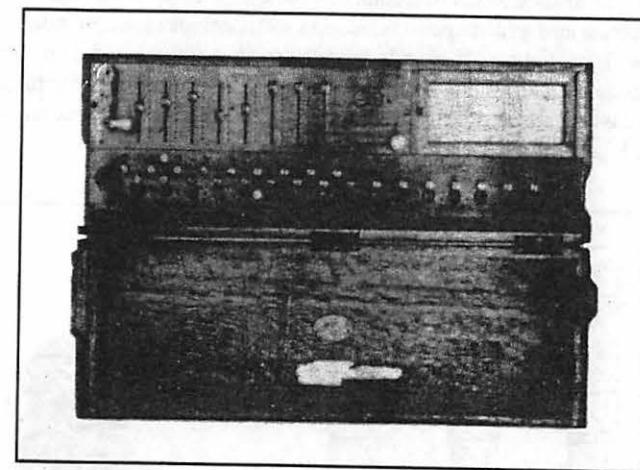


Figura 1.13. Aritmómetro de Charles-Xavier Thomas.

control perfecto sobre las agujas tejedoras, utilizando tarjetas perforadoras que contenían los datos para el control de las figuras y dibujos que había que tejer. Podemos considerar el **telar de Jacquard** como la primera máquina mecánica programada. La Figura 1.15 muestra el telar y un autorretrato de Joseph M. Jacquard realizado por su propio dispositivo.

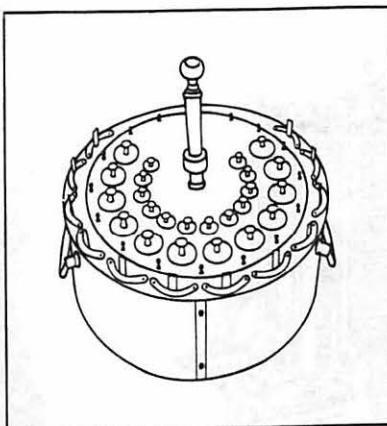


Figura 1.14. Calculadora de Hahn.

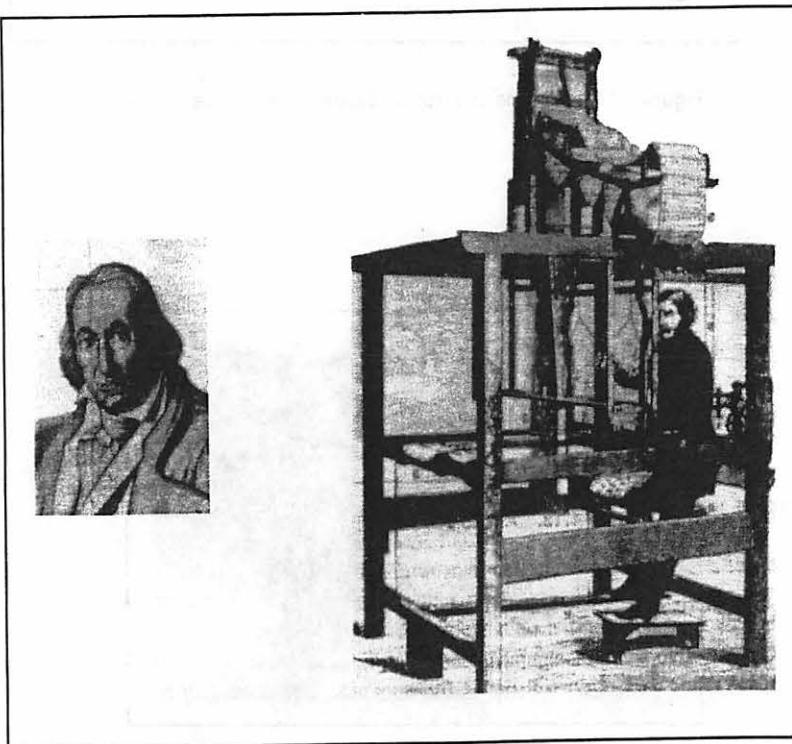


Figura 1.15. Joseph M. Jacquard y su telar.

El matemático inglés y profesor de la Universidad de Cambridge Charles Babbage (1792-1871) diseñó dos máquinas de calcular que rompían la línea general de las máquinas de aquella época por su grado de complejidad. La primera de ellas, diseñada en 1822, fue la **máquina de diferencias**, que se basaba en fundamentos mecánicos con ruedas dentadas; sus aplicaciones más importantes fueron la resolución de funciones y la obtención de tablas de dichas funciones (por ejemplo, tablas de la función x^2). Debido a las deficiencias tecnológicas de la época y también por el motivo de que a mitad de la construcción Babbage ya estaba pensando en su segunda máquina, esta primera no llegó a fabricarse. La Figura 1.16 nos muestra la máquina de diferencias que fue construida bastantes años después.

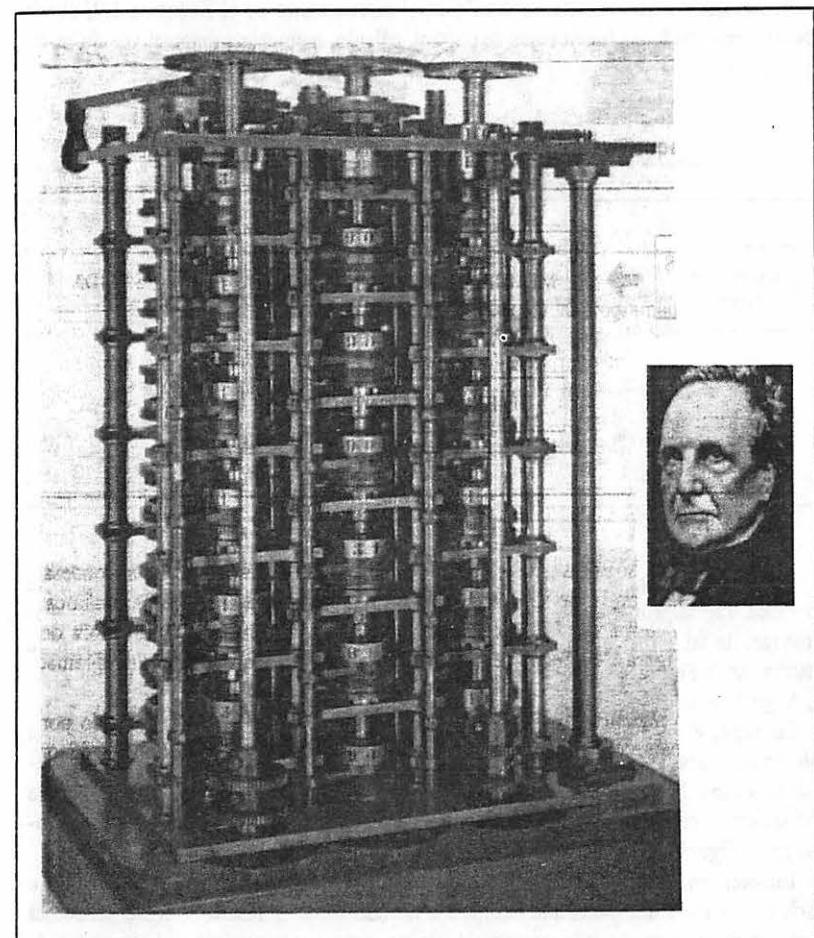
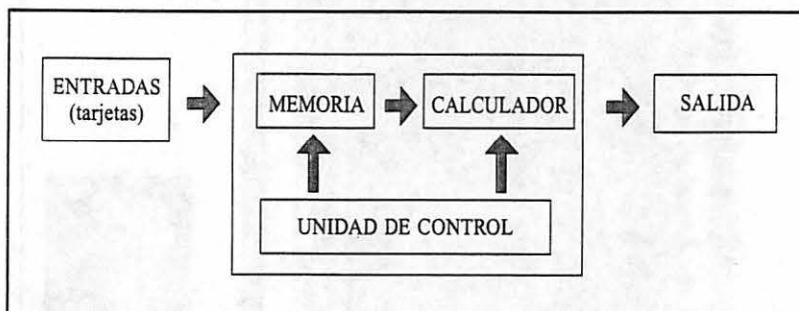


Figura 1.16. Charles Babbage y su máquina de diferencias.

Poco después, en 1833, Babbage diseñó su segunda máquina, denominada **máquina analítica**, capaz de realizar todas las operaciones matemáticas y con posibilidad de ser programada por medio de tarjetas de cartón perforado (similares a las tarjetas de Jacquard), siendo además capaz de almacenar en su interior una cantidad de cifras considerable. Con esta máquina Babbage consiguió por primera vez en la historia definir los fundamentos teóricos de las computadoras actuales. Se ideó para la realización automática de tablas de logaritmos y funciones trigonométricas. Esta máquina, por los mismos motivos que su predecesora, no llegó a construirse, si bien años después aparecieron algunas máquinas con su diseño. Por esta máquina y su estructura, Babbage es considerado actualmente como el **padre de la Informática**.

El esquema utilizado para su diseño es el representado en el Esquema 1.9, donde pueden verse unidades funcionales de control, cálculo, memoria y dispositivos de entrada y salida.

Esquema 1.9. Esquema de la máquina analítica de Babbage



La hija del famoso poeta Lord Byron (1788-1824), **Augusta Ada Byron, condesa de Lovelace**, fue la primera persona que realizó programas para la máquina analítica de Babbage, de tal forma que ha sido considerada como la primera programadora de la historia. En la Figura 1.17 puede verse la máquina analítica y a su primera programadora, Augusta Ada.

En 1854, el ingeniero sueco **Pehr George Scheutz** (1785-1873), apoyado por el gobierno de su país, construyó una máquina diferencial similar a la de Babbage, denominada **máquina de tabular**, que tuvo un gran éxito y se utilizó fundamentalmente para la realización de cálculos astronómicos y la confección de tablas para compañías de seguros. En la Figura 1.18 podemos observar la calculadora de Scheutz.

También en 1854, el matemático inglés **George Boole** (1815-1864) desarrolló la teoría del **álgebra de Boole**, que permitió a sus sucesores el desarrollo matemático del álgebra binaria y con ella la representación de circuitos de conmutación y la aparición de la llamada «Teoría de los Circuitos Lógicos». La Figura 1.19 nos muestra a George Boole y ejemplos de su álgebra.

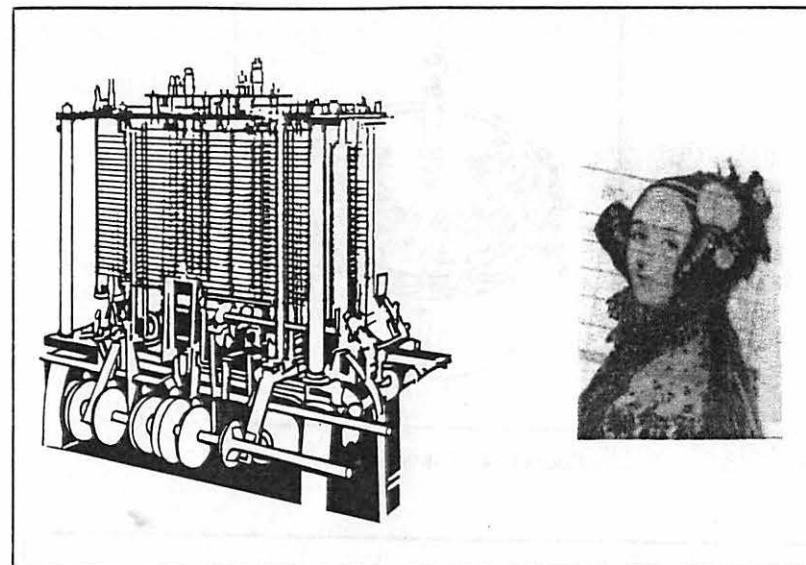


Figura 1.17. Máquina analítica de Babbage y su programadora.

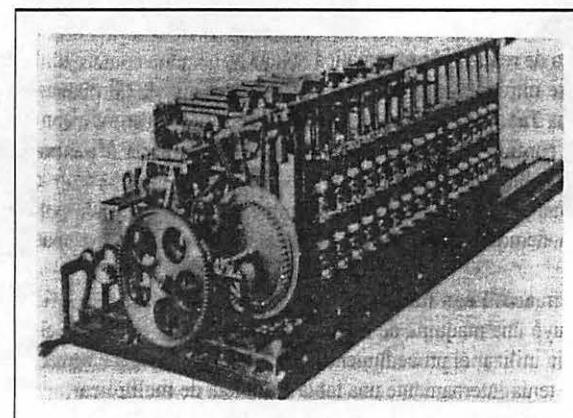


Figura 1.18. Calculadora de George Scheutz.

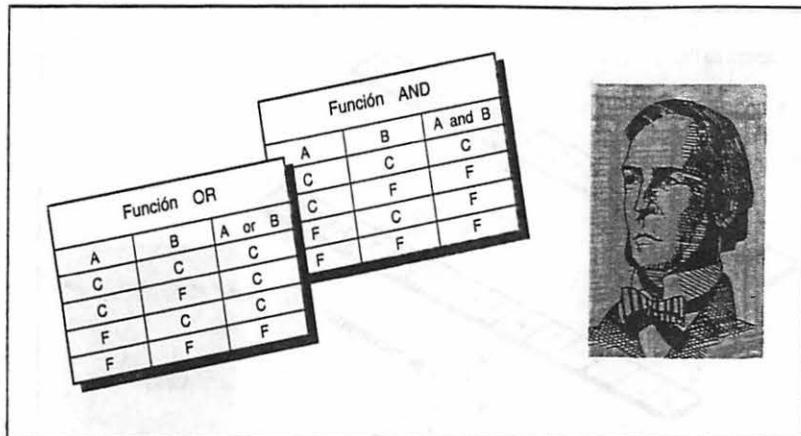


Figura 1.19. George Boole y su álgebra.

Sobre el año 1885, el norteamericano y funcionario de la oficina del censo de Estados Unidos Herman Hollerith (1860-1929) vio cómo se tardaban diez años en realizar el censo anual de su país y observó que la mayoría de las preguntas del censo tenían como respuesta un sí o un no, lo que le hizo idear en 1886 una tarjeta perforada para contener la información de las personas censadas y una máquina capaz de leer y tabular dicha información. Construyó su **máquina censadora o tabuladora** que fue capaz de reducir el trabajo manual a la tercera parte, con lo que se tardó en realizar el censo de 1890 tan sólo tres años, perforándose un total de 56 millones de tarjetas. La Figura 1.20 muestra a Herman Hollerith y su máquina tabuladora.

En 1895, Hollerith incluyó en su máquina la operación de sumar con el fin de utilizarla para la contabilidad de los Ferrocarriles Centrales de Nueva York. Esto constituyó el primer intento de realización automática de una aplicación comercial, lo que hizo que el funcionario se introdujera en el mundo de los negocios de tal manera que, en 1896, fundó la empresa *Tabulating Machines Company*, la cual se fusionó con otras empresas en el año 1924 configurando la actual *International Business Machines* (IBM), cuyo primer presidente fue Thomas J. Watson (padre). Éste no estaba muy convencido del futuro que podían tener estas máquinas, idea que no fue compartida por sus sucesores, entre los que podemos citar a su hijo Thomas J. Watson. Ambos aparecen en la Figura 1.21.

En 1887, el francés Léon Bollée (1870-1913), famoso por su gran afición al automovilismo, construyó una máquina de multiplicar en la que la multiplicación se realizaba directamente, sin utilizar el procedimiento de sumas sucesivas. La novedad consistió en que la máquina tenía internamente una tabla completa de multiplicar.

También a finales del siglo XIX, un español residente en Estados Unidos, Ramón Verea, construyó una máquina que realizaba la multiplicación directamente de forma similar a la máquina de Léon Bollée.

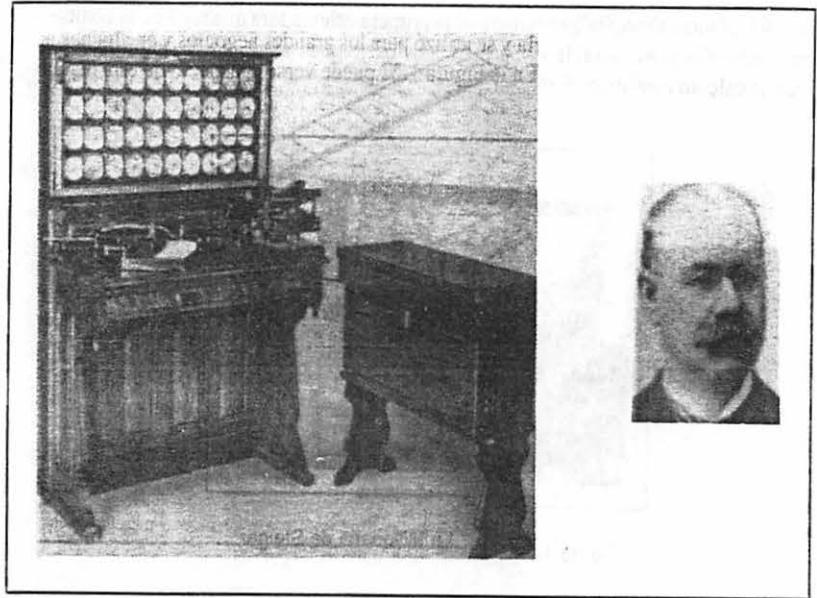


Figura 1.20. Herman Hollerith y su máquina tabuladora.

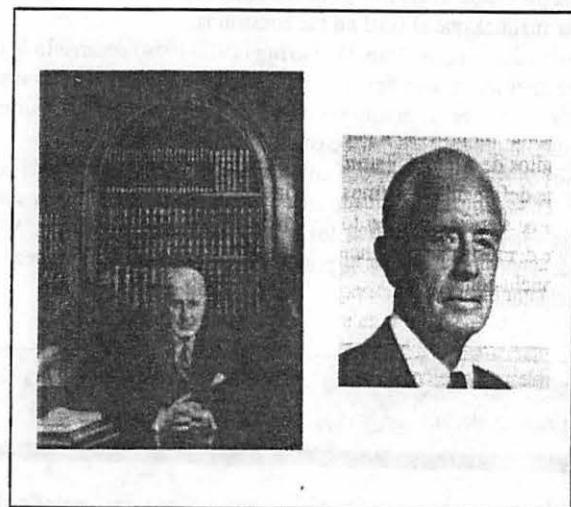


Figura 1.21. Thomas J. Watson padre (izquierda) e hijo.

En 1893, el suizo Otto Steiger construyó la primera calculadora que tuvo éxito comercial; su nombre fue la Millonaria y se utilizó para los grandes negocios y en algunas aplicaciones de cálculo científico. En la Figura 1.22 puede verse el aspecto de esta máquina.

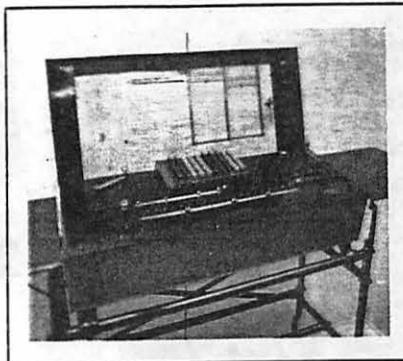


Figura 1.22. La Millonaria de Steiger.

A principios del siglo xx, en 1910, James Power diseñó nuevas máquinas censadoras siguiendo la idea de Hollerith.

Otro ingeniero español, Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), construyó a principios del siglo XX, siguiendo la línea de Babbage, varias máquinas o autómatas teledirigidos, una máquina para jugar al ajedrez y una máquina calculadora. En 1914 diseñó en papel una máquina analítica que al final no fue construida.

En 1936, el matemático inglés Alan M. Turing (1912-1954) desarrolló la teoría de una máquina capaz de resolver todo tipo de problemas con solución algorítmica, llegando a la construcción teórica de las **máquinas de Turing**. Una máquina de Turing es una forma de representar un proceso a partir de su descripción (Figura 1.23).

Con los estudios de Alan M. Turing, se inició la **teoría matemática de la computación**, en la que se define un algoritmo como la representación formal y sistemática de un proceso; en ella se verifica que no todos los procesos son representables. A partir de estos estudios se demostró la existencia de problemas sin solución algorítmica y se llegó a la siguiente conclusión:

Un problema tiene solución algorítmica si existe una máquina de Turing para representarlo.

De estos estudios surgió la **teoría de la computabilidad** que engloba el análisis encaminado a encontrar formas de descripción y representación de procesos o algoritmos.

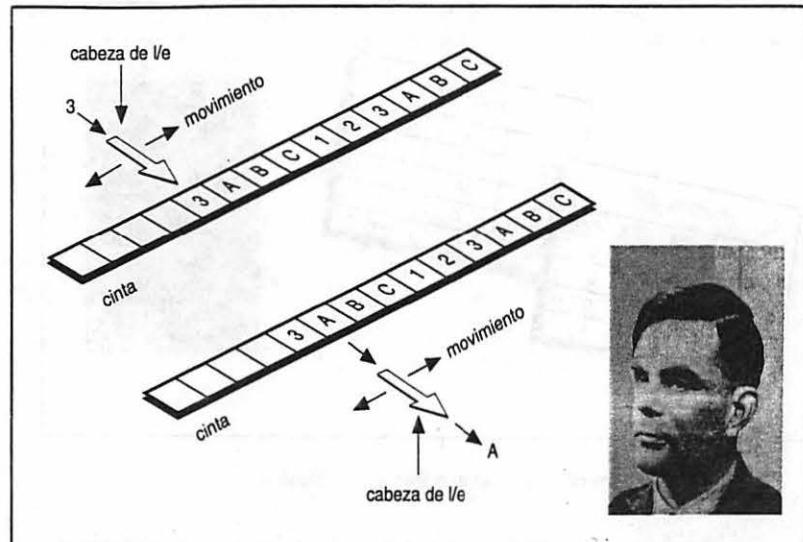


Figura 1.23. Alan M. Turing y el esquema de su máquina teórica.

En 1937, Howard H. Aiken (1900-1973), de la Universidad de Harvard, desarrolló la idea de Babbage junto con un equipo de científicos de su departamento e ingenieros de IBM. El resultado de sus estudios culminó en la construcción de una calculadora numérica basada en el uso de relés electromagnéticos, ruedas dentadas y embragues electromecánicos, configurando la **primera computadora electromecánica**.

Fue denominada Calculadora Automática de Secuencia Controlada (*Automatic Sequence Controlled Calculator-ASCC*), aunque su nombre más popular fue la **Harvard Mark-I**.

Esta computadora se terminó de construir en 1944 y tenía elementos de entrada, memoria central, unidad aritmética, unidad de control y elementos de salida. Utilizaba como soportes de entrada de datos tarjetas y cinta perforadas (Figura 1.24).

Esta máquina fue la primera computadora electromecánica que se construyó y que funcionó, aunque se utilizó poco tiempo, pues la aparición de las computadoras electrónicas hizo que las de este tipo cayeran rápidamente en desuso.

Tenía 16,6 metros de largo por 2,6 metros de alto, pesaba unas 70 toneladas y estaba constituida por 800 000 piezas móviles, teniendo su cableado una longitud de 800 000 metros. En la Figura 1.25 aparece el equipo que desarrolló esta máquina, donde podemos ver en el centro a Howard H. Aiken.

Sumaba dos números en menos de un segundo y los multiplicaba en tres segundos, dando las respuestas en tarjetas perforadas. Trabajaba con operandos de hasta 23 cifras decimales. Estaba preparada para el cálculo de tablas matemáticas y su velocidad era mucho mayor que la de las calculadoras de la época.

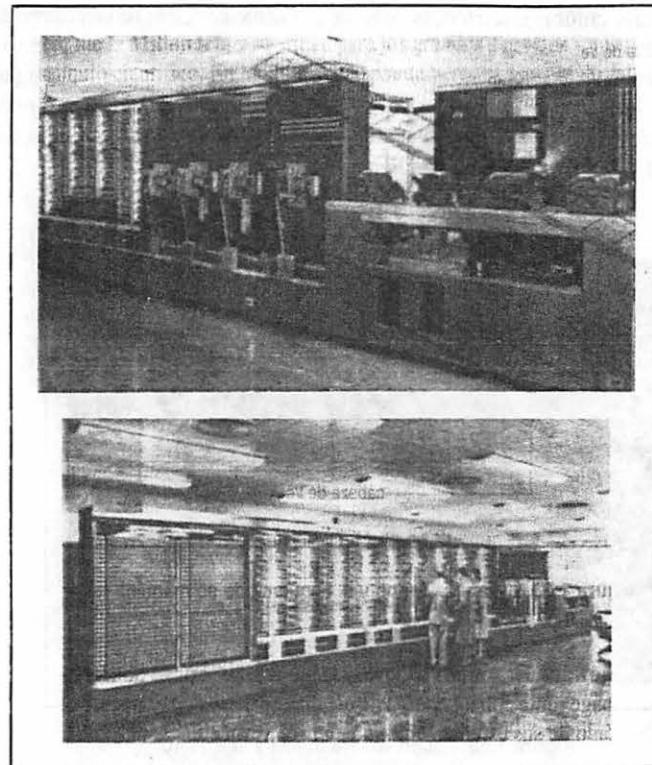


Figura 1.24. Vistas de la computadora Mark-I.



Figura 1.25. Equipo que desarrolló la computadora Mark-I.

En 1938, el alemán Claude Shannon comenzó a aplicar la teoría del álgebra de Boole en la representación de circuitos lógicos. Publicó en 1948 la teoría matemática de las comunicaciones y realizó diversos estudios sobre la teoría de la información, donde aparecieron medidas de la cantidad de información como el bit (*binary digit*).

También en 1938, el físico norteamericano John Vicent Atanasoff, profesor de la Universidad de Iowa, junto con su colaborador Clifford Berry construyeron una máquina electrónica que operaba en binario siguiendo la idea de Babbage. Fueron los primeros que intentaron la construcción de una máquina totalmente electrónica. Esta fue terminada en 1942 y se llamó ABC (*Atanasoff Berry Computer*), siendo considerada como la **primera máquina de calcular digital**. No tomó carácter de computadora puesto que no existía la posibilidad de programarla. Se utilizó fundamentalmente para la resolución de ecuaciones lineales y diferenciales (Figura 1.26).



Figura 1.26. John V. Atanasoff y Clifford Berry.

En 1940, John W. Mauchly y John Presper Eckert junto con científicos de la Universidad de Pensilvania construyeron en la Escuela Moore de Ingeniería Eléctrica, a petición del Ministerio de Defensa de Estados Unidos, la **primera computadora electrónica** denominada ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*) construida a base de válvulas de vacío, que entró en funcionamiento en 1945. En el equipo de construcción de esta computadora se encontraban J. V. Atanasoff y C. Berry, cuyos estudios y ensayos en su calculadora ABC fueron muy importantes para el proyecto ENIAC. La diferencia esencial entre la ABC y la ENIAC consistía en que esta última era programable y universal, es decir, podía ser aplicada a cualquier tipo de cálculos. Fue muy utilizada por el Ejército de Estados Unidos para el cálculo de la trayectoria de proyectiles por medio de tablas.

Era mil veces más rápida que la MARK-I y realizaba la suma de dos números en dos diezmilésimas de segundo, multiplicándolos en tres milésimas de segundo. Tenía un volumen de aproximadamente 111 metros cúbicos, ocupaba una superficie de 160 me-

etros cuadrados y su peso se aproximaba a las 30 toneladas; además poseía 17 468 válvulas de vacío, 50 000 commutadores, 70 000 resistencias, 10 000 condensadores, 7500 interruptores, 1500 relés y un consumo entre 100 000 y 200 000 vatios. Este último dato hizo que al conectar la ENIAC por primera vez, las luces de una buena parte de la ciudad de Filadelfia sufrieran un gran descenso en su iluminación, quedándose la ciudad casi a oscuras. Además, el equipo necesitaba ventilación y su mantenimiento era muy elevado, sobre todo debido a las válvulas. La Figura 1.27 muestra la computadora ENIAC y el equipo que la construyó.

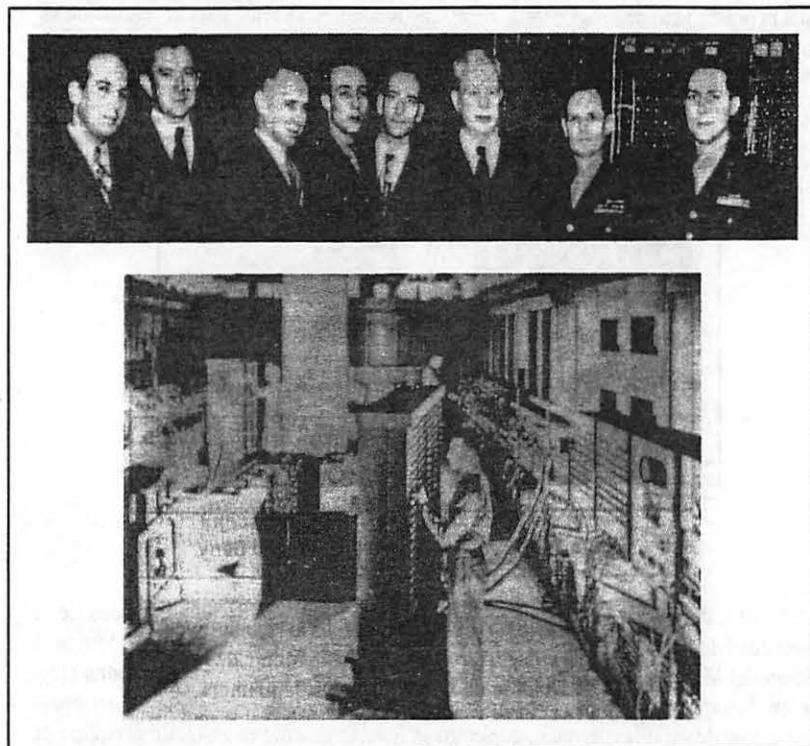


Figura 1.27. La computadora ENIAC y el equipo que la desarrolló.

En 1944, el ingeniero y matemático **John von Neumann** (1903-1957), de origen húngaro y naturalizado norteamericano, desarrolla la idea de programa interno y describe el fundamento teórico de construcción de una computadora electrónica denominada modelo de Von Neumann. La idea de Von Neumann era la coexistencia en el tiempo de datos e instrucciones en la computadora y la posibilidad de ser programada, no estando las órdenes cableadas en los circuitos de la máquina. Publicó el artículo «Teoría y técni-

cas de las computadoras electrónicas» que fue un intento de diseño de una computadora desde el punto de vista lógico. En 1952 se realizó esta máquina que se denominó EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*) y fue una modificación de la ENIAC. Esta computadora utilizaba líneas de demora acústica de mercurio por donde circulaban señales eléctricas sujetas a retardo y permitían la memorización de los datos.

La Figura 1.28 muestra a John von Neumann y su computadora.

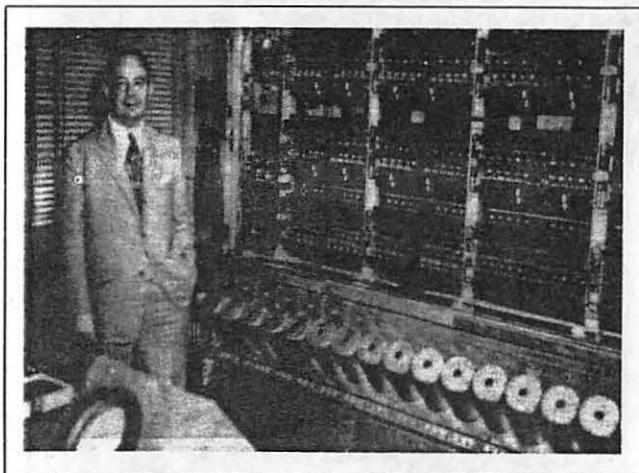


Figura 1.28. John von Neumann y la EDVAC.

En 1949, John W. Mauchly y John Presper Eckert, tras fundar su propia compañía, la Eckert-Mauchly Corporation, desarrollaron como primer proyecto una computadora binaria automática que se denominó BINAC (*Binary Automatic Computer*) cuya novedad consistió en la realización de determinadas transmisiones de señales internas en paralelo. Con esta máquina aparecieron los diodos semiconductores en las computadoras, así como la utilización de las cintas magnéticas.

Poco después, en 1951, John W. Mauchly construyó la primera computadora de serie puesta a la venta; ésta fue la UNIVAC-I (*Universal Automatic Computer-Computador Automático Universal*), que también utilizaba cintas magnéticas (Figura 1.29).

A partir de 1952 se construyen computadoras en serie, como las MANIAC-I, MANIAC-II y la UNIVAC-II (esta última con memoria de núcleos de ferrita), y con ellas se acaba la prehistoria de la Informática, dando paso a la era de las computadoras.

1.6.2. Evolución de la electrónica

Desde que en 1951 surgió la UNIVAC-I, como primera computadora comercial, hasta nuestros días en que existen multitud de modelos cada vez más potentes, baratos

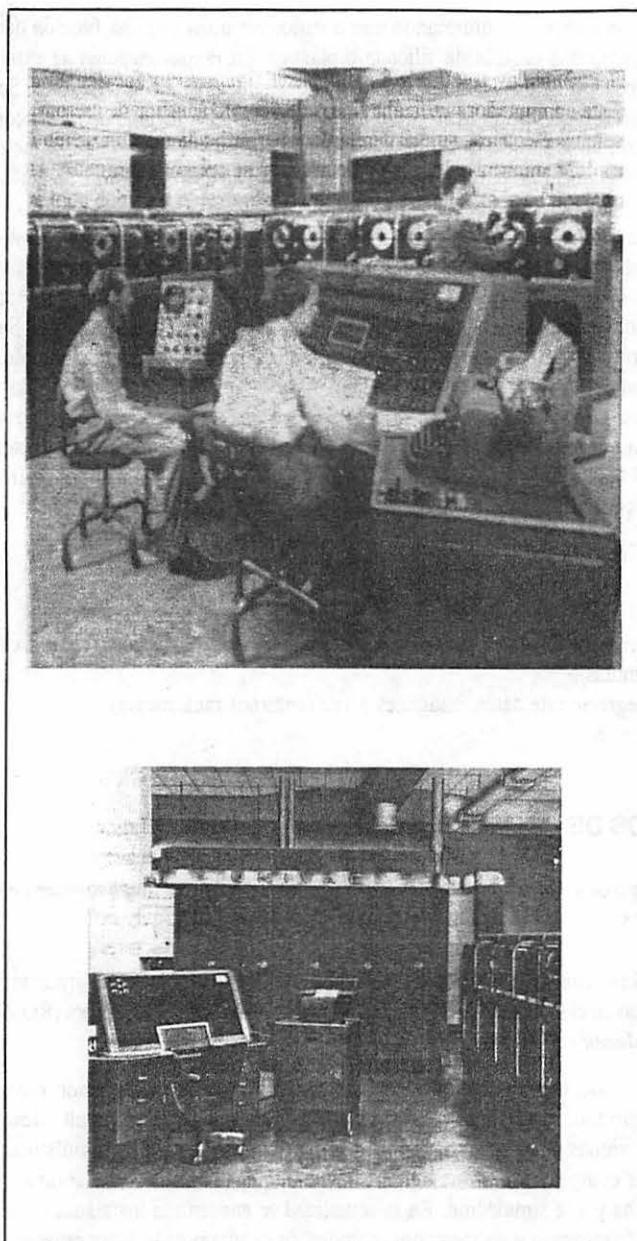


Figura 1.29. La computadora UNIVAC-I.

y pequeños, casi todas las transformaciones han sido causadas por descubrimientos o avances en el campo de la electrónica o de lo que hoy en día se denomina microelectrónica.

Todo comenzó con la válvula de vacío y la construcción de dispositivos lógicos biestables. Un biestable es un dispositivo capaz de tener dos estados estables y poseer la propiedad de conmutar de uno a otro cuando así le sea ordenado. Por una parte, la válvula puede hacer la función de un relé eléctrico, es decir, abrir o cerrar un circuito, y por otra, un elemento biestable nos permite retener un bit de información.

Además, los progresos en la física del estado sólido han sido los agentes de la gran evolución en la industria de las computadoras.

Estos progresos se pueden esquematizar de la siguiente forma:

- 1.^º En 1904, el inglés **Fleming** inventó la **válvula de vacío**, que se utilizó como elemento de control para sustituir a los relés electromecánicos y para conformar dispositivos biestables.

- 2.^º En los años cincuenta, con el descubrimiento de los semiconductores, aparecieron el **diodo** y el **transistor**, este último inventado por **Walter Brattain, John Barden y W. Shockley** en los laboratorios BELL en enero de 1947. Por este descubrimiento obtuvieron el premio Nobel. El transistor sustituyó a la válvula de vacío permitiendo la reducción de circuitos en tamaño y aumentando la fiabilidad de los equipos debido a sus mejores características.

- 3.^º Basándose en el transistor, se construyeron circuitos capaces de realizar funciones lógicas, con lo que surgieron las puertas lógicas y sus circuitos derivados.

- 4.^º Años más tarde, comenzó la miniaturización con la construcción de los **circuitos integrados**, que consistían en la implementación de un circuito complejo en una pastilla que ocupaba un tamaño reducido. Con este elemento empezó la ciencia del diseño lógico de circuitos a baja escala de integración (SSI, *Short Scale Integration*), que permitía introducir en cada circuito alrededor de diez puertas lógicas.

- 5.^º Apareció a continuación la integración a media escala MSI (*Medium Scale Integration*), en la que se integraban en una sola pastilla de circuito integrado entre 100 y 1000 puertas lógicas.

- 6.^º Poco tiempo después, se consiguió introducir en un mismo circuito entre 1000 y 10 000 puertas lógicas, con lo que se pasó a la integración a gran escala (LSI, *Long Scale Integration*).

- 7.^º Cuando se superaron las 10 000 puertas lógicas por circuito se pasó a la muy alta escala de integración (VLSI, *Very Long Scale Integration*).

- 8.^º En 1971 apareció un circuito integrado denominado **microporcesador**, en el que se consiguió introducir todo el procesador de una computadora en un solo elemento (Figura 1.30).

1.6.3. Generaciones de computadoras

Los cambios tecnológicos producidos han originado una clasificación de las computadoras en generaciones, aunque hoy en día no se tiene muy en cuenta esta clasificación en



Figura 1.30. Evolución de la electrónica.

los últimos desarrollos, por la gran velocidad en que se presentan los nuevos descubrimientos. Las generaciones de computadoras son las siguientes:

- **Primera generación** (1940-1952). La constituyen todas aquellas computadoras diseñadas a base de válvulas de vacío como principal elemento de control y cuyo uso fundamental fue la realización de aplicaciones en los campos científico y militar. Utilizaban como lenguaje de programación el lenguaje máquina y como únicas memorias para conservar información las tarjetas perforadoras, la cinta perforadora y las líneas de demora de mercurio.
- **Segunda generación** (1952-1964). Al sustituirse la válvula de vacío por el transistor, comenzó la llamada segunda generación de computadoras. En ella, las máquinas ganaron potencia y fiabilidad, perdiendo tamaño, consumo y precio, lo que las hacia mucho más prácticas y asequibles. Los campos de aplicación en aquella época fueron, además del científico y militar, el administrativo y de gestión; es decir, las computadoras empezaron a utilizarse en empresas que se dedicaban a los negocios. Comenzaron además a utilizarse los llamados lenguajes de programación evolucionados, que hacían más sencilla la programación; entre ellos podemos citar el Ensamblador y algunos de los denominados de alto nivel, como Fortran, Cobol y Algol. Asimismo, comenzaron a utilizarse como memoria interna los núcleos de ferrita y el tambor magnético, y como memoria externa la cinta magnética y los tambores magnéticos.
- **Tercera generación** (1964-1971). En esta generación el elemento más significativo es el circuito integrado aparecido en 1964, que consistía en el encapsulamiento de una gran cantidad de componentes discretos (resistencias, condensadores, dio-

dos y transistores), conformando uno o varios circuitos con una función determinada, sobre una pastilla de silicona o plástico. La miniaturización se extendió a todos los circuitos de la computadora, apareciendo las minicomputadoras. Se utilizaron tecnologías SSI y MSI. Asimismo, el software evolucionó de forma considerable con un gran desarrollo de los sistemas operativos, en los que se incluyó la multiprogramación, el tiempo real y el modo interactivo. Comenzaron a utilizarse las memorias de semiconductores y los discos magnéticos.

- **Cuarta generación** (1971-1981). En 1971 aparece el microprocesador, consistente en la integración de toda la UCP de una computadora en un solo circuito integrado. La tecnología utilizada es la LSI que permitió la fabricación de microcomputadoras y computadoras personales, así como las computadoras monopastilla. Se utilizó además el disquete (*floppy disk*) como unidad de almacenamiento externo. Aparecieron una gran cantidad de lenguajes de programación de todo tipo y las redes de transmisión de datos (teleinformática) para la interconexión de computadoras.
- **Quinta generación** (1981-199?). En 1981, los principales países productores de nuevas tecnologías (fundamentalmente Estados Unidos y Japón) anunciaron una nueva generación, cuyas características principales iban a ser:
 - Utilización de componentes a muy alta escala de integración (VLSI).
 - Computadoras con Inteligencia Artificial.
 - Utilización del lenguaje natural (lenguajes de quinta generación).
 - Interconexión entre todo tipo de computadoras, dispositivos y redes (redes integradas).
 - Integración de datos, imágenes y voz (entornos multimedia).
 - Etcétera.

1.7. TIPOS DE COMPUTADORAS

Desde el punto de vista de construcción, existen dos tipos de máquinas capaces de ejecutar algoritmos:

- **Máquinas con lógica cableada.** En ellas, el algoritmo está interiormente implementado en el cableado de sus circuitos o en memorias de sólo lectura (ROM-*Read Only Memory*). Las más conocidas son:
 - **Las calculadoras.** Son máquinas para ejecutar un determinado número de algoritmos predefinidos de tipo matemático (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, funciones trigonométricas, logaritmos, funciones estadísticas, etc.).
 - **Las computadoras analógicas.** Son máquinas destinadas al control de procesos y a la simulación. En la actualidad se encuentran instaladas en cadenas de fabricación y en mercados, como el de la automoción entre otros.
- **Máquinas con lógica programada.** Son las computadoras convencionales que admiten programación de algoritmos por medio de lenguajes de programación; por

ello son máquinas de propósito general, pues se pueden aplicar a cualquier tipo de procesos. Estas computadoras tienen las siguientes características:

1. Gran velocidad de cálculo.
2. Gran capacidad de almacenamiento.
3. Gran precisión.
4. Versatilidad o posibilidad de realizar multitud de trabajos de distintos tipos.
5. Automatización, pues la mano del hombre interviene relativamente poco en el trabajo final que realiza la computadora.
6. Asiduidad, puesto que en ellas no existe el cansancio y ejecutan con la misma rapidez y precisión la primera y la última operación.

Una computadora de lógica programada sólo puede realizar tres tipos de operaciones:

- Operaciones aritméticas (suma y resta).
- Operaciones lógicas (comparaciones).
- Almacenar o recuperar información.

La versatilidad de una computadora se obtiene al reducir cualquier problema simple o complejo en una combinación adecuada de estas operaciones.

La Figura 1.31 nos muestra una calculadora y una computadora de lógica programada.

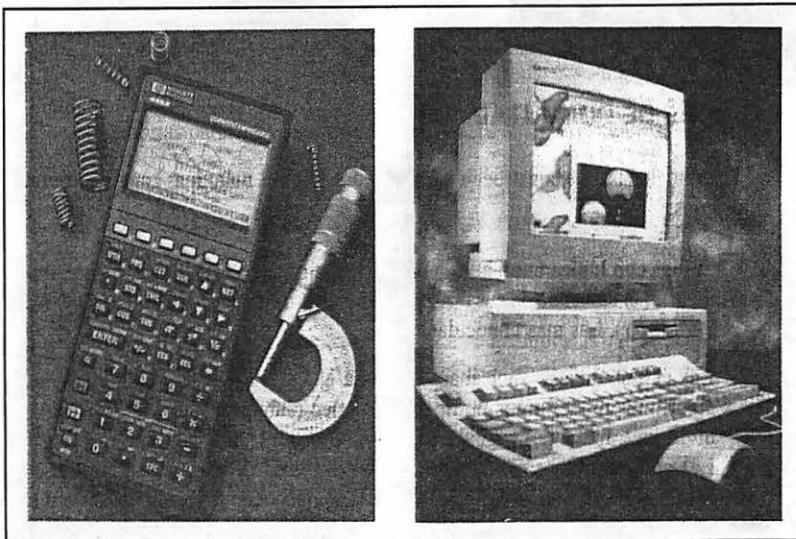


Figura 1.31. Calculadora y computadora personal.

Antes de hacer una clasificación formal de las computadoras según el tipo de señales que manejan, vamos a definir los conceptos fundamentales que intervienen en la misma.

Se dice que un suceso es de tipo continuo cuando la escala de manifestaciones de sus variables no tiene discontinuidades. Estos sucesos se denominan **analógicos**.

Si la escala de manifestaciones de las variables de un suceso sólo tiene determinados valores, se dice que es de tipo discreto y recibe el nombre de **digital**.

Por tanto, atendiendo a la configuración o estructura interna de una computadora, pueden clasificarse de la siguiente forma:

- **Computadoras analógicas.** Son aquellas que manejan señales eléctricas analógicas proporcionales a medidas físicas de tipo continuo. Su programación en la mayoría de los casos está en su propio cableado y se utilizan fundamentalmente para controlar procesos y en problemas de simulación.
- **Computadoras digitales.** Manejan señales eléctricas de tipo digital. Se programan por medio de lenguajes de programación y su utilización comprende cualquier tipo de trabajos; por tanto, configuran el grupo de computadoras de tipo general. En la actualidad, más del 95 por 100 de las computadoras son de este tipo.
- **Computadoras híbridas.** Poseen características de las dos anteriores. Suelen estar constituidas por una computadora digital que procesa información analógica, para lo cual tiene sus entradas y salidas controladas por medio de convertidores analógico-digitales y digital-analógicos (Figura 1.32).

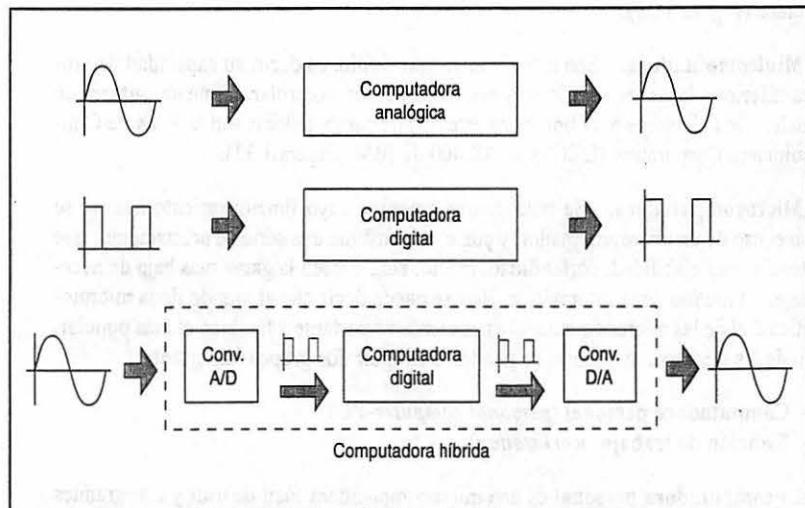


Figura 1.32. Computadoras analógica, digital e híbrida.

Las computadoras digitales, por su potencia de cálculo, capacidad de almacenamiento interno y número de periféricos que pueden soportar, se clasifican en cuatro grandes grupos:

- Supercomputadora (*supercomputer*).
- Computadora (*mainframe*).
- Minicomputadora (*minicomputer*).
- Microcomputadora (*microcomputer*).

• **Supercomputadora.** Es una máquina diseñada especialmente para cálculos que precisan una gran velocidad de proceso. Generalmente poseen un gran número de procesadores que trabajan en paralelo, con lo que se consiguen realizar billones de operaciones por segundo. Un ejemplo de estas computadoras es la Cray Y-MP de Cray Research Inc. (Figura 1.33).

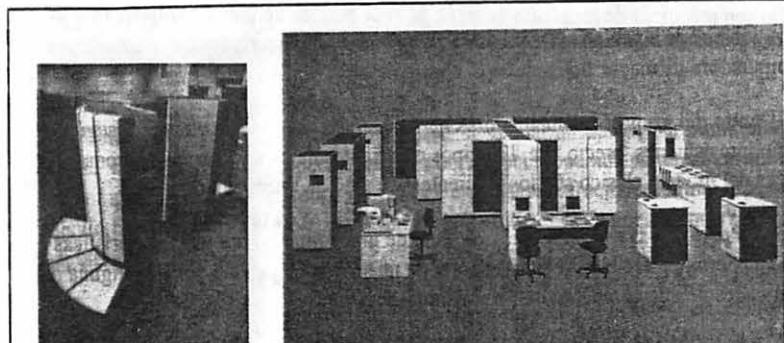
• **Computadora o *mainframe*.** Es una máquina diseñada principalmente para dar servicio a grandes empresas y organizaciones. Su potencia de cálculo es inferior a la de las anteriores, cifrándose en la ejecución de varios millones de operaciones por segundo. Una de sus características principales es la de soportar un gran número de terminales o estaciones de trabajo. Además pueden intervenir en procesos distribuidos en los que se conectan dos o más computadoras en paralelo, de tal forma que se reparten todo el trabajo a realizar. Un buen ejemplo de este tipo de computadoras es la IBM 3090 de la International Business Machines, capaz de soportar aproximadamente 5000 terminales conectados (Figura 1.33).

• **Minicomputadora.** Son máquinas de tipo medio, es decir, su capacidad de proceso es inferior a la de las anteriores y por tanto pueden controlar un menor número de terminales. Dos ejemplos muy típicos de este tipo de computadoras son la VAX de Digital Equipment Corporation (DEC) y la AS/400 de IBM (Figura 1.33).

• **Microcomputadora.** Se trata de una máquina cuyo funcionamiento interno se basa en el uso de un microprocesador, y con él se consigue una serie de prestaciones, que en potencia, manejabilidad, portabilidad, precio, etc., cubren la gama más baja de necesidades en el mundo de la informática. Hoy se puede decir que el mundo de la microinformática o el de las microcomputadoras es el más importante y también el más popular. Dentro de las microcomputadoras se pueden distinguir dos grupos importantes:

- **Computadora personal (*personal computer-PC*).**
- **Estación de trabajo (*workstation*).**

• La computadora personal es una microcomputadora fácil de usar y con grandes prestaciones. Generalmente posee un solo puesto de trabajo, aunque puede tener varios. Actualmente la mayor gama de equipos hardware y de aplicaciones software que existen en el mercado pertenecen al grupo de computadoras personales (Figura 1.33).



Supercomputadora CRAY Y-MP

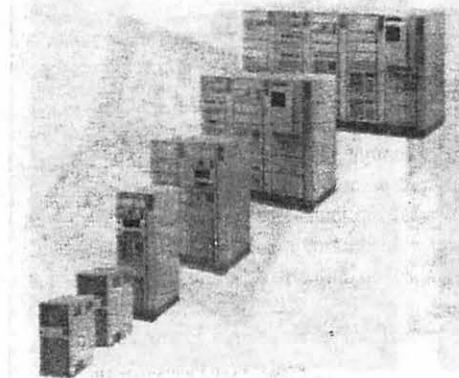
Computadora IBM 3090



Minicomputadora VAX de D.E.C.



Computadora personal IBM PS/2



Familia AS/400 de IBM

Figura 1.33. Tipos de computadoras digitales.

- Una estación de trabajo es una microcomputadora de gran potencia que se utiliza para trabajos de ingeniería o similares y permite la conexión a través de una red con una computadora de mayor potencia.

Dentro del grupo de computadoras personales, existe una clasificación según el tamaño, prestaciones, precio, etc. Los tipos o variantes de computadoras personales diferentes del modelo clásico son los siguientes:

- **Portátil o transportable.** Se trata de una computadora de características físicas que permiten fácilmente su transporte de un sitio para otro sin perder ninguna de las cualidades de una computadora personal clásica (Figura 1.34).

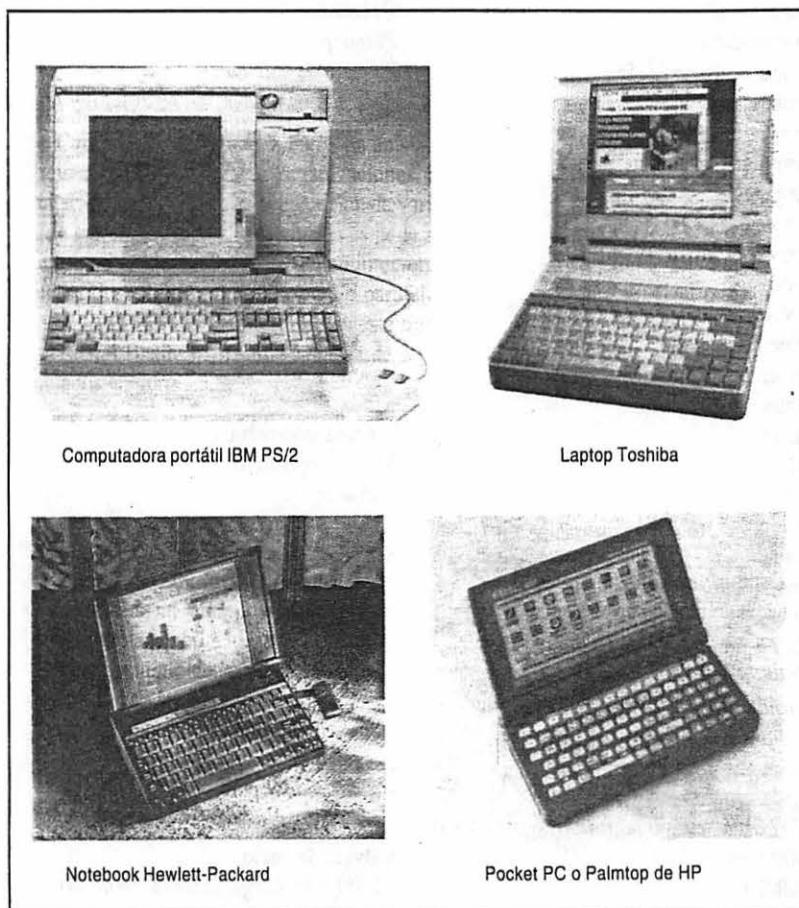
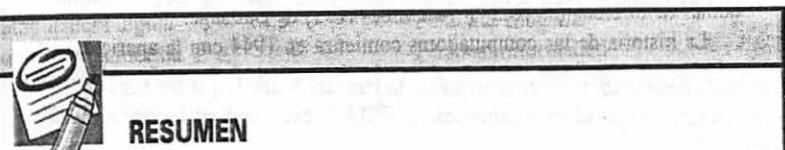


Figura 1.34. Tipos de computadoras personales.

— **Laptop.** Consiste en una computadora personal portátil de pequeño tamaño, gran potencia y muy manejable en todos los sentidos. La característica principal es su peso que oscila entre 1 y 2 kilogramos (Figura 1.34).

— **Notebook.** Es una computadora personal similar al *laptop*, pero aún más pequeña, de menor peso y más especializada; es decir, está preparada para realizar funciones de computadora personal, servir de ayuda a estudiantes ofreciéndoles una capacidad de cálculo rápido importante, ofrecer a comerciales funciones de agenda muy evolucionadas, etc. (Figura 1.34).

— **Pocket-PC o palmtop.** Es una pequeña computadora personal de mano que viene a ser la última versión de calculadora científica programable (Figura 1.34).



RESUMEN

El término informática se creó en Francia bajo la denominación *informatique*, mientras que en los países anglosajones se conoce bajo el nombre de *computer science*.

Informática es la ciencia que estudia el tratamiento automático y racional de la información.

El elemento físico utilizado para el tratamiento de la información es la computadora u ordenador, consistente en una máquina de origen electrónico capaz de realizar una gran variedad de trabajos a gran velocidad y con gran precisión.

Un programa es un conjunto de órdenes que se dan a una computadora para que realice un determinado proceso, mientras que una aplicación informática es el conjunto de uno o varios programas que realizan un determinado trabajo completo.

Un sistema informático es el conjunto de elementos físicos y lógicos necesarios para la realización y explotación de aplicaciones informáticas.

El tratamiento de la información consiste en realizar las operaciones que corresponden a la entrada, a continuación las que corresponden al proceso o algoritmo y por último las de salida de los resultados, si bien en ocasiones pueden aparecer entremezcladas.

Los tres pilares básicos de la informática son el hardware, el software y el personal informático.

El hardware es la parte física de un sistema informático, el software es la parte lógica que dota al equipo físico de capacidad para desarrollar trabajo y el

personal informático es el conjunto de personas que realizan alguna función en un entorno informático.

Un sistema operativo es el soporte lógico que controla el funcionamiento del equipo físico, ocultando los detalles del hardware y haciendo sencillo el uso de la computadora.

Los programas de control de un sistema operativo son los encargados de controlar el equipo físico, mientras que los programas de utilidad, las aplicaciones y los paquetes de software tienen como misión realizar trabajos con la computadora.

La historia de la informática se remonta a varios siglos antes de nuestra era con la aparición del ábaco como primer instrumento de cálculo; a partir de él, los descubrimientos más importantes fueron: la construcción de la máquina aritmética de Pascal (1642), la calculadora universal de Leibnitz (1672) y las máquinas de diferencias (1822) y Analítica (1833) de Babbage.

La historia de las computadoras comienza en 1944 con la aparición de la primera computadora electromecánica, la Harvard Mark-I, que fue seguida por la primera computadora electrónica, la ENIAC, que entró en funcionamiento en 1945.

En los últimos cincuenta años, las computadoras han sufrido una gran evolución debido fundamentalmente a los grandes avances en el mundo de la electrónica y microelectrónica (válvula, diodo, transistor, circuito integrado y microprocesador).

Las computadoras, atendiendo a sus elementos constructivos, aplicaciones y prestaciones, se clasifican en primer lugar en generaciones que van desde la primera a la quinta. En segundo lugar, y atendiendo a su construcción y diseño interno, se clasifican en máquinas con lógica cableada y lógica programable. En tercer lugar, y atendiendo a su configuración física y a las señales que manejan, se clasifican en computadoras analógicas, digitales e híbridas.

Por su parte las computadoras digitales según su potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento se clasifican en supercomputadoras, computadoras o *mainframes*, minicomputadoras y microcomputadoras.

Por último, las microcomputadoras tienen dos configuraciones típicas denominadas computadora personal y estación de trabajo.

Las computadoras personales actuales tienen una gran diversidad de formas y tamaños, distinguiéndose del modelo clásico las computadoras portátiles, las *laptops*, las *notebooks* y las *pocket-PC*.

LISTA DE TÉRMINOS

Ábaco	Memoria central
Algoritmo	Microcomputadora
Aplicación informática	Microprocesador
Calculadora	Minicomputadora
Cálculo	MSI (<i>Medium Scale Integration</i>)
Circuito integrado	<i>Notebook</i>
Computador	Ordenador
Computadora	<i>Palmtop</i>
Computadora analógica	Paquete de software
Computadora digital	<i>Personal computer</i>
Computadora híbrida	Personal informático
Computadora personal	<i>Pocket PC</i>
Computadora portátil	Procesador
<i>Computer science</i>	Proceso
Datos	Programa
Diodo	Programas de control
EDVAC	Programas de utilidad
Elemento humano	Receptor
Elementos de entrada	Resultados
Elementos de salida	Salida
Emisor	Sistema informático
ENIAC	Sistema operativo
Entrada	Software
Estación de trabajo	Software básico
<i>Firmware</i>	Software de aplicación
Generaciones de computadoras	SSI (<i>Short Scale Integration</i>)
Hardware	Supercomputadora
Información	Transistor
Informática	Transmisión de información
<i>Informatique</i>	Tratamiento de la información
<i>Laptop</i>	Unidad aritmético-lógica
Lógica cableada	Unidad central de proceso
Lógica programada	Unidad de control
LSI (<i>Large Scale Integration</i>)	Usuario
<i>Mainframe</i>	Válvula de vacío
MARK-I	VLSI (<i>Very Large Scale Integration</i>)
Medio	Workstation
Memoria auxiliar	



CUESTIONES

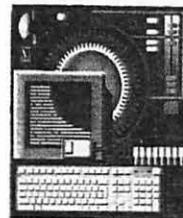
1. Comente brevemente los orígenes del término Informática.
2. Defina con sus propias palabras la ciencia de la Informática.
3. ¿Qué es una computadora?
4. ¿Qué diferencia hay entre un programa y una aplicación informática?
5. ¿Cuál es el significado del término sistema informático?
6. Enuncie los elementos más importantes de la Informática.
7. Represente un esquema de los elementos que componen el hardware de un sistema informático.
8. Represente un esquema de los elementos que componen el software.
9. Escriba una primera clasificación del personal informático.
10. Realice un breve resumen esquematizado de la historia de las máquinas de cálculo.
11. Realice un breve resumen esquematizado de la historia de las primeras computadoras.
12. ¿Qué avances en el campo de la electrónica han hecho posible la gran evolución de las computadoras en los últimos años?
13. Esquematizar los períodos de tiempo, elementos constructivos y aplicaciones de las computadoras en las cinco generaciones de las mismas.
14. ¿Cuáles son los dos tipos de máquinas que existen desde el punto de vista de su construcción?
15. ¿Qué grandes grupos de computadoras digitales existen atendiendo a su potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento?
16. Realice una clasificación de las computadoras personales según el tamaño, prestaciones, etc.

TEST DE REPASO

1. El término Informática apareció por primera vez en:
 - a) Estados Unidos.
 - b) Japón.
 - c) España.
 - d) Francia.

2. ¿Cuál de las siguientes funciones no tiene relación directa con la Informática?
 - a) La construcción de aplicaciones informáticas.
 - b) La mejora de las comunicaciones vía terrestre.
 - c) El desarrollo de nuevas computadoras.
 - d) El desarrollo de nuevos sistemas operativos.
3. ¿Cómo se denomina al conjunto de órdenes que se dan a una computadora para que realice un determinado trabajo?
 - a) Aplicación informática.
 - b) Programa.
 - c) Gestor de trabajos.
 - d) Administrador de recursos.
4. Para que pueda ser transmitida una información ¿qué elementos son los necesarios?
 - a) Emisor, medio y receptor.
 - b) Emisora y antena.
 - c) Receptor para la señal que nos envían.
 - d) Emisor, antenas y receptor.
5. Los tres pilares de la informática son:
 - a) Hardware, software y helpware.
 - b) Hardware, Firmware y software.
 - c) Hardware, software y personal informático.
 - d) Computadoras, programas y aplicaciones.
6. El firmware es un componente del:
 - a) Hardware.
 - b) Software.
 - c) Personal informático.
 - d) Software de aplicación.
7. Los creadores de la máquina aritmética, calculadora universal y máquina de diferencias fueron, respectivamente:
 - a) Blaise Pascal, Leibnitz y Charles Babbage.
 - b) Blaise Pascal, Leibnitz y Joseph M. Jacquard.
 - c) Blaise Pascal, Herman Hollerith y Charles Babbage.
 - d) John Napier, Augusta Ada y George Boole.

8. Las primeras computadoras electromecánica y electrónica fueron, respectivamente:
- Harvard Mark-I y ABC.
 - Harvard Mark-I y ENIAC.
 - ENIAC y ABC.
 - ENIAC y EDVAC.
9. Las redes de transmisión de datos para la interconexión de computadoras aparecieron a lo largo de la:
- Primera generación de computadoras.
 - Segunda generación de computadoras.
 - Tercera generación de computadoras.
 - Cuarta generación de computadoras.
10. Indique cuál de las siguientes afirmaciones no es correcta:
- Una calculadora es una máquina con lógica cableada.
 - Una computadora analógica maneja señales eléctricas proporcionales a medidas físicas de tipo continuo.
 - Una computadora personal es siempre una microcomputadora.
 - Una minicomputadora es una computadora personal.
11. Una computadora diseñada principalmente para dar servicio a una gran empresa u organización que permite la conexión de un gran número de terminales o estaciones de trabajo se denomina:
- Supercomputadora.
 - Computadora o *mainframe*.
 - Minicomputadora.
 - Microcomputadora.
12. ¿Cuál de los siguientes tipos de computadoras no pertenece al grupo de computadoras personales?
- Laptop*.
 - Notebook*.
 - Palmtop*.
 - Calculadora.



CAPÍTULO 2

La información y su representación

2.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, y desde hace ya muchos años, el hombre en su vida diaria se expresa, se comunica, almacena información y la maneja, etc., desde el punto de vista numérico con el sistema decimal y desde el punto de vista alfabetico con un determinado idioma. Asimismo, la computadora, debido a su construcción basada fundamentalmente en circuitos electrónicos digitales, lo hace desde ambos puntos de vista con el sistema binario, utilizando una serie de códigos que permiten su perfecto funcionamiento. Este es el motivo que nos obliga a transformar internamente todos nuestros datos, tanto numéricos como alfanuméricos, a una representación binaria para que la máquina sea capaz de procesarlos.

Como veremos más adelante, tanto el sistema decimal como el binario están basados en los mismos principios. En ambos, la representación de un número se efectúa por medio de cadenas de símbolos, los cuales representan una determinada cantidad dependiendo de cada símbolo y la posición que ocupa dentro de la cadena con respecto al denominado punto decimal.

Por cuestiones de índole técnica, los circuitos electrónicos que conforman una computadora suelen estar capacitados, en la mayoría de los casos, para reconocer señales eléctricas de tipo digital; por tanto, se hace necesario que los métodos de codificación internos tengan su origen en el sistema binario, y con ellos se pueda representar todo tipo de informaciones y órdenes para que sean manejadas por la computadora.

En los circuitos electrónicos, desde el punto de vista lógico, suele representarse la presencia de tensión en un punto de un circuito (respecto a masa) por medio de un 1, correspondiendo el 0 a la ausencia de tensión. Si se hacen las consideraciones anteriores, se dice que se está utilizando **lógica positiva** (utilizada en la mayoría de los casos). Por otro lado, si se asocia el 0 a la presencia de tensión y el 1 a la ausencia de la misma, se dice que se utiliza **lógica negativa**. La Figura 2.1 representa los estados 1 y 0 utilizados en la lógica positiva.

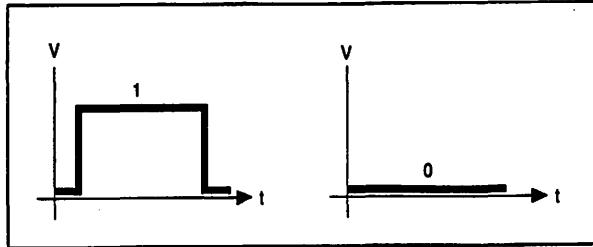


Figura 2.1. Estados en la lógica positiva.

2.2. LOS SISTEMAS DE NUMERACIÓN Y SU EVOLUCIÓN

Desde los comienzos de la historia, el hombre ha utilizado la escritura para mantener y transmitir información. La escritura va desde el antiguo jeroglífico egipcio, en el que se utilizaban símbolos para la representación de palabras, hasta el alfabeto actual que utilizan la mayoría de los idiomas existentes (Figura 2.2).

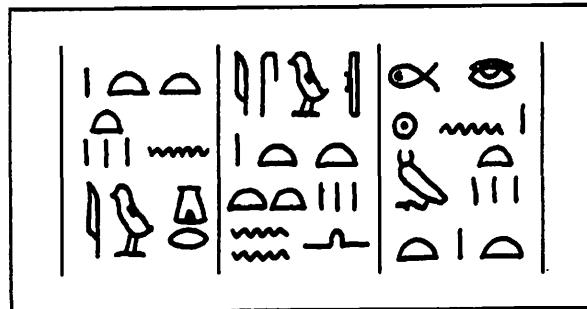


Figura 2.2. Jeroglífico egipcio.

Originalmente, el alfabeto como conjunto de símbolos se desarrolló en Grecia y posteriormente en Roma, y de él se deriva nuestro alfabeto actual.

Uno de los primeros intentos para la conservación de datos numéricos en forma de escritura fue el sistema de numeración indoarábigo, del que se derivaron los actuales sistemas de numeración, entre los que se encuentra el sistema decimal.

En la Figura 2.3 se representan cronológicamente algunos de los sistemas de numeración que se han utilizado hasta nuestros días.

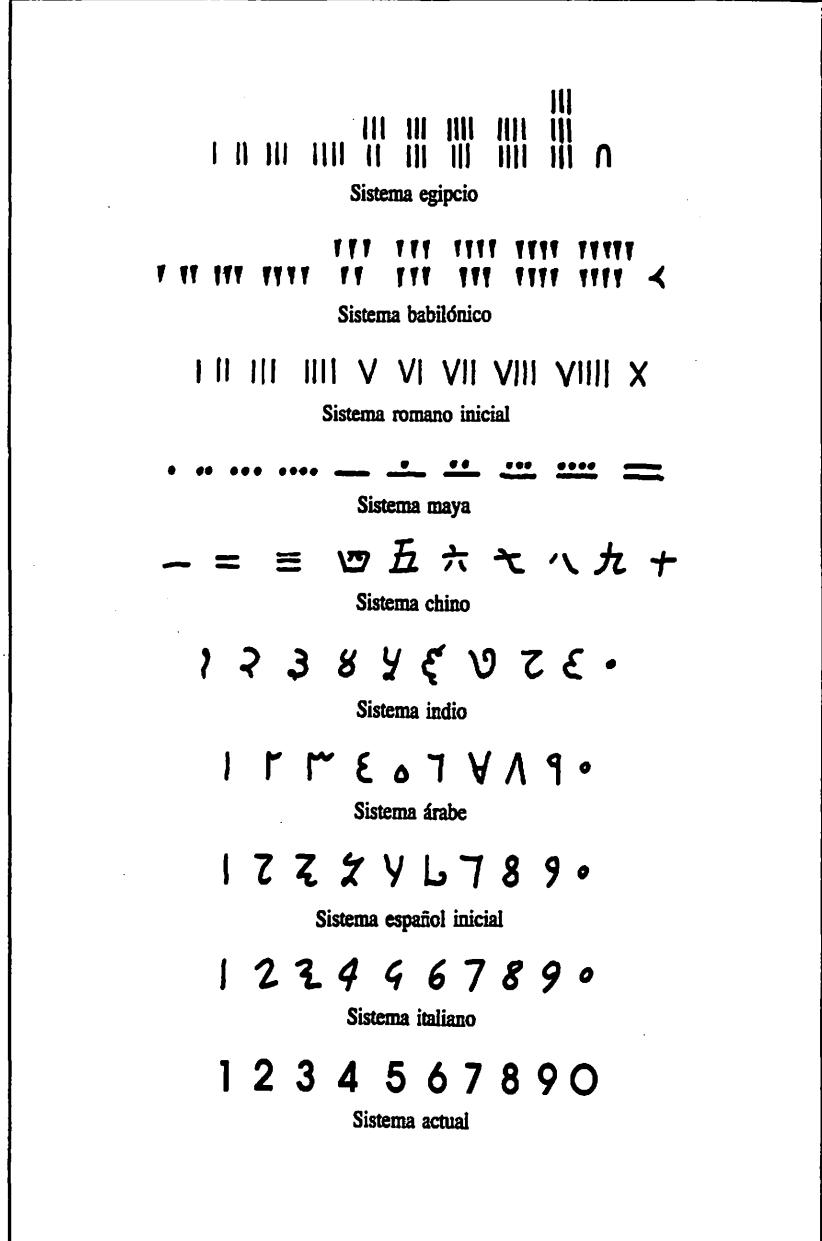


Figura 2.3. Evolución de los sistemas de numeración.

La denominación sistema de numeración puede definirse de la siguiente manera:

Un sistema de numeración es el conjunto de símbolos y reglas que se utilizan para la representación de datos numéricos o cantidades.

Un sistema de numeración se caracteriza fundamentalmente por su base, que es el número de símbolos distintos que utiliza, y además es el coeficiente que determina cuál es el valor de cada símbolo dependiendo de la posición que ocupe.

Los sistemas de numeración actuales son sistemas posicionales en los que el valor relativo que representa cada símbolo o cifra de una determinada cantidad depende de su valor absoluto y de la posición relativa que ocupa dicha cifra con respecto a la coma decimal; el valor que proporciona cada posición está íntimamente ligado al valor de la base del sistema de numeración utilizado.

En el presente texto utilizamos como representación de la coma decimal (,), que separa las partes entera y fraccionaria de un número, el punto decimal (.) por estar éste más generalizado en dicha representación en ambientes informáticos.

En algunos casos utilizaremos la notación matemática de la base para distinguir a qué sistema de numeración nos estamos refiriendo. Esta representación se hace de la forma:

Número en base B

número_B

2.3. EL SISTEMA DECIMAL

Desde hace bastante tiempo, el hombre ha utilizado como sistema para contar el denominado **sistema decimal**, que derivó del sistema numérico indoarábigo; posiblemente se adoptó este sistema por contar con diez dedos en las manos.

El sistema decimal es uno de los denominados posicionales, que utiliza un conjunto de símbolos cuyo significado o valor depende de su posición relativa al punto decimal (.), que en caso de ausencia se supone colocado implícitamente a la derecha. La Figura 2.4 representa las posiciones de las cifras de un número.

... C_n C_{n-1} ... C₃ C₂ C₁ C₀ . C₋₁ C₋₂ C₋₃ ... C_{-(m-1)} C_{-m} ...

Figura 2.4. Posiciones de las cifras de un número.

El sistema decimal utiliza la base 10, que corresponde al número de símbolos que comprende para la representación de cantidades; estos símbolos (también denominados cifras o dígitos) son:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Un determinado valor o cantidad, que denominaremos número decimal, se puede expresar de la siguiente forma:

$$Nº = \sum_{i=-m}^n (dígito)_i * (\text{base})^i$$

donde:

base = 10

i = posición respecto a la coma

m = número de dígitos a la derecha de la coma

n = número de dígitos a la izquierda de la coma menos 1

dígito = cada uno de los que componen el número

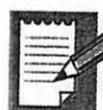
Esta fórmula corresponde al denominado **Teorema Fundamental de la Numeración** que veremos en el Apartado 2.4 y, por tanto, corresponde a la representación:

$$\dots + X_4 * 10^4 + X_3 * 10^3 + X_2 * 10^2 + X_1 * 10^1 + X_0 * 10^0 + X_{-1} * 10^{-1} + X_{-2} * 10^{-2} + \dots$$

Por ejemplo, la interpretación de las representaciones de las cantidades 1994 y 3.1416 será:

$$1994_{(10)} = 1 * 10^3 + 9 * 10^2 + 9 * 10^1 + 4 * 10^0$$

$$3.1416_{(10)} = 3 * 10^0 + 1 * 10^{-1} + 4 * 10^{-2} + 1 * 10^{-3} + 6 * 10^{-4}$$



NOTA

Las operaciones de la aritmética decimal (suma, resta, multiplicación y división) son obvias y no las vamos a recordar aquí.

2.4. TEOREMA FUNDAMENTAL DE LA NUMERACIÓN

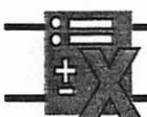
Se trata de un teorema que relaciona una cantidad expresada en cualquier sistema de numeración con la misma cantidad expresada en el sistema decimal.

Supongamos una cantidad expresada en un sistema cuya base es B y representamos por X_i cada uno de los dígitos que contiene dicha cantidad, donde el subíndice indica la posición del dígito con respecto a la coma decimal, posición que hacia la izquierda de la coma se numera desde 0 en adelante y de 1 en 1, y hacia la derecha se numera desde -1 y con incremento -1.

El **Teorema Fundamental de la Numeración** dice que el valor decimal de una cantidad expresada en otros sistemas de numeración, viene dado por la fórmula:

$$\dots + X_4 * B^4 + X_3 * B^3 + X_2 * B^2 + X_1 * B^1 + X_0 * B^0 + X_{-1} * B^{-1} + X_{-2} * B^{-2} + \dots$$

donde el número en base B es ... $X_4 X_3 X_2 X_1 X_0 . X_{-1} X_2 \dots$



EJEMPLOS

a) Supongamos la cantidad 201.1 expresada en el sistema de numeración de base 3 que utiliza los dígitos 0, 1 y 2 para la representación de cantidades. ¿Cuál será la representación de la misma cantidad en el sistema decimal?

$$201.1_{(3)} = 2 * 3^2 + 0 * 3^1 + 1 * 3^0 + 1 * 3^{-1} = 18 + 0 + 1 + 0.333 = 19.333_{(10)}$$

b) Supongamos la cantidad 516 expresada en el sistema de numeración de base 7 que utiliza los dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para la representación de cantidades. ¿Cuál será la representación de la misma cantidad en el sistema decimal?

$$516_{(7)} = 5 * 7^2 + 1 * 7^1 + 6 * 7^0 = 245 + 7 + 6 = 258_{(10)}$$

c) Supongamos la cantidad 0.111 expresada en el sistema de numeración de base 2 que utiliza los dígitos 0 y 1 para la representación de cantidades. ¿Cuál será la representación de la misma cantidad en el sistema decimal?

$$0.111_{(2)} = 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} = 0.5 + 0.25 + 0.125 = 0.875_{(10)}$$

El teorema aplicado a la inversa nos sirve para obtener la representación de una cantidad decimal en cualquier otro sistema de numeración, por medio de divisiones sucesivas por la base, como veremos en el Apartado 2.8.

2.5. EL SISTEMA BINARIO

El **sistema binario** es el sistema de numeración que utilizan internamente los circuitos digitales que configuran el hardware de las computadoras actuales; por ello será el sistema al que prestaremos mayor atención y estudio.

La base o número de símbolos que utiliza el sistema binario es 2, siendo éstos los siguientes:

0 1

Cada cifra o dígito de un número representado en este sistema se denomina **bit** (contracción de *binary digit*).

Para la medida de cantidades de información representadas en binario se utilizan una serie de múltiplos del bit que poseen nombre propio; éstos son los siguientes:

- **Nibble o cuarteto.** Es el conjunto de cuatro bits (1001).
- **Byte u octeto.** Es el conjunto de ocho bits (10101010).
- **Kilobyte (Kb).** Es el conjunto de 1024 bytes ($1024 * 8$ bits).
- **Megabyte (Mb).** Es el conjunto de 1024 kilobytes ($1024^2 * 8$ bits).
- **Gigabyte (Gb).** Es el conjunto de 1024 megabytes ($1024^3 * 8$ bits).
- **Terabyte (Tb).** Es el conjunto de 1024 gigabytes ($1024^4 * 8$ bits).

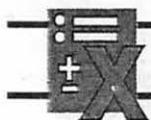
La razón por la que se utiliza el factor multiplicador 1024 en lugar de 1000, como sucede en otras magnitudes físicas, es por ser el múltiplo de 2 más próximo a 1000, cuestión importante desde el punto de vista electrónico.

$$2^{10} = 1024$$

La tabla de equivalencias entre los múltiplos del bit es la siguiente:

- | |
|--|
| 1 nibble = 4 bits. |
| 1 byte = 2 nibbles = 8 bits. |
| 1 kilobyte = 1024 bytes = $1024 * 8$ bits = 8192 bits. |
| 1 megabyte = 1024 kilobytes = 1024^2 bytes = $1024^2 * 8$ bits = 8 388 608 bits. |
| 1 gigabyte = 1024 megabytes = 1024^2 kilobytes = 1024^3 bytes = $1024^3 * 8$ bits = 8 589 934 592 bits. |
| 1 terabyte = 1024 gibabytes = 1024^2 megabytes = 1024^3 kilobytes = 1024^4 bytes = $1024^4 * 8$ bits = 8 796 093 022 208 bits. |

El byte u octeto es considerado como la unidad básica de medida de la información representada mediante este sistema.



EJEMPLOS

- a) ¿Qué número decimal representa el número binario 1001.1 utilizando el TFN?

$$1001.1_{(2)} = 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 + 1 * 2^{-1} = 8 + 0 + 0 + 1 + 0.5 = 9.5_{(10)}$$

- b) Una computadora personal posee una memoria interna de 8 megabytes. ¿Qué capacidad de memoria tiene, expresada en número de bytes y bits?

$$\text{Capacidad} = 8 * 1024 * 1024 * 8 = 8\,388\,608 \text{ bytes} * 8 = 67\,108\,864 \text{ bits}$$

2.5.1. Suma binaria

Es semejante a la sumar en el sistema decimal, con la diferencia de que se manejan sólo 2 dígitos (0 y 1), de tal forma que cuando el resultado excede de los símbolos utilizados se agrega el exceso (denominado acarreo) a la suma parcial siguiente hacia la izquierda.

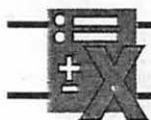
Las tablas de sumar en el sistema binario, son las siguientes:

Tabla del 0	Tabla del 1
$0 + 0 = 0$	$1 + 0 = 1$
$0 + 1 = 1$	$1 + 1 = 10$ (0 con acarreo 1)



NOTA

Realizamos en paralelo a la aritmética binaria su equivalente en decimal que nos servirá como comprobación.



EJEMPLOS

- a) Sumar los números binarios 100100 (36) y 10010 (18).

Obsérvese que no hemos tenido ningún acarreo en las sumas parciales.

- b) Sumar los números binarios 11001 (25) y 10011 (19).

- c) Sumar los números binarios 101110 (46) y 1110 (14).

1	1	1		Acarreos
1	0	1	1	1
+		1	1	0
<u>1</u>	1	1	1	0.....

- d) Sumar los números binarios 10101101 (173) y 100010111 (279).

	Acarreos
	173
	+ 279
	452

e) Sumar los números binarios 10.1 (2.5) y 11.01 (3.25).

$$\begin{array}{r}
 & 1 \text{ Acarreo} \\
 & \downarrow \\
 \begin{array}{r}
 1 \ 0 \ .1 \ldots \ldots \ldots 2.5 \\
 + 1 \ 1 \ .0 \ 1 \ldots \ldots \ldots +3.25 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 1 \ .1 \ 1 \ldots \ldots \ldots 5.75
 \end{array}
 \end{array}$$

f) Sumar los números binarios 1101 (13), 1110 (14) y 1100 (12).

$$\begin{array}{r}
 & 1 \ 0 \ 1 \text{ Acarreos} \\
 & \downarrow \quad \downarrow \\
 & 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ldots \ldots \ldots 13 \\
 & 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ldots \ldots \ldots 14 \\
 + & 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ldots \ldots \ldots +12 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ldots \ldots \ldots 39
 \end{array}$$

2.5.2. Resta binaria

La resta binaria es similar a la decimal con la diferencia de tener sólo dos dígitos y teniendo en cuenta que al realizar las restas parciales entre dos dígitos de idénticas posiciones, uno del minuendo y otro del sustraendo, si el segundo excede al primero, se sustraen una unidad del dígito de más a la izquierda en el minuendo (si existe y vale 1), convirtiéndose este último en 0 y equivaliendo la unidad extraída a $1 * 2$ en el minuendo de resta parcial que estamos realizando. Si es 0 el dígito siguiente a la izquierda, se busca en los sucesivos teniendo en cuenta que su valor se multiplica por 2 a cada desplazamiento a la derecha.

Las tablas de restar en el sistema binario son las siguientes:

Tabla del 0	Tabla del 1
$0 - 0 = 0$	$1 - 0 = 1$
$0 - 1 = \text{no cabe}$	$1 - 1 = 0$



EJEMPLOS

a) Restar los números binarios 111111 (63) y 101010 (42).

$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ldots \ldots \ldots 63 \\
 - 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ldots \ldots \ldots -42 \\
 \hline
 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ldots \ldots \ldots 21
 \end{array}$$

b) Restar los números binarios 111100 (60) y 101010 (42).

$$\begin{array}{r}
 & 2 \\
 & \downarrow \\
 0 \ 2 \\
 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ldots \ldots \ldots 60 \\
 - 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ldots \ldots \ldots -42 \\
 \hline
 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ldots \ldots \ldots 18
 \end{array}$$

c) Restar los números binarios 11101 (29) y 111 (7).

$$\begin{array}{r}
 & 2 \\
 & \downarrow \\
 & 0 \ 2 \\
 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ldots \ldots \ldots 29 \\
 - 1 \ 1 \ 1 \ldots \ldots \ldots -7 \\
 \hline
 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ldots \ldots \ldots 22
 \end{array}$$

d) Restar los números binarios 110100101 (421) y 11101000 (232).

$$\begin{array}{r}
 & 2 \ 1 \ 2 \ 1 \\
 & \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 0 \ 0 \ 2 \ 0 \ 2 \ 2 \\
 & \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ldots \ldots \ldots 421 \\
 - 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ldots \ldots \ldots -232 \\
 \hline
 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ldots \ldots \ldots 189
 \end{array}$$

- e) Restar los números binarios 11.01 (3.25) y 10.1 (2.5).

$$\begin{array}{r}
 & 0.2 \\
 & \swarrow \\
 1 & .0 & 1 & \dots & 3.25 \\
 - & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 0 & 0 & 1 & 1 & 0.75
 \end{array}$$

2.5.3. Multiplicación binaria

La multiplicación binaria se realiza de forma similar a la multiplicación decimal salvo que la suma final de los productos parciales se hace en binario.

Las tablas de multiplicar en el sistema binario son:

Tabla del 0	Tabla del 1
$0 * 0 = 0$	$1 * 0 = 0$
$0 * 1 = 0$	$1 * 1 = 1$



- a) Multiplicar los números binarios 110101 (53) y 1101 (13).

$$\begin{array}{r}
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 53 \\
 * & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & \dots & *13 \\
 \hline
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 \hline
 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots & 689
 \end{array}$$

- b) Multiplicar los números binarios 11010 (26) por 101010 (42).

$$\begin{array}{r}
 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 26 \\
 * & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & *42 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 1092
 \end{array}$$

- c) Multiplicar los números binarios 111111 (63) por 101010 (42).

$$\begin{array}{r}
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \dots & 63 \\
 * & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & *42 \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 2646
 \end{array}$$

2.5.4. División binaria

La división binaria, al igual que las operaciones anteriores, se realiza de forma similar a la división decimal salvo que las multiplicaciones y restas internas al proceso de la división se hacen en binario.



- a) Dividir los números binarios 100010 (34) y 110 (6).

$$\begin{array}{r}
 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 0 \\
 \downarrow \\
 1 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 0 \\
 \hline
 1 & 0 & 0 & \dots & \text{cociente } (5) \\
 1 & 0 & 0 \\
 \hline
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 & 1 & 0 \\
 \hline
 1 & 0 & 1 & \dots & \text{resto } (4)
 \end{array}$$



Multipliquemos el divisor por el cociente y al resultado le sumamos el resto, con lo que debemos obtener el valor del dividendo.

$$\begin{array}{r}
 1\ 1\ 0 \dots \text{divisor (6)} \\
 * 1\ 0\ 1 \dots \text{cociente (5)} \\
 \hline
 1\ 1\ 0 \\
 1\ 1\ 0 \\
 \hline
 1\ 1\ 1\ 1\ 0 \\
 + 1\ 0\ 0 \dots \text{resto (4)} \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 \dots \text{dividendo (34)}
 \end{array}$$

- b) Dividir los números binarios 10000000010 (1026) y 11 (3).

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 \quad | \quad 1\ 1 \\
 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0 \quad \qquad \qquad \qquad 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \dots \text{cociente (342)} \\
 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0 \\
 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0 \\
 1\ 1 \\
 1\ 1 \\
 1\ 1 \\
 0\ 0 \dots \text{resto (0)}
 \end{array}$$

- c) Dividir los números binarios 10001000100 (1092) y 101010 (42).

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0 \quad | \quad 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0 \quad \qquad \qquad \qquad 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \dots \text{cociente (26)} \\
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 0\ 0 \dots \text{resto (0)}
 \end{array}$$

2.6. EL SISTEMA OCTAL

Se trata de un sistema de numeración de base 8 que utiliza 8 símbolos para la representación de cantidades. Los símbolos utilizados son los siguientes:

0 1 2 3 4 5 6 7

Este sistema también es de los llamados posicionales, de tal forma que cada una de sus cifras tiene como posición la relativa al punto decimal que, en caso de no aparecer como ya hemos indicado, se supone implícitamente a la derecha del número.

La aritmética en este sistema es similar a la de los sistemas decimal y binario. A continuación exponemos un ejemplo de cada una de las operaciones elementales en este sistema:



- a) Sumar los números octales 3712 (1994) y 144 (100).

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 3\ 7\ 1\ 2 \dots \text{1994} \\
 + 1\ 4\ 4 \dots \text{+100} \\
 \hline
 4\ 0\ 5\ 6 \dots \text{2094}
 \end{array}$$

- b) Restar los números octales 3712 (1994) y 144 (100).

$$\begin{array}{r}
 6\ 8\ 8 \\
 3\ 7\ 1\ 2 \dots \text{1994} \\
 - 1\ 4\ 4 \dots \text{-100} \\
 \hline
 3\ 5\ 4\ 6 \dots \text{1894}
 \end{array}$$

- c) Multiplicar los números octales 764 (500) y 3 (3).

$$\begin{array}{r}
 7\ 6\ 4 \dots \text{500} \\
 * 3 \dots \text{*3} \\
 \hline
 2\ 7\ 3\ 4 \dots \text{1500}
 \end{array}$$

- d) Dividir los números octales 2734 (1500) y 3 (3).

$$\begin{array}{r}
 2\ 7\ 3\ 4 \\
 2\ 5 \\
 2\ 3 \\
 2\ 2 \\
 1\ 4 \\
 1\ 4 \\
 0\ \\
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 3 \\
 \hline
 7\ 6\ 4\ \text{cociente (500)} \\
 \hline
 \end{array}$$

resto (0)

- e) ¿Qué número decimal representa el número octal 4701 utilizando el TFN?

$$4701_{(8)} = 4 * 8^3 + 7 * 8^2 + 0 * 8^1 + 1 * 8^0 = 2048 + 448 + 0 + 1 = 2497_{(10)}$$

2.7. EL SISTEMA HEXADECIMAL

Al igual que los anteriores, el sistema hexadecimal es un sistema posicional de base 16 en el que se utilizan dieciséis símbolos para la representación de cantidades. Estos símbolos son los siguientes:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Se asignan los siguientes valores absolutos (decimales) a los símbolos A, B, C, D, E y F:

Símbolo	Valor absoluto
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

En este sistema, la aritmética es similar a la de los anteriores. A continuación, exponemos un ejemplo de cada una de las operaciones elementales:



EJEMPLO

- a) Sumar los números hexadecimales 1F4 (500) y 1F4 (500).

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 1\ F\ 4\ 500 \\
 + 1\ F\ 4\ +500 \\
 \hline
 3\ E\ 8\ 1000
 \end{array}$$

- b) Restar los números hexadecimales 3E8 (1000) y 1F4 (500).

$$\begin{array}{r}
 2\ 16 \\
 3\ E\ 8\ 1000 \\
 - 1\ F\ 4\ -500 \\
 \hline
 1\ F\ 4\ 500
 \end{array}$$

- c) Multiplicar los números hexadecimales 28 (40) y 19 (25).

$$\begin{array}{r}
 2\ 8\ 40 \\
 * 1\ 9\ *25 \\
 \hline
 1\ 6\ 8 \\
 2\ 8 \\
 \hline
 3\ E\ 8\ 1000
 \end{array}$$

- d) Dividir los números hexadecimales 3E8 (1000) y 19 (25).

$$\begin{array}{r}
 3\ E\ ,8 \\
 3\ 2 \\
 0\ C\ 8 \\
 \hline
 2\ 8\ \text{cociente (40)} \\
 C\ 8 \\
 0\ \text{resto (0)}
 \end{array}$$

- e) ¿Qué número decimal representa el número hexadecimal 2CA utilizando el TFN?

$$\begin{aligned}
 2CA_{(16)} &= 2 * 16^2 + C * 16^1 + A * 16^0 = 2 * 16^2 + 12 * 16^1 + 10 * 16^0 = \\
 &= 512 + 192 + 10 = 714_{(10)}
 \end{aligned}$$

En la Tabla 2.1 se representan las equivalencias entre los 100 primeros números naturales de los cuatro sistemas estudiados anteriormente.

Tabla 2.1. Equivalencias entre los sistemas de numeración decimal, binario, octal y hexadecimal

Decimal	Binario	Octal	Hexa-decimal	Decimal	Binario	Octal	Hexa-decimal
00	000000	00	00	051	0110011	063	33
01	000001	01	01	052	0110100	064	34
02	000010	02	02	053	0110101	065	35
03	000011	03	03	054	0110110	066	36
04	000100	04	04	055	0110111	067	37
05	000101	05	05	056	0111000	070	38
06	000110	06	06	057	0111001	071	39
07	000111	07	07	058	0111010	072	3A
08	001000	10	08	059	0111011	073	3B
09	001001	11	09	060	0111100	074	3C
10	001010	12	0A	061	0111101	075	3D
11	001011	13	0B	062	0111110	076	3E
12	001100	14	0C	063	0111111	077	3F
13	001101	15	0D	064	1000000	100	40
14	001110	16	0E	065	1000001	101	41
15	001111	17	0F	066	1000010	102	42
16	010000	20	10	067	1000011	103	43
17	010001	21	11	068	1000100	104	44
18	010010	22	12	069	1000101	105	45
19	010011	23	13	070	1000110	106	46
20	010100	24	14	071	1000111	107	47
21	010101	25	15	072	1001000	110	48
22	010110	26	16	073	1001001	111	49
23	010111	27	17	074	1001010	112	4A
24	011000	30	18	075	1001011	113	4B
25	011001	31	19	076	1001100	114	4C
26	011010	32	1A	077	1001101	115	4D
27	011011	33	1B	078	1001110	116	4E
28	011100	34	1C	079	1001111	117	4F
29	011101	35	1D	080	1010000	120	50
30	011110	36	1E	081	1010001	121	51
31	011111	37	1F	082	1010010	122	52
32	100000	40	20	083	1010011	123	53
33	100001	41	21	084	1010100	124	54
34	100010	42	22	085	1010101	125	55
35	100011	43	23	086	1010110	126	56
36	100100	44	24	087	1010111	127	57
37	100101	45	25	088	1011000	130	58
38	100110	46	26	089	1011001	131	59
39	100111	47	27	090	1011010	132	5A
40	101000	50	28	091	1011011	133	5B
41	101001	51	29	092	1011100	134	5C
42	101010	52	2A	093	1011101	135	5D
43	101011	53	2B	094	1011110	136	5E
44	101100	54	2C	095	1011111	137	5F
45	101101	55	2D	096	1100000	140	60
46	101110	56	2E	097	1100001	141	61
47	101111	57	2F	098	1100010	142	62
48	110000	60	30	099	1100011	143	63
49	110001	61	31	100	1100100	144	64
50	110010	62	32				

2.8. CONVERSIONES ENTRE LOS SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Se denomina conversión entre números representados en distinto sistema de numeración a la transformación, de una determinada cantidad expresada en uno de dichos sistemas de numeración, a su representación equivalente en el otro sistema.

A continuación, vamos a analizar todas las posibles conversiones que existen entre los sistemas de numeración estudiados (decimal, binario, octal y hexadecimal), teniendo en cuenta que hemos seleccionado aquellos métodos más utilizados y sencillos; por tanto, debemos considerar que existen otros muchos métodos de conversión que no vamos a estudiar.

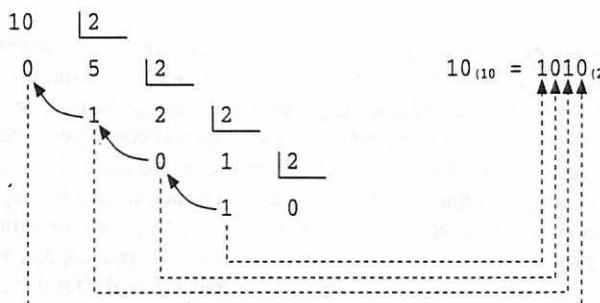
2.8.1. Conversión decimal-binario

Los métodos más conocidos para convertir un número decimal a su equivalente número en binario son los siguientes:

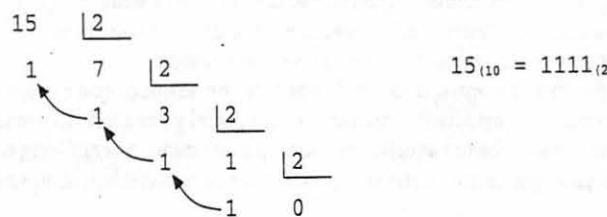
1. **Divisiones sucesivas entre 2.** Este método se utiliza para convertir números enteros en decimal a su respectivo número entero en binario. Se trata de dividir sucesivamente el número decimal y los sucesivos cocientes entre 2, hasta que el cociente en una de las divisiones tome el valor 0. La unión de todos los restos obtenidos, escritos en orden inverso, nos proporciona el número inicial expresado en el sistema binario.



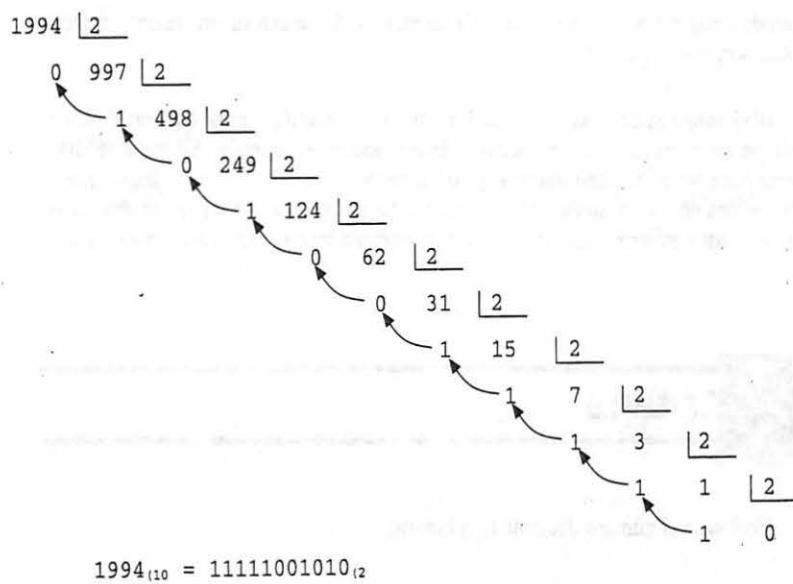
- a) Convertir el número decimal 10 a binario.



b) Convertir el número decimal 15 a binario.



c) Convertir el número decimal 1994 a binario.



2. **Multiplicaciones sucesivas por 2.** Se utiliza para convertir una fracción decimal a su equivalente fracción en binario. Consiste en multiplicar dicha fracción por 2, obteniendo en la parte entera del resultado el primero de los dígitos binarios de la fracción que buscamos. A continuación, repetimos el mismo proceso con la parte fraccionaria del resultado anterior, obteniendo en la parte entera del nuevo resultado el segundo de los dígitos buscados. Iteraremos sucesivamente de esta forma, hasta que desaparezca la parte fraccionaria de los resultados parciales o hasta que tengamos los suficientes dígitos binarios que nos permitan no sobrepasar un determinado error. En una fracción binaria, al igual que en una decimal, puede aparecer un conjunto de dígitos que se repiten periódicamente.



a) Convertir la fracción decimal 0.75 en fracción binaria.

$$\begin{array}{l}
 0.75 * 2 = 1.5 \\
 \downarrow \\
 0.5 * 2 = 1.0 \\
 \downarrow \\
 0.75_{(10)} = 0.11_{(2)}
 \end{array}$$

b) Convertir la fracción decimal 0.828125 en fracción binaria.

$$\begin{array}{l}
 0.828125 * 2 = 1.65625 \\
 0.65625 * 2 = 1.3125 \\
 0.3125 * 2 = 0.625 \\
 0.625 * 2 = 1.25 \\
 0.25 * 2 = 0.5 \\
 0.5 * 2 = 1.0 \\
 0.828125_{(10)} = 0.110101_{(2)}
 \end{array}$$

c) Convertir la fracción decimal 0.333 en fracción binaria.

$$\begin{array}{l}
 0.333 * 2 = 0.666 \\
 0.666 * 2 = 1.332 \\
 0.332 * 2 = 0.664 \\
 0.664 * 2 = 1.328 \\
 0.328 * 2 = 0.656 \\
 0.656 * 2 = 1.312 \\
 0.312 * 2 = 0.624 \\
 0.624 * 2 = 1.248 \\
 0.248 * 2 = 0.496 \\
 0.496 * 2 = 0.992 \\
 0.992 * 2 = 1.984 \\
 0.984 * 2 = 1.968 \\
 0.333_{(10)} = 0.010101010011_{(2)} \\
 \text{con un error inferior a } 2^{-12}
 \end{array}$$

d) Convertir la fracción decimal 0.3 en fracción binaria.

$$\begin{array}{l}
 0.3 * 2 = 0.6 \\
 0.6 * 2 = 1.2 \\
 0.2 * 2 = 0.4 \\
 0.4 * 2 = 0.8 \\
 0.8 * 2 = 1.6 \\
 0.6 * 2 = 1.2 \\
 0.2 * 2 = 0.4 \\
 0.4 * 2 = 0.8 \\
 0.8 * 2 = 1.6
 \end{array}
 \quad \text{Secuencia que se repite}$$

$0.3_{(10)} = 0.01001_{(2)}$

e) Ejemplo de conversión de un número decimal con parte entera y fraccionaria aplicando los dos métodos anteriores. Convertir el número decimal 350.765625 en su equivalente número binario.

En primer lugar tomamos por separado la parte entera y la pasamos a binario.

$$\begin{array}{r}
 350 \quad |2 \\
 0 \quad 175 \quad |2 \\
 1 \quad 87 \quad |2 \\
 1 \quad 43 \quad |2 \\
 1 \quad 21 \quad |2 \\
 1 \quad 10 \quad |2 \\
 0 \quad 5 \quad |2 \\
 1 \quad 2 \quad |2 \\
 0 \quad 1 \quad |2 \\
 1 \quad 0
 \end{array}$$

$350_{(10)} = 101011110_{(2)}$

En segundo lugar tomamos la parte fraccionaria y la pasamos a binario.

$$\begin{aligned}
 0.765625 * 2 &= 1.53125 \\
 0.53125 * 2 &= 1.0625 \\
 0.0625 * 2 &= 0.125 \\
 0.125 * 2 &= 0.25 \\
 0.25 * 2 &= 0.5 \\
 0.5 * 2 &= 1.0
 \end{aligned}$$

$$0.765625_{(10)} = 0.110001_{(2)}$$

Por consiguiente, el número decimal 350.765625 es el número binario:

$$350.765625_{(10)} = 101011110.110001_{(2)}$$

3. Método de las restas sucesivas de las potencias de 2. Es un método válido para convertir cualquier número decimal con o sin decimales a binario. Para utilizarlo es necesario tener presente una tabla de potencias de 2 (positivas y negativas) similar a la representada en la Tabla 2.2.

El método consiste en tomar el número a convertir y buscar la potencia de 2 más grande que se pueda restar de dicho número, tomando como nuevo número para seguir el

Tabla 2.2. Potencias de 2

Potencia de 2	Posición
...	...
65536	16
32768	15
16384	14
8192	13
4096	12
2048	11
1024	10
512	9
256	8
128	7
64	6
32	5
16	4
8	3
4	2
2	1
1	0
0.5	-1
0.25	-2
0.125	-3
0.0625	-4
0.03125	-5
0.015625	-6
0.0078125	-7
0.00390625	-8
0.001953125	-9
0.0009765625	-10
...	...

proceso el resultado de la resta. Se repiten las mismas operaciones hasta que el número resultante en una de las restas es 0 o inferior al error que deseamos cometer en la conversión. El número binario resultante será el que tiene un 1 en las posiciones correspondientes a las potencias restadas y un 0 en las que no se han podido restar.



- a) Convertir el número decimal 1994 a binario.

- Paso 1. La potencia de 2 mayor que se puede restar es 1024.

$$1994 - 1024 = 970, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 10.}$$

- Paso 2. La potencia a restar para 970 es 512.

$$970 - 512 = 458, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 9.}$$

- Paso 3. La potencia a restar para 458 es 256.

$$458 - 256 = 202, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 8.}$$

- Paso 4. La potencia a restar para 202 es 128.

$$202 - 128 = 74, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 7.}$$

- Paso 5. La potencia a restar para 74 es 64.

$$74 - 64 = 10, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 6.}$$

- Paso 6. La potencia a restar para 10 es 8.

$$10 - 8 = 2, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 3.}$$

- Paso 7. La potencia a restar para 2 es 2.

$$2 - 2 = 0, \text{ luego corresponderá un 1 en la posición 1.}$$

El proceso se termina por haber aparecido 0 como resultado de las restas.

Si escribimos un número binario con los bits a 1 en las posiciones indicadas y 0 en el resto de posiciones, será el número buscado.

Posición	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Dígito	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0

Por tanto: $1994_{(10)} = 11111001010_{(2)}$

- b) Convertir el número decimal 1497.828125 a binario.

1497.828125 - 1024	= 473.828125	1 en posición 10
473.828125 - 256	= 217.828125	1 en posición 8
217.828125 - 128	= 89.828125	1 en posición 7
89.828125 - 64	= 25.828125	1 en posición 6
25.828125 - 16	= 9.828125	1 en posición 4
9.828125 - 8	= 1.828125	1 en posición 3
1.828125 - 1	= 0.828125	1 en posición 0
0.828125 - 0.5	= 0.328125	1 en posición -1
0.328125 - 0.25	= 0.078125	1 en posición -2
0.078125 - 0.0625	= 0.015625	1 en posición -4
0.015625 - 0.015625	= 0.0	1 en posición -6

Por tanto, tendremos: $1497.828125_{(10)} = 10111011001.110101_{(2)}$

- c) Convertir el número decimal 3.1416 a binario con un error inferior a 0.001 (error inferior a la milésima).

3.1416 - 2	= 1.1416	1 en posición 1
1.1416 - 1	= 0.1416	1 en posición 0
0.1416 - 0.125	= 0.0166	1 en posición -3
0.0166 - 0.015625	= 0.000975	1 en posición -6

Como en este caso 0.000975 es menor que 0.001 el proceso se termina, obteniendo como resultado:

$$3.1416_{(10)} = 11.001001_{(2)}$$

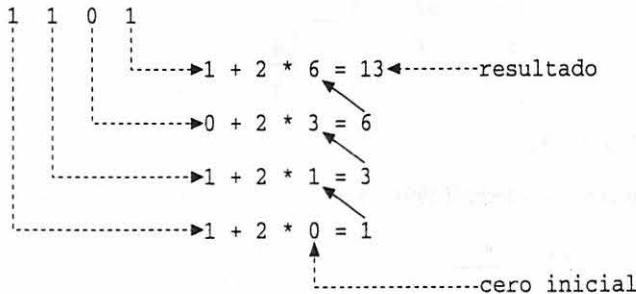
2.8.2. Conversión binario-decimal

Al igual que en el caso anterior existen varios métodos conocidos:

1. **Método para convertir números binarios enteros a decimal.** El método consiste en reescribir el número binario en posición vertical de tal forma que el dígito de la derecha quede en la zona superior y el dígito de la izquierda quede en la zona inferior. Se repetirá el siguiente proceso para cada uno de los dígitos comenzando por el inferior: se suma el dígito al producto de 2 por el resultado de la operación anterior, teniendo en cuenta que para el primer dígito, el resultado de la operación anterior es 0. El número binario buscado será el resultado obtenido en la última operación. Veamos su funcionamiento con ejemplos:

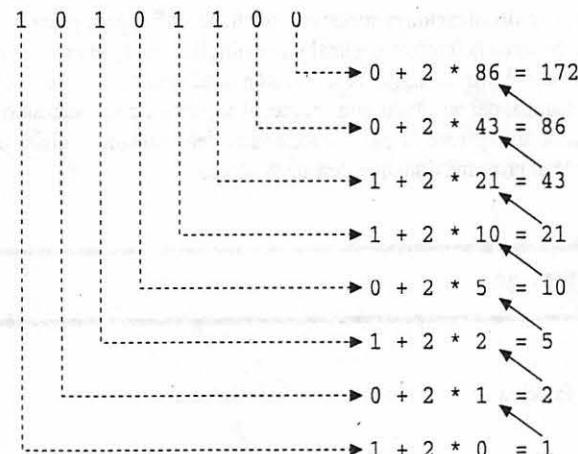
**EJEMPLO**

- a) Convertir el número binario 1011 a decimal.



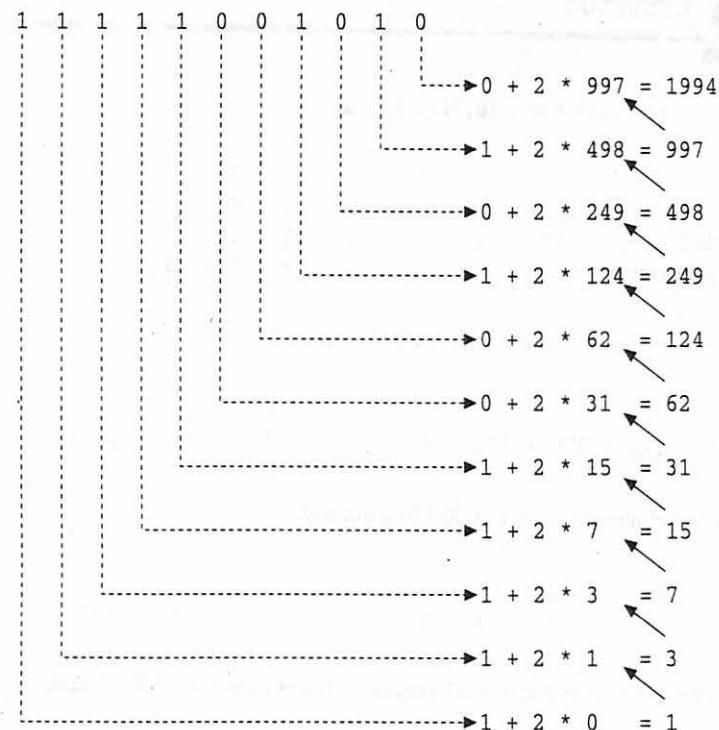
Por tanto, tendremos: $1011_{(2)} = 13_{(10)}$

- b) Convertir el número binario 10101100 a decimal.



Luego tendremos que: $10101100_{(2)} = 172_{(10)}$

- c) Convertir el número binario 11111001010 a decimal.



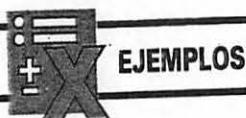
Por tanto, $11111001010_{(2)} = 1994_{(10)}$

2. **Método de las sumas de las potencias de 2.** Este método es válido para números binarios con o sin decimales y para realizarlo es necesario tener una tabla de las potencias de 2 como la expuesta en la Tabla 2.2.

En realidad, es el mismo método de conversión de decimal a binario estudiado anteriormente, pero realizado de forma inversa; es decir, se toma el número binario a convertir y se suman las potencias de 2 correspondientes a las posiciones de todos sus dígitos cuyo valor es 1. El número decimal buscado es la suma de dichas potencias.

Podemos decir que este método es la aplicación directa del teorema fundamental de la numeración (TFN):

$$\begin{aligned} X_n \dots X_0 \cdot X_{-1} \dots X_{-m(B)} &= \\ = X_n * B^n + \dots + X_0 * B^0 + X_{-1} * B^{-1} + \dots + X_{-m} * B^{-m} &= 1994_{(10)} \end{aligned}$$



a) Convertir el número binario 101011 a decimal.

Número:	1	0	1	0	1	1
Posición:	5	4	3	2	1	0
Potencia de 2:	32	16	8	4	2	1
Suma de potencias:	32	+	8	+	2 + 1 = 43 ₍₁₀₎	

b) Convertir el número binario 11111001010 a decimal.

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1024 & + 512 & + 256 & + 128 & + 64 & + & 8 & + & 2 \\ & & & & & & & & = 1994_{(10)} \end{array}$$

c) Convertir el número binario 11.001001 a decimal.

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & 1 & . & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & + & 1 & + & & 0.125 & + & & 0.015625 = 3.140625_{(10)} \end{array}$$

El error cometido en la conversión del número 3.1416 es menor que 0.001. Veamos:

$$3.1416 - 3.140625 = 0.000975$$

d) Convertir el número binario 111.111.a decimal.

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & 1 & 1 & . & 1 & 1 & 1 \\ 4 & + & 2 & + & 1 & + & 0.5 & + & 0.25 + 0.125 = 7.875_{(10)} \end{array}$$

2.8.3. Conversión decimal-octal

1. **Método de las divisiones sucesivas por 8.** Se utiliza para convertir números decimales enteros a octal y consiste en dividir el número y los sucesivos cocientes obtenidos por 8 hasta llegar a una división cuyo cociente sea 0. El número octal buscado es el compuesto por todos los restos obtenidos, escritos en orden inverso a su obtención. Como puede observarse, este método es similar al método de conversión de decimal a binario de las divisiones por 2.



a) Convertir el número decimal 500 a octal.

$$\begin{array}{r} 500 \\ 20 \\ 4 \\ \hline 62 \\ 46 \\ 7 \\ \hline 7 \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \end{array}$$

Por tanto, $500_{(10)} = 764_{(8)}$

b) Convertir el número decimal 1994 a octal.

$$\begin{array}{r} 1994 \\ 39 \\ 74 \\ 2 \\ \hline 249 \\ 09 \\ 21 \\ 1 \\ \hline 31 \\ 7 \\ 3 \\ 3 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \\ |8| \end{array}$$

Por tanto, $1994_{(10)} = 3712_{(8)}$

2. **Método de las multiplicaciones sucesivas por 8.** Se utiliza para pasar a octal una fracción decimal y se multiplica por 8, obteniendo en la parte entera del resultado el primer dígito de la fracción octal resultante, y se repite el proceso con la parte decimal del resultado para obtener el segundo dígito y sucesivos. El proceso termina cuando desaparece la parte fraccionaria del resultado o dicha parte fraccionaria es inferior al error máximo que deseamos obtener.



a) Convertir la fracción decimal 0.140625 en fracción octal.

$$\begin{array}{l} 0.140625 * 8 = 1.125 \\ 0.125 * 8 = 1.0 \end{array}$$

Por consiguiente, $0.140625_{(10)} = 0.11_{(8)}$

Combinando los dos métodos anteriores se pueden pasar números decimales con parte entera y decimal a su equivalente número octal.

- b) Convertir el número decimal 25.4 a octal.

Convertiremos separadamente las partes entera y decimal:

$$\begin{array}{r} 25 \\ \quad | \quad 8 \\ 1 \quad 3 \quad | \quad 8 \\ \quad 3 \quad 0 \end{array}$$

$$0.4 * 8 = 3.2$$

$$0.2 * 8 = 1.6$$

$$0.6 * 8 = 4.8$$

$$0.8 * 8 = 6.4$$

$$0.4 * 8 = 3.2$$

$$0.2 * 8 = 1.6$$

...

$$25_{(10)} = 31_{(8)}$$

$$0.4_{(10)} = 0.\overline{3146}_{(8)}$$

$$\text{El resultado es: } 25.4_{(10)} = 31.3\overline{146}_{(8)}$$

3. **Método de las restas sucesivas de las potencias de 8.** Sirve para pasar números decimales con parte entera y decimal a su equivalente número octal. Este método es similar al estudiado para la conversión decimal-binario y se necesita para su realización tener una tabla de las potencias de 8. Es necesario tener en cuenta que una misma potencia de 8 puede ser restada de una a siete veces, de tal manera que en cada posición de las potencias restadas corresponderá poner un dígito igual al número de veces que la potencia ha sido restada.

EJEMPLOS

- a) Convertir el número decimal 146.375 a octal.

Potencias de 8. $8^3 = 512$ $8^2 = 64$ $8^1 = 8$ $8^0 = 1$ $8^{-1} = 0.125$ $8^{-2} = 0.015625$.

$$\begin{array}{rcl} 146.375 - 64 & = & 82.375 \\ 82.375 - 64 & = & 18.375 \quad 64 \text{ restado 2 veces} \\ 18.375 - 8 & = & 10.375 \\ 10.375 - 8 & = & 2.375 \quad 8 \text{ restado 2 veces} \\ 2.375 - 1 & = & 1.375 \\ 1.375 - 1 & = & 0.375 \quad 1 \text{ restado 2 veces} \\ 0.375 - 0.125 & = & 0.250 \\ 0.250 - 0.125 & = & 0.125 \\ 0.125 - 0.125 & = & 0.0 \quad 0.125 \text{ restado 3 veces} \end{array}$$

El resultado será: $146.375_{(10)} = 222.3_{(8)}$

2.8.4. Conversión octal-decimal

Existen varios métodos, siendo el más generalizado el indicado por el TFN que hace la conversión de forma directa por medio de la fórmula.

EJEMPLOS

- a) Convertir el número octal 764 a decimal.

$$764_{(8)} = 7 * 8^2 + 6 * 8^1 + 4 * 8^0 = 448 + 48 + 4 = 500_{(10)}$$

- b) Convertir el número octal 222.3 a decimal.

$$\begin{aligned} 222.3_{(8)} &= 2 * 8^2 + 2 * 8^1 + 2 * 8^0 + 3 * 8^{-1} = \\ &= 128 + 16 + 2 + 0.375 = 146.375_{(10)} \end{aligned}$$

- c) Convertir el número octal 777 a decimal.

$$777_{(8)} = 7 * 8^2 + 7 * 8^1 + 7 * 8^0 = 448 + 56 + 7 = 511_{(10)}$$

2.8.5. Conversión decimal-hexadecimal

1. **Método de las divisiones sucesivas por 16.** Sirve para convertir números decimales enteros a hexadecimal. Se divide el número decimal y los cocientes sucesivos por 16 hasta obtener un cociente igual a 0. El número hexadecimal buscado será el compuesto por todos los restos obtenidos en orden inverso a su obtención.

EJEMPLOS

- a) Convertir el número decimal 1000 a hexadecimal.

$$\begin{array}{r} 1000 \quad | \quad 16 \\ 40 \quad 62 \quad | \quad 16 \\ 8 \quad 14 \quad 3 \quad | \quad 16 \\ \quad \quad \quad 3 \quad 0 \end{array}$$

Por tanto, $1000_{(10)} = 3E8_{(16)}$

- b) Convertir el número decimal 1994 a hexadecimal.

$$\begin{array}{r} 1994 \\ \hline 39 & 124 & 7 \\ \hline 74 & 12 & 7 \\ \hline 10 & & 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \\ \hline 16 \\ \hline 16 \\ \hline \end{array}$$

Por tanto, $1994_{(10)} = 7CA_{(16)}$

2. **Método de las multiplicaciones sucesivas por 16.** Este método convierte números decimales fraccionarios a su correspondiente fracción hexadecimal. La fracción decimal se multiplica por 16, obteniendo en la parte entera del resultado el primer dígito de la fracción hexadecimal buscada, y se repite el proceso con la parte fraccionaria de este resultado. El proceso se acaba cuando la parte fraccionaria desaparece o hemos obtenido un número de dígitos suficiente que nos permita no sobrepasar el máximo error que deseemos obtener.

EJEMPLOS

- a) Convertir la fracción decimal 0.06640625 en fracción hexadecimal.

$$\begin{aligned} 0.06640625 * 16 &= 1.0625 \\ 0.0625 * 16 &= 1.0 \end{aligned}$$

Tendremos por tanto, $0.06640625_{(10)} = 0.11_{(16)}$

Combinando los dos métodos anteriores podemos convertir números decimales con parte entera y fraccionaria a hexadecimal.

- b) Convertir el número decimal 25.4 a hexadecimal.

Convertimos por separado las partes entera y decimal del número.

$$\begin{array}{r} 25 \\ \hline 9 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 16 \\ \hline 16 \\ \hline 16 \\ \hline \end{array} \quad 25_{(10)} = 19_{(16)}$$

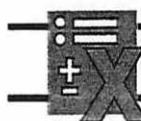
$$\begin{aligned} 0.4 * 16 &= 6.4 \\ 0.4 * 16 &= 6.4 \end{aligned} \quad 0.4_{(10)} = 0.\overline{6}_{(16)}$$

El resultado es: $25.4_{(10)} = 19.\overline{6}_{(16)}$

También, como en los casos anteriores, se puede utilizar el método de restar las potencias de 16, cuyo proceso es similar a los ya estudiados, necesitándose una tabla de dichas potencias.

2.8.6. Conversión hexadecimal-decimal

Existen varios métodos, siendo el más utilizado el que nos ofrece el TFN que nos da el resultado por aplicación directa de la fórmula.



EJEMPLOS

- a) Convertir el número hexadecimal 3E8 a decimal.

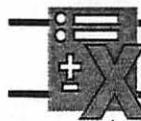
$$\begin{aligned} 3E8_{(16)} &= 3 * 16^2 + E * 16^1 + 8 * 16^0 = \\ &= 3 * 16^2 + 14 * 16^1 + 8 * 16^0 = \\ &= 768 + 224 + 8 = 1000_{(10)} \end{aligned}$$

- b) Convertir el número hexadecimal A3.1 a decimal.

$$\begin{aligned} A3.1_{(16)} &= A * 16^1 + 3 * 16^0 + 1 * 16^{-1} = \\ &= 10 * 16^1 + 3 * 16^0 + 1 * 16^{-1} = \\ &= 160 + 3 + 0.0625 = 163.0625_{(10)} \end{aligned}$$

2.8.7. Conversión hexadecimal-binario

Para convertir un número hexadecimal a binario se sustituye cada dígito hexadecimal por su representación binaria con cuatro dígitos según la Tabla 2.3.



EJEMPLOS

- a) Convertir el número hexadecimal 2BC a binario.

$$\begin{array}{c} 2 \quad B \quad C \\ \overbrace{0 \ 0 \ 1 \ 0} \quad \overbrace{1 \ 0 \ 1 \ 1} \quad \overbrace{1 \ 1 \ 0 \ 0} \end{array}$$

Luego: $2BC_{(16)} = 1010111100_2$

Tabla 2.3. Equivalencia hexadecimal-binario

Dígito hexadecimal	Dígitos binarios
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

- b) Convertir el número hexadecimal 7BA3.BC a binario.

7 B A 3 . B C

 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 . 1 0 1 1 1 1 0 0

Luego: $7BA3.BC_{16} = 111101110100011.101111_2$

2.8.8. Conversión binario-hexadecimal

Para convertir números binarios a hexadecimales se realiza un proceso inverso al anterior. Se agrupan los dígitos binarios de 4 en 4 a partir del punto decimal hacia la izquierda y hacia la derecha, sustituyendo cada cuarteto por su correspondiente dígito hexadecimal.

Al ser esta conversión inmediata y sencilla, la codificación de programas en lenguaje máquina, empleada en los primeros tiempos de la Informática, se hacía utilizando el sistema hexadecimal en lugar del binario, que es el utilizado por la computadora.



EJEMPLOS

- a) Convertir el número binario 100101100 a hexadecimal.

0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0 0

 1 2 C

Por tanto: $100101100_2 = 12C_{16}$

- b) Convertir el número binario 1100101001000.1011011 a hexadecimal.

0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 . 1 0 1 1 0 1 1 0

 1 9 4 8 . B 6

Luego tendremos: $1100101001000.1011011_2 = 1948.B6_{16}$

2.8.9. Conversión octal-binario

Para convertir un número octal a binario se sustituye cada dígito octal por sus correspondientes tres dígitos binarios según la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Equivalencia octal-binario.

Dígito octal	Dígitos binarios
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

**EJEMPLOS**

- a) Convertir el número octal 1274 a binario.

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 7 & 4 \\ \overbrace{0\ 0\ 1} & \overbrace{0\ 1\ 0} & \overbrace{1\ 1\ 1} & \overbrace{1\ 0\ 0} \end{array}$$

Por tanto: $1274_{(8)} = 1010111100_{(2)}$

- b) Convertir el número octal 75643.57 a binario.

$$\begin{array}{ccccccc} 7 & 5 & 6 & 4 & 3 & . & 5 & 7 \\ \overbrace{1\ 1\ 1} & \overbrace{1\ 0\ 1} & \overbrace{1\ 1\ 0} & \overbrace{1\ 0\ 0} & \overbrace{0\ 1\ 1} & . & \overbrace{1\ 0\ 1} & \overbrace{1\ 1\ 1} \end{array}$$

Luego tendremos: $75643.57_{(8)} = 111101110100011.101111_{(2)}$

2.8.10. Conversión binario-octal

Para convertir un número binario a octal se realiza un proceso inverso al anterior. Se agrupan los dígitos binarios de 3 en 3 a partir del punto decimal hacia la izquierda y hacia la derecha, sustituyendo cada trío de dígitos binarios por su equivalente dígito octal.



- a) Convertir el número binario 1010111100 en octal.

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \overbrace{1} & \overbrace{2} & \overbrace{7} & \overbrace{4} \end{array}$$

Luego tendremos: $1010111100_{(2)} = 1274_{(8)}$

- b) Convertir el número binario 1100101001000.1011011 en octal.

$$\begin{array}{cccccccccc} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & . & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \overbrace{1} & \overbrace{4} & \overbrace{5} & \overbrace{1} & \overbrace{0} & \overbrace{5} & \overbrace{5} & \overbrace{4} \end{array}$$

Por tanto: $1100101001000.1011011_{(2)} = 14510.554_{(8)}$

2.8.11. Conversión octal-hexadecimal

Esta conversión realiza un paso intermedio utilizando el sistema binario. Primero se convierte el número octal en binario y éste se pasa a hexadecimal.

**EJEMPLO**

- a) Convertir el número octal 144 en hexadecimal.

$$\begin{array}{ccc} 1 & 4 & 4 \\ \overbrace{0\ 0\ 1} & \overbrace{1\ 0\ 0} & \overbrace{1\ 0\ 0} \\ 144_{(8)} = 1100100_{(2)} \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \overbrace{6} & \overbrace{4} \\ 1100100_{(2)} = 64_{(16)} \end{array}$$

Por tanto: $144_{(8)} = 64_{(16)}$

2.8.12. Conversión hexadecimal-octal

Esta conversión, al igual que la anterior, realiza un paso intermedio utilizando el sistema binario. Se convierte el número hexadecimal en binario y éste en octal.



a) Convertir el número hexadecimal 1F4 en octal.

$$\begin{array}{c}
 & 1 & F & 4 \\
 \overbrace{0\ 0\ 0\ 1} & \overbrace{1\ 1\ 1\ 1} & \overbrace{0\ 1\ 0\ 0} \\
 \\
 1F4_{(16)} = 111110100_{(2)} \\
 \\
 \overbrace{1\ 1\ 1} & \overbrace{1\ 1\ 0} & \overbrace{1\ 0\ 0} \\
 7 & 6 & 4 \\
 \\
 111110100_{(2)} = 764_{(8)}
 \end{array}$$

Por tanto: $1F4_{(16)} = 764_{(8)}$

2.9. REPRESENTACIÓN DE NÚMEROS ENTEROS

Las computadoras digitales utilizan cuatro métodos para la representación interna de números enteros (positivos y negativos); éstos son los siguientes:

- Módulo y signo (MS).
- Complemento a 1 (C-1).
- Complemento a 2 (C-2).
- Exceso a 2^{n-1} .

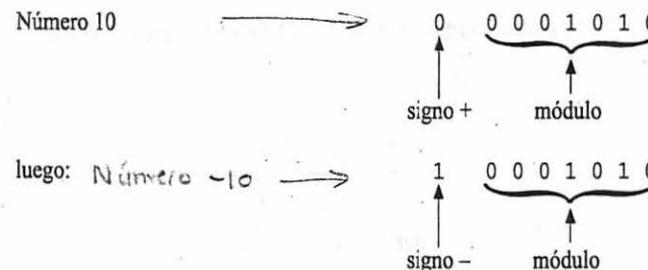
En estas representaciones de números se utiliza el sistema binario y se considera, como realmente ocurre, que tenemos un número limitado de bits para cada dato numérico (generalmente la cantidad de bits coincide con lo que se denomina palabra de la computadora). Éste número de bits disponibles lo representamos por n . También se pueden representar mediante estos métodos números reales, como veremos más adelante.

2.9.1. Módulo y signo (MS)

En este sistema de representación, el bit que está situado más a la izquierda representa el signo, y su valor será 0 para el signo + y 1 para el signo -. El resto de bits ($n - 1$)

representan el módulo del número. Suponemos en principio que los números no poseen parte decimal, por lo que el punto se supone implícitamente a la derecha.

Por ejemplo, supongamos que disponemos de 8 bits ($n = 8$) y queremos representar los números 10 y -10. Veamos cuáles son sus representaciones:



Se denomina **rango de representación** en un método determinado al conjunto de números representables en el mismo. Para módulo y signo el rango de representación es, para n bits:

$$-2^{n-1} + 1 \leq X \leq 2^{n-1} - 1$$

Para el caso de $n = 8$ bits, el rango de representación es:

$$-127 \leq X \leq 127$$

Para computadoras de 16 bits, el rango de representación es:

$$-32767 \leq X \leq 32767$$

Para computadoras de 32 bits, el rango de representación es:

$$-2147483647 \leq X \leq 2147483647$$

La ventaja que presenta este sistema frente a otros es la de poseer rango simétrico (igual cantidad de números positivos que negativos), mientras que su mayor inconveniente es el de poseer dos representaciones para el número 0. En el caso de $n = 8$ bits, el 0 tiene las siguientes representaciones:

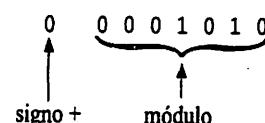
0 0 0 0 0 0 0 0	(+0)
1 0 0 0 0 0 0 0	(-0)

2.9.2. Complemento a 1 (C-1)

Este sistema de representación utiliza el bit de más a la izquierda para el signo, correspondiendo el 0 para el signo + y el 1 para el signo -. Para los números positivos, los $n - 1$ bits de la derecha representan el módulo (igual que en MS). El negativo de un número positivo se obtiene complementando todos sus dígitos (cambiando ceros por unos y viceversa) incluido el bit de signo.

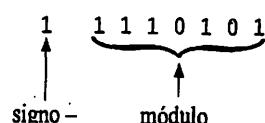
Veamos, por ejemplo, la representación en complemento a 1 de los números 10 y -10 para el caso de $n = 8$ bits.

Número 10



Número -10 se complementa su positivo (10)

Luego:



Para complemento a 1 el rango de representación es:

$$-2^{n-1} + 1 \leq X \leq 2^{n-1} - 1$$

Para el caso de $n = 8$ bits tendremos:

$$-127 \leq X \leq 127$$

En computadoras de 16 bits tendremos:

$$-32767 \leq X \leq 32767$$

En computadoras de 32 bits el rango será:

$$-2147483647 \leq X \leq 2147483647$$

Este sistema de representación posee la ventaja de tener rango simétrico y la desventaja de tener dos representaciones para el valor 0. En el caso de $n = 8$ bits, estos valores son:

$$\begin{array}{l} 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \quad (+0) \\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \quad (-0) \end{array}$$

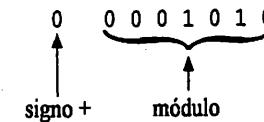
2.9.3. Complemento a 2 (C-2)

Este sistema de representación utiliza el bit de más a la izquierda para el signo, correspondiendo el 0 para el signo + y el 1 para el signo -. En el caso de los números positivos, los $n - 1$ bits de la derecha representan el módulo (igual que en MS y C-1). El negativo de un número se obtiene en dos pasos:

- Primer paso: Se complementa el número positivo en todos sus bits (cambiando ceros por unos y viceversa), incluido el bit de signo, es decir, se realiza el complemento a 1.
- Segundo paso: Al resultado obtenido anteriormente se le suma 1 (en binario), despreciando el último acarreo si existe.

Veamos la representación en complemento a 2 de los números 10 y -10 en el caso de $n = 8$ bits:

Número 10



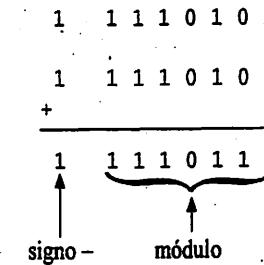
Número -10

Primer paso:

Segundo paso:

Comprobación:

$$-133 + 64 + 32 + 16 + 6 = 10$$



El rango de representación en este caso es asimétrico, lo que representa su mayor inconveniente, y viene dado por la fórmula:

$$-2^{n-1} \leq X \leq 2^{n-1} - 1$$

Para el caso de $n = 8$ bits tendremos:

$$-128 \leq X \leq 127$$

En computadoras de 16 bits tendremos:

$$-32768 \leq X \leq 32767$$

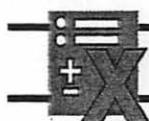
b) Sumar los números 100 y 27 en complemento a 1 para n = 8 bits.
Las representaciones de los números 100 y 27 en C-1 son:

100	0 1 1 0 0 1 0 0
27	0 0 0 1 1 0 1 1

Por tanto:

2.9.6. Suma en complemento a 2

En la aritmética de complemento a 2, dos números se suman de igual forma que en complemento a 1, con la única diferencia de que se desprecia el último acarreo en caso de existir.



EJEMPLOS

a) Sumar los números 10 y -3 en complemento a 2 para n = 8 bits.

Las representaciones de los números 10 y -3 en C-2 son:

10	0 0 0 0 1 0 1 0
-3	1 1 1 1 1 1 0 1

Por tanto:

El acarreo se desprecia

b) Sumar los números 100 y 27 en complemento a 2 para n = 8 bits.
Las representaciones de los números 100 y 27 en C-2 son:

100	0 1 1 0 0 1 0 0
27	0 0 0 1 1 0 1 1

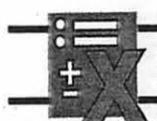
Por tanto:

Conviene tener presente que para un número determinado de bits, la suma en C-1 y en C-2 producirá desbordamiento (resultado no representable o fuera de rango) cuando, siendo los dos sumandos del mismo signo, el resultado aparezca con el signo contrario al de los sumandos.

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

↑

error de desbordamiento



EJEMPLOS

a) Sumar los números 100 y 28 en complemento a 1 para n = 8 bits.

Las representaciones de los números 100 y 28 en C-1 son:

100	0 1 1 0 0 1 0 0
28	0 0 0 1 1 1 0 0

Por tanto:

El número 128 no puede ser representado si sólo tenemos 8 bits.

b) Sumar los números 110 y 30 en complemento a 2 para $n = 8$ bits.

Las representaciones de los números 110 y 30 en C-2 son:

$$\begin{array}{r} 110 \\ 30 \end{array} \quad \begin{array}{r} 01101110 \\ 00011110 \end{array}$$

Por tanto:

$$\begin{array}{r} 01101110 \\ +00011110 \\ \hline 10001100 \end{array}$$

↓
error

130

En los siguientes apartados vamos a estudiar otros métodos y sistemas de codificación numérica en los que será necesario tener en cuenta lo siguiente. Al utilizar la computadora métodos de representación interna de datos basados en el sistema binario, es conveniente tener presente que en una máquina particular disponemos de un número determinado de bits para la representación de un número (generalmente una palabra de 16, 32 o 64 bits); esto hace que los números reales sufran un determinado truncamiento en su parte decimal. También se presentan problemas al utilizar ~~el punto flotante~~, como veremos más adelante, debido a que no todos los números tienen representación exacta; por tanto, éstos se representan de forma aproximada, con lo que aparecen pequeños errores de representación. A esto se le denomina precisión finita de la información numérica.

Podemos definir el término **palabra** como la cantidad de bits con la que una computadora está capacitada para realizar operaciones internas. Esta cantidad queda definida para cada computadora desde el diseño por su propio fabricante, siendo en la actualidad los tamaños más extendidos los de 16, 32 y 64 bits.

2.10. REPRESENTACIÓN EN COMA O PUNTO FIJO

Su nombre viene de la posición en que se supone situado el punto decimal, que será fija. El punto fijo es utilizado para la representación de números enteros, suponiéndose el punto decimal implícitamente a la derecha de los bits.

Existen tres formas de representar números en ~~punto flotante~~:

- Binario puro.
- Decimal desempaquetado.
- Decimal empaquetado.

2.10.1. Binario puro

Un número en binario puro se representa utilizando un conjunto de bits equivalente a una palabra (para la representación normal denominada simple precisión) o a una doble palabra (que en algunos casos se utiliza bajo la denominación doble precisión), y la forma de hacerlo es representar su valor en binario.

Si suponemos una computadora con una palabra de 32 bits donde se utiliza el bit de más a la izquierda para representar el signo (0 para el signo + y 1 para el signo -), siendo los 31 bits restantes los que representan el módulo o valor del número en complemento a 2, ¿cuál será el rango de representación y la configuración interna de los números 0, 10, -10, 2147483647 y -2147483648?

El rango de representación bajo esta suposición será:

$$-2^{31} \leq X \leq 2^{31} - 1 \quad -2^{31-1} \leq X \leq 2^{31-1} \\ -2147483648 \leq X \leq 2147483647$$

Representación del 0:

00000000000000000000000000000000

Representación del 10:

000000000000000000000000000000001010

Representación del -10:

11111111111111111111111111110110

Representación del 2147483647:

01111111111111111111111111111111

Representación del -2147483648:

10000000000000000000000000000000

En esta representación el punto decimal puede suponerse situado en cualquier otro lugar distinto al de la derecha de los bits, con lo que podremos trabajar con números reales.

2.10.2. Decimal desempaquetado

Antes de ver la representación en el sistema decimal desempaquetado y decimal empacado, vamos a analizar el sistema de codificación BCD (decimal codificado en binario) en el que se basan los anteriores citados.

Binary
Code
Decimal

En el sistema BCD cada cifra de un número decimal se representa por un conjunto de 4 bits, siendo la tabla de equivalencias entre ambos la representada en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Equivalencias decimal-BCD

Cifra decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001



a) Representar el número decimal 15 en BCD.

1 5
↓ ↓
0001 0101

b) Representar el número decimal 1994 en BCD.

1 9 9 4
↓ ↓ ↓ ↓
0001 1001 1001 0100

En el sistema de codificación decimal desempaquetado, un número decimal se representa de tal forma que cada una de sus cifras ocupa un octeto o byte. Cada uno de estos octetos lleva en su cuarteto de la izquierda cuatro unos (1111-F en hexadecimal) denominados bits de zona, y en el cuarteto de la derecha, la codificación de la

cifra en BCD, denominándose este cuarteto bits de dígito. El cuarteto de la izquierda de la última cifra del número (cifra de la derecha) representa el signo del número, conteniendo 1100 para el signo + y 1101 para el signo - (C y D en hexadecimal, respectivamente).

Se denomina compactación de un código binario a su representación simplificada utilizando los sistemas octal o hexadecimal, es decir, representado cada conjunto de 3 ó 4 bits respectivamente por su correspondiente carácter octal o hexadecimal.



a) Representación del número decimal 1994 en decimal desempaquetado.

Número 1994:	Bits de zona	Bits de dígito	Bits de zona	Bits de dígito	Bits de zona	Bits de dígito	signo + Bits de dígito
	1111	0001	1111	1001	1111	1001	1100 0100
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	1	9	9	9	9	4	

En hexadecimal tendremos: F1 F9 F9 C4.

b) Representación del número decimal -1994 en decimal desempaquetado.

Número -1994:	Bits de zona	Bits de dígito	Bits de zona	Bits de dígito	signo -
	1111	0001	1111	1001	1101 0100
	↑	↑	↑	↑	↑
	1	9	9	9	4

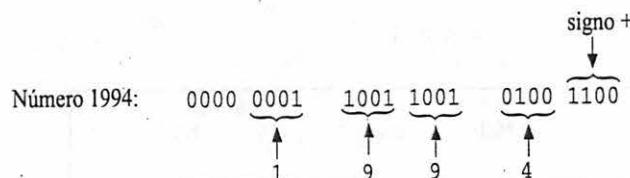
En hexadecimal tendremos: F1 F9 F9 D4.

2.10.3. Decimal empaquetado

En este sistema de codificación se representa cada cifra decimal de un cuarteto (se eliminan los bits de zona), salvo el primer octeto de la derecha que en su cuarteto también de la derecha lleva el signo con las mismas consideraciones que en el caso anterior (1100-C para el + y 1101-D para el -).

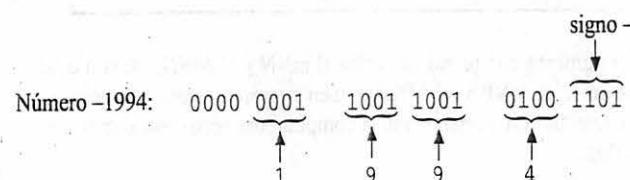


- a) Representación del número decimal 1994 en decimal empaquetado.



En hexadecimal tendremos: 01 99 4C.

- b) Representación del número decimal -1994 en decimal empaquetado.



En hexadecimal tendremos: 01 99 4D.

PUNTO

2.11. REPRESENTACIÓN EN PUNTO FLOTANTE

La coma o punto flotante surge de la necesidad de representar números reales y enteros con un rango de representación mayor que el que nos ofrece la representación en punto fijo y posibilitar a la computadora el tratamiento de números muy grandes y muy pequeños. Estas ventajas que nos ofrece el punto flotante traen como contraprestación una disminución (relativamente pequeña) en la precisión de los números representados.

En su representación se utiliza la notación científica o exponencial matemática en la que una cantidad se representa de la forma:

$$n^{\circ} = \text{mantisa} * \text{base de exponentiación}^{\text{exponente}}$$

Un número en esta notación tiene infinitas representaciones, de las que se toma como estándar la denominada normalizada, que consiste en que la mantisa no tiene parte entera y el primer dígito o cifra a la derecha del punto decimal es significativo (distinto de 0), salvo en la representación del número 0.



- a) Representación del número decimal 835.4 con base de exponentiación 10.

$$\begin{aligned} 835.4 &= 8354 * 10^{-1} = 835.4 * 10^0 = 83.54 * 10^1 = \\ &= 8.354 * 10^2 = \underbrace{0.8354 * 10^3}_{\text{representación normalizada}} \end{aligned}$$

- b) Representación del número decimal 25.4 en notación científica normalizada.

$$25.4 = 0.254 * 10^2$$

En este sistema de codificación de números, se dividen los bits disponibles en la palabra o doble palabra de la computadora entre la mantisa y el exponente teniendo una base de exponentiación determinada (2 o una potencia de 2). Normalmente la definición ~~del punto~~ flotante de una computadora sigue las siguientes reglas:

- El exponente se representa en uno de los siguientes sistemas de codificación: módulo y signo o exceso a 2^{n-1} , siendo siempre un número entero. En este sistema de codificación el exponente también recibe el nombre de **características**.

- La **mantisa** es un número real con el punto decimal implícito a la izquierda de sus bits, representada normalmente en uno de los siguientes sistemas de codificación: módulo y signo, complemento a 1 o complemento a 2.

- La **base de exponentiación**, también denominada radix, es una potencia de 2 determinada por el fabricante de la computadora (2, 8 o 16).

punto
Existen muchas formas de representación en punto flotante, variando la longitud de la palabra de la computadora, la base de la exponentiación, el número de bits reservados para la mantisa y para el exponente, el sistema utilizado para representar la mantisa y el exponente, etc. **punto** flotante se define particularmente en cada caso. Las definiciones más comunes son las siguientes:

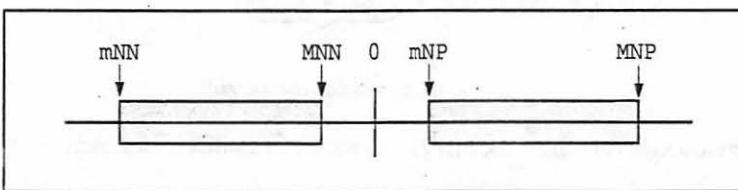
- a) Para simple precisión (en computadoras de 32 bits).

signo	exponente	mantisa				resto
31	30	23	22	21	20	0

- b) Para doble precisión (en computadoras de 32 bits).

signo	exponente	mántisa	
63	62	52 51 el punto	0

El rango de representación en ~~flotante~~ tiene la siguiente estructura:



Donde:

- mNN es el mínimo número negativo que se corresponde con

$$mNN = - \text{máxima mantisa} * \text{base}^{\text{máximo exponente}}$$

- MNN es el máximo número negativo que se corresponde con

$$MNN = - \text{mínima mantisa} * \text{base}^{-\text{máximo exponente}}$$

- mNP es el mínimo número positivo que se corresponde con

$$mNP = \text{mínima mantisa} * \text{base}^{-\text{máximo exponente}}$$

- MNP es el máximo número positivo que se corresponde con

$$MNP = \text{máxima mantisa} * \text{base}^{\text{máximo exponente}}$$

Conviene observar que existen cuatro zonas de números que no pueden ser representados mediante un determinado formato de ~~flotante~~; éstas son las siguientes:

- **Subdesbordamiento positivo.** Son los números pequeños situados en el entorno de 0 hacia la parte positiva.

$$0 < X < mNP$$

- **Subdesbordamiento negativo.** Son los números pequeños situados en el entorno de 0 hacia la parte negativa.

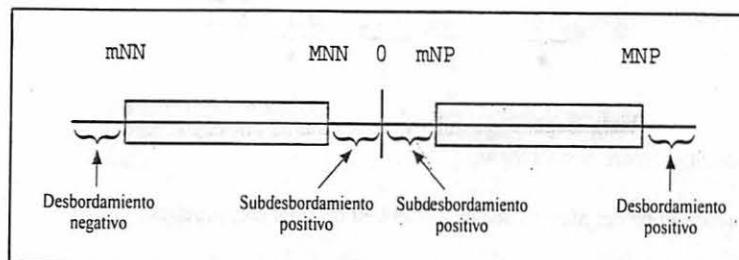
$$MNN < X < 0$$

- **Desbordamiento positivo.** Son los números positivos que exceden la capacidad de representación de la coma flotante.

$$X > MNP$$

- **Desbordamiento negativo.** Son los números negativos que exceden la capacidad de representación de la coma flotante por la parte negativa.

$$X < mNN$$



Además, no todos los números comprendidos entre el mNN y el MNN, así como no todos los comprendidos entre el mNP y el MNP, tienen representación; es decir, en ambos subrangos existen huecos con números que la computadora approxima al más cercano para trabajar con ellos.



Una computadora utiliza el siguiente formato para registrar números en ~~flotante~~:

- Los bits del 23 al 30 se utilizan para representar el exponente en exceso a 128 (2^7).
- Los bits del 0 al 22 se utilizan para representar la mántisa normalizada en C-1.
- El bit 31 se utiliza para representar el signo de la mántisa (0 para el signo +).
- La base de exponentiación es 2.
- El 0 se representa con todos los bits a 0.

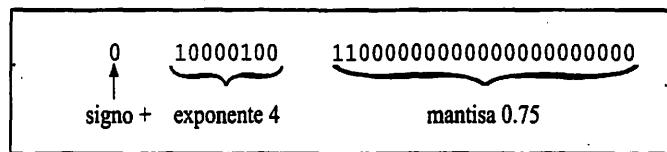
- a) Representación en este formato del número 12.

12 en notación normalizada de base 2 es 0.75×2^4

El exponente 4 en exceso a 128 (128 + 4) es 10000100

La mántisa 0.75 en C-1 es 0.11

Luego tendremos:



b) Representación en este formato del número -12.

-12 en notación normalizada es $-0.75 * 2^4$

El exponente es el mismo del caso anterior y la mantisa se pasa a C-1 (complementando todos sus bits); luego:

1	10000100	001111111111111111111111
---	----------	--------------------------

c) Representación del número 0

La representación del 0 será:

0	00000000	000000000000000000000000
---	----------	--------------------------

d) El rango de representación de este formato en coma flotante será:

$$mNN = -0.111111111111111111111111_2 * 2^{127}$$

1	11111111	111111111111111111111111
---	----------	--------------------------

$$MNN = -0.1_{12} * 2^{-128}$$

1	00000000	100000000000000000000000
---	----------	--------------------------

$$mNP = 0.1_{12} * 2^{-128}$$

0	00000000	100000000000000000000000
---	----------	--------------------------

$$MNP = 0.111111111111111111111111_2 * 2^{127}$$

0	11111111	111111111111111111111111
---	----------	--------------------------

Obsérvese que estos números tienen representada la mantisa en binario y la base elevada al exponente en decimal. Si pasamos las mantisas a decimal y operamos, obtendremos los siguientes números decimales.

$$mNN \approx -1 * 2^{127} = -2^{127} = -1.701411834605 * 10^{38}$$

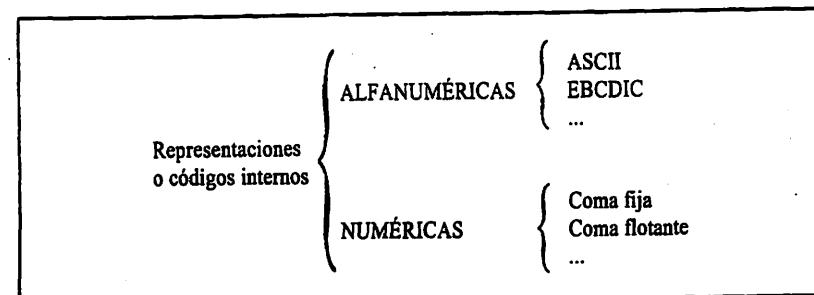
$$MNN = -0.5 * 2^{-128} = -2^{-129} = -1.469367938528 * 10^{-39}$$

$$mNP = 0.5 * 2^{-128} = 2^{-129} = 1.469367938528 * 10^{-39}$$

$$MNP \approx 1 * 2^{127} = 2^{127} = 1.701411834605 * 10^{38}$$

2.12. REPRESENTACIÓN INTERNA DE DATOS: CODIFICACIÓN ALFANUMÉRICA

Los datos e informaciones que se manejan internamente en un sistema informático se pueden representar, según sus características, de las siguientes formas:



• Códigos alfanuméricos

Una computadora puede trabajar internamente con un conjunto de caracteres que nos permitirán manejar datos, informaciones, instrucciones, órdenes de control, etc. Este conjunto de caracteres podemos subdividirlo en los siguientes grupos:

■ Caracteres alfabéticos.

- Letras mayúsculas. Son las letras de la A a la Z (sin la Ñ).
- Letras minúsculas. Son las letras de la a a la z (sin la ñ).

■ Cifras decimales. Son los números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

■ Caracteres especiales.

- Caracteres. Son el punto (.), la coma (,), el punto y coma (;), el asterisco (*), etc.
- Órdenes de control. Son NUL, CR, ACK, etc.

En general, cada carácter se maneja internamente en una computadora por medio de un conjunto de 8 bits mediante un sistema de codificación binario que denominaremos código de caracteres.

Cada computadora tiene su código de caracteres definidos por el fabricante, si bien la mayoría de ellos adaptan a sus equipos códigos estándar de los ya establecidos. En estos códigos se representa cada carácter por medio de un byte (8 bits), con lo cual todo tipo de informaciones pueden ser utilizadas internamente, formando cadenas de bytes sucesivos que representarán cadenas de caracteres para que la máquina las maneje e interprete. No todos los tipos de códigos utilizan para la representación de caracteres los ocho bits de un byte; en la actualidad se tiende a utilizar códigos de 8 bits aunque siguen existiendo algunos códigos de 6 y 7 bits.

Los primeros códigos utilizados fueron los de 6 bits, que permitían la representación de 2^6 caracteres distintos (64 caracteres), que generalmente se corresponden a:

- 26 letras mayúsculas.
- 10 cifras numéricas (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9).
- 28 caracteres denominados especiales.

Un ejemplo de código de 6 bits es el código FIELDATA que viene representado en la Tabla 2.6:

Tabla 2.6. Código FIELDATA

bits .210	543 000	001	010	011	100	101	110	111
000	@	C	K	S)	*	0	8
001	[D	L	T	-	(1	9
010]	E	M	U	+	%	2	'
011	#	F	N	V	<	:	3	;
100	^	G	O	W	=	?	4	/
101	SP	H	P	X	>	!	5	.
110	A	I	Q	Y	&	,	6	"
111	B	J	R	Z	\$	\	7	-

Donde SP simboliza el carácter espacio.

Ejemplo de codificación FIELDATA.

La codificación de la propia palabra FIELDATA es:

001011 001110 001010 010001 001001 000110 011001 000110
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 F I E L D A T A

Con el nacimiento de los lenguajes de programación de alto nivel comenzaron a utilizarse códigos de 7 bits que permiten la representación de los mismos caracteres que los códigos de 6 bits añadiendo las letras minúsculas y caracteres cuyo significado son órdenes de control entre periféricos. Un ejemplo muy utilizado de este tipo de códigos es el ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) de 7 bits (Tabla 2.7).

Tabla 2.7. Código ASCII de 7 bits

bits .3210	654 000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(8	H	X	h	x
1001	HT	EM)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	:	K	[k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	-
1101	CR	GS	-	=	M]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

Donde los significados de los caracteres de control son:

NUL	Null (carácter nulo).	HT	Horizontal tabulation (Tabulación horizontal).
SOH	Start of heading (comienzo de cabecera).	LF	Line feed (avance de línea).
STX	Start of text (comienzo de texto).	VT	Vertical tabulation (tabulación vertical).
ETX	End of text (final de texto).	FF	Form feed (avance de página).
EOT	End of transmission (fin de transmisión).	CR	Carriage return (retorno de carro).
ENQ	Enquiry (petición de transmisión).	SO	Shift out (quitar desplazador de bits).
ACK	Acknowledge (reconocimiento de transmisión).	SI	Shift in (poner desplazador de bits).
BEL	Bell (señal audible, timbre o alarma).	DLE	Data link escape (escape de enlace de datos).
BS	Backspace (retroceso).	DC1	Device control 1 (control de dispositivo 1).

(continuación)

DC2	<i>Device control 2</i> (control de dispositivo 2).	EM	<i>End of medium</i> (final del medio).
DC3	<i>Device control 3</i> (control de dispositivo 3).	SUB	<i>Substitute</i> (sustitución).
DC4	<i>Device control 4</i> (control de dispositivo 4).	ESC	<i>Escape</i> (escape).
		FS	<i>File separator</i> (separador de archivos).
NAK	<i>Negative acknowledge</i> (transmisión negativa).	GS	<i>Group separator</i> (separador de grupos).
SYN	<i>Synchronous idle</i> (espera sincrona).	RS	<i>Record separator</i> (separador de registros).
ETB	<i>End of transmission block</i> (fin bloque de transmisión).	US	<i>Unit separator</i> (separador de unidades).
CAN	<i>Cancel</i> (Cancelar).	DEL	<i>Delete</i> (borrar).

Hoy día los códigos más utilizados son los de 8 bits, de los cuales los más conocidos son el EBCDIC (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*) y el ASCII extendido. La Tabla 2.8 representa el código ASCII extendido a 8 bits y la Tabla 2.9 representa el código EBCDIC.

Tabla 2.8. Código ASCII extendido

bits	7654	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
3210	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	p								
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q								
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r								
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s								
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t								
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u								
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v								
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w								
1000	BS	CAN	(8	H	X	h	x								
1001	HT	EM)	9	I	Y	i	y								
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z								
1011	VT	ESC	+	:	K	[k	{								
1100	FF	FS	.	<	L	\	l	~								
1101	CR	GS	.	=	M]	m									
1110	SO	RS	.	>	N	^	n									
1111	SI	US	/	?	O	-	o		DEL							

Tabla 2.9. Código EBCDIC

bits	7654	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
3210	0000	NUL	DLE	DS		SP	&	-								
0001	SOH	DC1	DC2	SOS	SYN				a	j	~					0
0010	STX	DC3	FS						b	k	s					1
0011	ETX	DC4	RES	BYP	PN				c	l	m					2
0100	EOT	NL	LF	RS	UC				d	n	u					3
0101	HT	BS	EOB	EOT					e	o	v					4
0110	LC	IL	ESC						f	p	w					5
0111	DEL								g	q	x					6
1000		CAN							h	r	y					7
1001	RLF	EM	CC	SM		!	!	!	i							8
1010	SMM					;	;	;	s	*	%	@				9
1011	VT		IFS		DC4	<	*	+		-						
1100	FF			ENQ	NAK	()	:		>		=				
1101	CR	GS														
1110	SO	RS		ACK												
1111	SI	US		BEL	SUB	!	-	?				*				

Donde los significados de los caracteres de control son:

NULL	Null.	CURSOR	Cursor Control.
SOH	Start of Heading.	IFS	Interchange File Separator.
STX	Start of Text.	IGS	Interchange Group Separator.
ETX	End of Text.	IRS	Interchange Record Separator.
PF	Punch Off.	IUS	Interchange Unit Separator.
HT	Horizontal Tabulation.	DS	Digit Select.
LC	Lower Case.	SOS	Start of Significance.
DEL	Delete.	FS	Field Separator.
RLF	Reserve Line Feed.	BYP	Bypass.
SMM	Start of Manual Message.	LF	Line Feed.
VT	Vertical Tabulation.	EOB	End of Block.
FF	Form Feed.	ESC	Escape.
CR	Carriage Return.	SM	Set Mode.
SO	Shift Out.	ENQ	Enquiry.
SI	Shift In.	ACK	Acknowledge.
DLE	Data Link Escape.	BEL	Bell.
DC1	Device Control 1.	SYN	Synchronous Idle.
DC2	Device Control 2.	PN	Punch On.
DC3	Device control 3.	RS	Reader Stop.
RES	Restore.	UC	Upper Case.
NL	New Line.	EOT	End of Transmission.
BS	Backspace.	DC4	Device Control 4.
IL	Idle.	NAK	Negative Acknowledge.
CAN	Cancel.	SUB	Substitute.
EM	End of Medium.	SP	Space.



RESUMEN

Una computadora, debido a su origen electrónico, maneja internamente señales eléctricas digitales de tal forma que todos sus códigos internos se basan en el sistema binario; esto hace que, para que puedan ser procesados, los datos y las instrucciones de los programas deben utilizar métodos de codificación binarios.

Un sistema de numeración es el conjunto de símbolos y reglas que se utilizan para la representación de datos numéricos. Su principal característica es la base o número de símbolos utilizados por el sistema.

El sistema decimal es un sistema de numeración posicional de base 10 que utiliza los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 para la representación de cantidades. Es el sistema empleado en la mayoría de los países del mundo.

El teorema fundamental de la numeración relaciona una cantidad expresada en cualquier sistema de numeración con la misma cantidad en el sistema decimal.

El sistema binario es el sistema en el que se basa el funcionamiento interno de una computadora, y utiliza como base 2, siendo los símbolos usados el 0 y el 1.

Un dígito binario se denomina bit y existen una serie de múltiplos para la medida de cantidades de información; éstos son: nibble o cuarteto, byte u octeto, kilobyte, megabyte, gigabyte y terabyte.

La aritmética binaria es similar a la aritmética decimal salvo en los símbolos que utilizan.

El sistema octal es un sistema posicional de base 8 que utiliza los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 manteniendo una relación directa con el sistema binario por ser su base $2^3 = 8$.

El sistema hexadecimal, al igual que los anteriores, es un sistema de numeración posicional de base 16 que utiliza los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F. Mantiene una estrecha relación con el sistema binario por ser su base $2^4 = 16$.

Una determinada cantidad puede ser expresada en cualquier sistema de numeración. Se denomina conversión entre dos sistemas de numeración a la transformación de una cantidad expresada en uno de los sistemas en su representación equivalente en el otro.

Existen cuatro métodos para la representación interna de números enteros en una computadora: módulo y signo, complemento -1, complemento a 2 y exceso a 2^{n-1} .

Se denomina rango de representación en un método determinado al conjunto de números que pueden ser representados.

Se define una palabra de computadora como la cantidad de bits con la que está capacitada para realizar operaciones internas.

Una computadora utiliza números enteros en binario puro, decimal desempaquetado o decimal empaquetado.

Los números representados en simple precisión utilizan una palabra mientras que los representados en doble precisión lo hacen con una doble palabra.

La coma flotante es un sistema de codificación de números reales (donde están incluidos los enteros) que nos permite trabajar con números muy pequeños y muy grandes. Con ello aumenta mucho el rango de representación con respecto al punto fijo, aunque se pierde precisión.

La representación de los números en coma flotante utiliza una mantisa, una base de exponente y un exponente.

El sistema de codificación binario que utiliza una computadora para manejar caracteres que pueden configurar datos, informaciones, instrucciones y órdenes se denomina código de caracteres.

Los códigos de caracteres más utilizados en la actualidad son el ASCII y el EBCDIC, ambos de 8 bits.

LISTA

DE TÉRMINOS



Base	Complemento a 1
Base de exponente	Complemento a 2
BCD	Conversión
Binario puro	Cuarteto
Bit	Decimal desempaquetado
Bits de zona	Decimal empaquetado
Bits de dígito	Desbordamiento positivo
Byte	Desbordamiento negativo
Código ASCII	Doble precisión
Código EBCDIC	Exceso a 2^{n-1}
Código de caracteres	Exponente
Código FIELDATA	Gigabyte
Coma flotante	Kilobyte
Compactación	Lógica negativa

Lógica positiva	Rango de representación
Mantisa	Representación normalizada
Megabyte	Simple precisión
Módulo y signo	Sistema binario
Nibble	Sistema de numeración
Notación científica	Sistema decimal
Notación exponencial	Sistema hexadecimal
Octeto	Sistema posicional
Palabra	Sistema octal
Precisión finita	Subdesbordamiento negativo
Punto decimal	Subdesbordamiento positivo
Punto fijo	Teorema fundamental de la numeración
Punto flotante	Terabyte

CUESTIONES

1. ¿En qué sistemas deben basarse los códigos internos que nos permiten utilizar y manejar datos en una computadora? ¿Por qué motivo?
2. Explique brevemente qué es un sistema de numeración.
3. ¿Cuál es la principal característica de un sistema de numeración?
4. Comente brevemente las características y diferencias de los sistemas binario, decimal, octal y hexadecimal.
5. ¿Para qué sirve la fórmula ofrecida por el TFN?
6. Enuncie los múltiplos y equivalencias que posee el dígito binario (bit).
7. ¿Qué es una conversión entre dos sistemas de numeración?
8. ¿Qué códigos binarios utiliza una computadora para la representación de números.
9. ¿Qué códigos binarios utiliza una computadora para la representación de caracteres?
10. ¿Qué ventajas e inconvenientes reporta la coma flotante a la representación interna de números en una computadora?
11. Convierta un número decimal, binario, octal y hexadecimal a los otros tres sistemas de numeración.
12. Escriba una combinación de 8 bits e indique a qué números corresponde en módulo y signo, complemento a 1, complemento a 2 y exceso a 128 para $n = 8$.

TEST DE REPASO

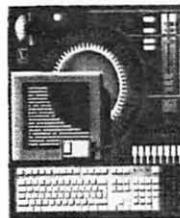
1. ¿Cuál fue el sistema de numeración del que se derivaron los actuales sistemas?
 - a) Babilónico.
 - b) Romano.
 - c) Indoarábigo.
 - d) Italiano.
2. El conjunto de símbolos y reglas que se utilizan para la representación de datos numéricos o cantidades se denomina:
 - a) Sistema de numeración.
 - b) Conversión.
 - c) Rango.
 - d) Base.
3. La cantidad representada por los símbolos 77 puede pertenecer a los sistemas:
 - a) Binario y decimal.
 - b) Decimal, octal y hexadecimal.
 - c) Binario y octal.
 - d) Binario, octal y hexadecimal.
4. El sistema que utilizan internamente los circuitos digitales de una computadora es el:
 - a) Decimal.
 - b) Binario.
 - c) Octal.
 - d) Hexadecimal.
5. El conjunto de 8388608 bits se denomina:
 - a) Kilobyte.
 - b) Megabyte.
 - c) Gigabyte.
 - d) Terabyte.
6. El número binario 111111 es equivalente al número:
 - a) Decimal 35.
 - b) Octal 77.
 - c) Hexadecimal FF.
 - d) Romano XXX.

7. ¿Cuál es el código de caracteres que no posee letras minúsculas?
 - a) FIELDATA.
 - b) ASCII.
 - c) EBCDIC.
 - d) ASCII extendido.

8. La ventaja de la representación en coma flotante frente al punto fijo es:
 - a) Mayor precisión.
 - b)** Mayor rango de representación.
 - c) Sólo utiliza números enteros.
 - d) No tiene ventajas frente al punto fijo.

9. Qué dos sistemas tienen un rango de representación simétrico.
 - a) Módulo y signo y complemento a 1.
 - b) Complemento a 1 y complemento a 2.
 - c) Complemento a 2 y exceso a 2^{n-1} .
 - d) Módulo y signo y exceso a 2^{n-1} .

10. La fórmula del teorema fundamental de la numeración convierte en decimal un número expresado en:
 - a) El sistema binario.
 - b) El sistema octal.
 - c) El sistema hexadecimal.
 - d) Cualquier sistema de numeración.



CAPÍTULO 3

Unidades funcionales de la computadora

3.1. INTRODUCCIÓN

El elemento hardware de un sistema básico de proceso de datos se puede estructurar en tres partes claramente diferenciadas en cuanto a sus funciones: la unidad central de proceso, la memoria central y las unidades de entrada/salida o periféricos.

Algunos autores consideran la memoria central como una parte más de la unidad central de proceso debido a su proximidad física y a su fuerte interrelación; no obstante, para su estudio conviene separarlas por sus características y funciones bien diferentes.

Se completa el esquema básico de una computadora con el bus del sistema y los controladores. Estos últimos son procesadores especializados en las operaciones de entrada/salida y el bus es un canal de comunicación entre todas las unidades. (Figura 3.1).

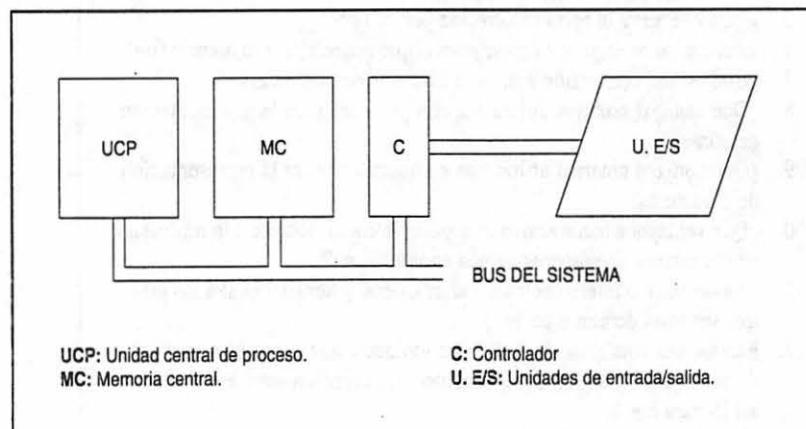


Figura 3.1. Unidades funcionales.

3.2. CONCEPTOS DE ELECTRÓNICA DIGITAL BÁSICA

La unidad central de proceso está constituida por circuitos de naturaleza electrónica. Podemos analizar éstos desde dos puntos de vista o niveles:

- Nivel electrónico o de circuito.
- Nivel lógico o de conmutación.

3.2.1. Nivel electrónico

Los componentes básicos que conforman los circuitos de la unidad central de proceso son, entre otros, resistencias, condensadores, diodos y transistores, en su mayoría implementados en circuitos integrados; es decir, miniaturizados e introducidos en pequeñas cápsulas de silicio configurando circuitos lógicos.

Estos componentes permiten establecer relaciones entre tensiones de corriente que, combinadas entre sí producen estructuras físicas con propiedades lógicas elementales.

Las señales eléctricas que circulan por una computadora pueden utilizar distintas tensiones que se asocian a los dos valores del sistema binario. En la mayoría de los casos,

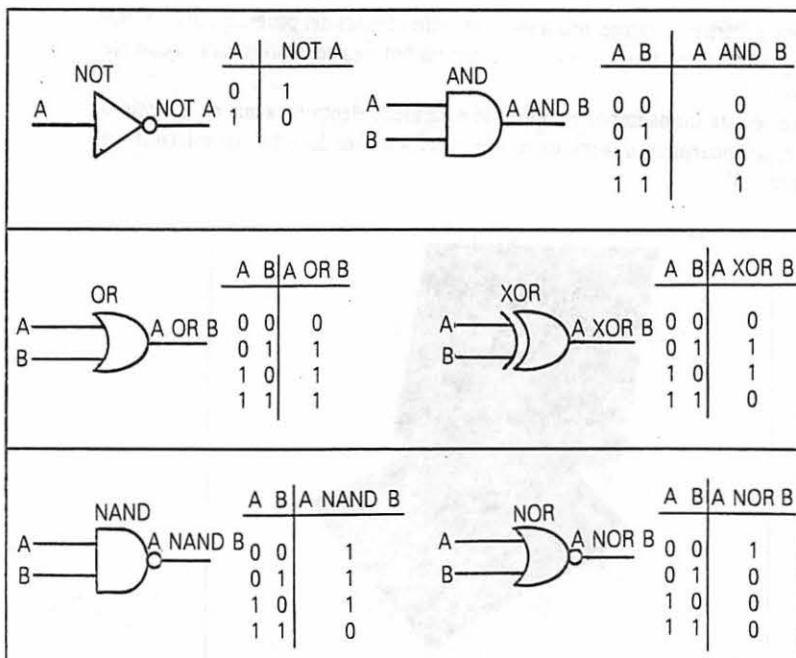


Figura 3.2. Puertas lógicas.

se asignan al valor 0 lógico tensiones entre 0 y 0,2 voltios, mientras que al valor 1 lógico se le asignan tensiones de 0,8 a 4,5 voltios, existiendo una zona de separación entre ambos denominada zona prohibida, que oscila entre 0,3 y 0,7 voltios.

Los circuitos más elementales de la computadora son las puertas lógicas, circuitos que realizan funciones booleanas sencillas. Las más comunes son las representadas en la Figura 3.2, en la que además aparecen las correspondientes tablas de verdad.

3.2.2. Nivel lógico

Desde el punto de vista de la lógica, los elementos de la computadora, formados por componentes del nivel electrónico, están organizados en estructuras capaces de realizar funciones lógicas de mayor complejidad que las puertas lógicas descritas antes. Estas estructuras son los circuitos combinacionales y los circuitos secuenciales.

- **Circuitos combinacionales.** Son aquellos en los que sus salidas dependen exclusivamente de sus entradas.

El circuito más significativo de este tipo es el sumador, el cual realiza directamente la suma en binario de dos números. Su construcción se basa en un sencillo circuito denominado semisumador (Figura 3.3), que realiza la suma (S) de dos bits (A y B) con el correspondiente acarreo (AC).

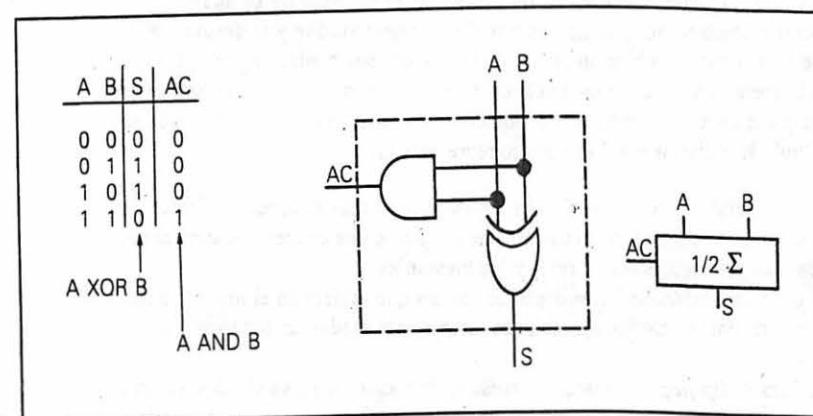


Figura 3.3. Semisumador.

Acoplando dos semisumadores de forma adecuada obtenemos el denominado sumador completo (Figura 3.4), el cual realiza la suma de dos bits con acarreo y con el posible acarreo anterior (AC anterior).

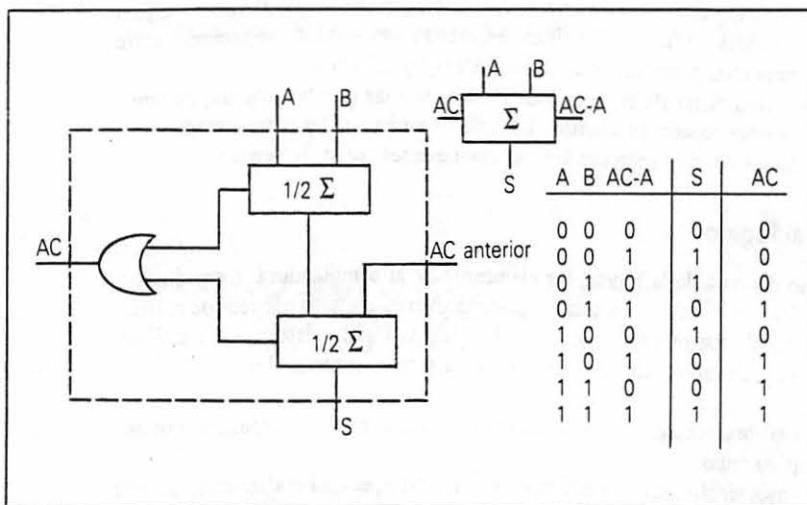


Figura 3.4. Sumador completo.

Mediante cuatro sumadores se obtiene un sumador completo de cuatro bits y análogamente con cuatro sumadores de cuatro bits se obtiene un sumador de 16 bits.

Otros circuitos combinacionales típicos son el **complementador** y el **desplazador**. El primero se utiliza para cambiar un conjunto de bits por sus contrarios, lo que sirve para realizar la operación de restar mediante un sumador. La misión del desplazador es desplazar una posición a la derecha o a la izquierda un conjunto de bits, con lo que se consigue multiplicar o dividir por 2 el número representado.

- **Circuitos secuenciales.** Son aquellos en los que sus salidas dependen, además de sus entradas, de algún suceso ocurrido con antelación, por lo que en cierta manera necesitan memoria. Los principales son el **reloj** y los **biestables**.

La salida del reloj tomará un valor dependiendo del que tuviera en el instante anterior. Se utiliza para sincronizar las operaciones internas por medio de impulsos a intervalos constantes.

Los biestables o *flip-flop* son circuitos capaces de tomar en su salida dos valores estables que dependerán de sus entradas y del estado de su salida en el instante anterior. Son muy utilizados para la realización de registros y entre sus tipos el más elemental es el biestable RS (Figura 3.5).

3.3. LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO

La unidad central de proceso (UCP) o procesador central es el verdadero cerebro de la computadora. Su misión consiste en controlar y coordinar o realizar todas las operacio-

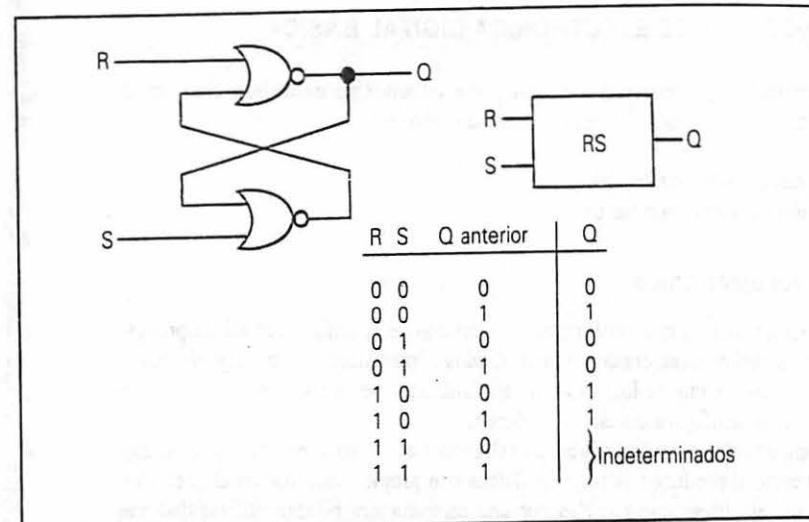


Figura 3.5. Biestable RS.

nes del sistema. Para ello extrae, una a una, las instrucciones del programa que se tiene alojado en la memoria central, las analiza y emite las órdenes necesarias para su completa realización.

Físicamente está formado por circuitos de naturaleza electrónica que en una microcomputadora se encuentran integrados en una pastilla o *chip* denominada **microprocesador** (Figura 3.6).



Figura 3.6. Microprocesador.

En la actualidad los microprocesadores más conocidos son la familia 80i86 de Intel y los 68000 de Motorola, usados en las computadoras personales de IBM y Macintosh, respectivamente.

La unidad central de proceso está compuesta por las dos siguientes unidades:

- La unidad de control (UC).
- La unidad aritmético-lógica (UAL).

También incorpora un cierto número de registros rápidos (pequeñas unidades de memoria) de propósito especial que son utilizados internamente por la misma.

En la Figura 3.7 aparece una placa base de microcomputadora en la que está ubicada la UCP.

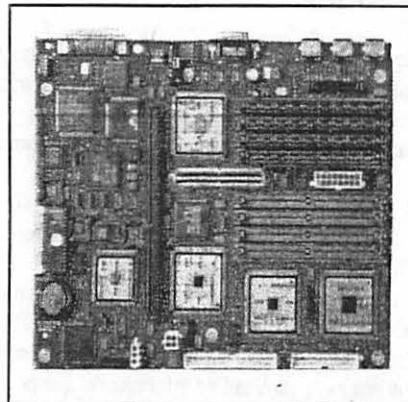


Figura 3.7. Placa base de una microcomputadora.

3.3.1. Unidad de control (UC)

Es el centro nervioso de la computadora ya que desde ella se controlan y gobiernan todas las operaciones. Para realizar su función, consta de los siguientes elementos (Figura 3.8):

- Contador de programa (CP).
 - Registro de instrucción (RI).
 - Decodificador (D).
 - Reloj (R).
 - Secuenciador (S).
- **Contador de programa (CP).** También denominado registro de control de secuencia (RCS), contiene permanentemente la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar. Al iniciar la ejecución de un programa toma la dirección de su prime-

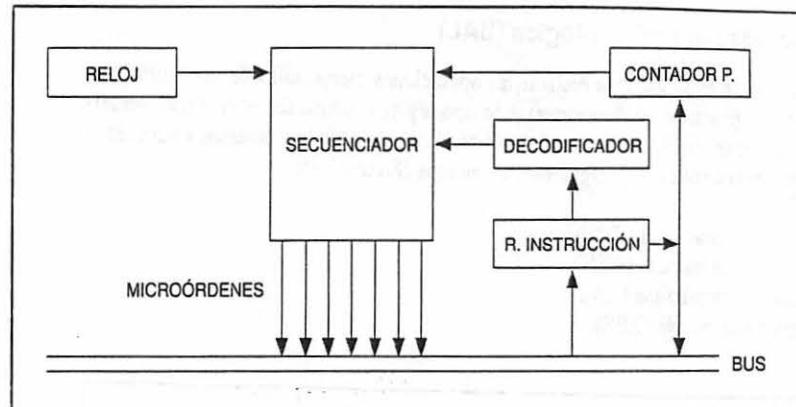


Figura 3.8. Unidad de control.

ra instrucción. Incrementa su valor en uno, de forma automática, cada vez que se concluye una instrucción, salvo si la instrucción que se está ejecutando es de salto o de ruptura de secuencia, en cuyo caso el CP tomará la dirección de la instrucción que se tenga que ejecutar a continuación; esta dirección está en la propia instrucción en curso.

- **Registro de instrucción (RI).** Contiene la instrucción que se está ejecutando en cada momento. Esta instrucción llevará consigo el **código de operación (CO)** y en su caso los **operandos** o las direcciones de memoria de los mismos.
- **Decodificador (D).** Se encarga de extraer el código de operación de la instrucción en curso (que está en el RI), lo analiza y emite las señales necesarias al resto de elementos para su ejecución a través del secuenciador.
- **Reloj (R).** Proporciona una sucesión de impulsos eléctricos o ciclos a intervalos constantes (frecuencia constante), que marcan los instantes en que han de comenzar los distintos pasos de que consta cada instrucción.

El microprocesador de Intel 8086 utiliza una frecuencia de reloj de 8 MHz (megaherzios), es decir, 8 millones de ciclos de reloj por segundo, y por tanto la duración de un ciclo es de $1/8000000 = 125$ nanosegundos. Las instrucciones que se ejecutan en este microprocesador necesitan entre 2 y 206 ciclos.

- **Secuenciador (S).** También denominado **controlador**. En este dispositivo se generan órdenes muy elementales (microórdenes) que, sincronizadas por los impulsos del reloj, hacen que se vaya ejecutando poco a poco la instrucción que está cargada en el RI.

3.3.2. Unidad aritmético-lógica (UAL)

Esta unidad es la encargada de realizar las operaciones elementales de tipo aritmético (sumas, restas, productos y divisiones) y de tipo lógico (comparaciones). Para comunicarse con las otras unidades funcionales utiliza el denominado bus de datos y para realizar su función necesita de los siguientes elementos (Figura 3.9):

- Circuito operacional (COP).
- Registros de entrada (REN).
- Registro acumulador (RA).
- Registro de estado (RES).

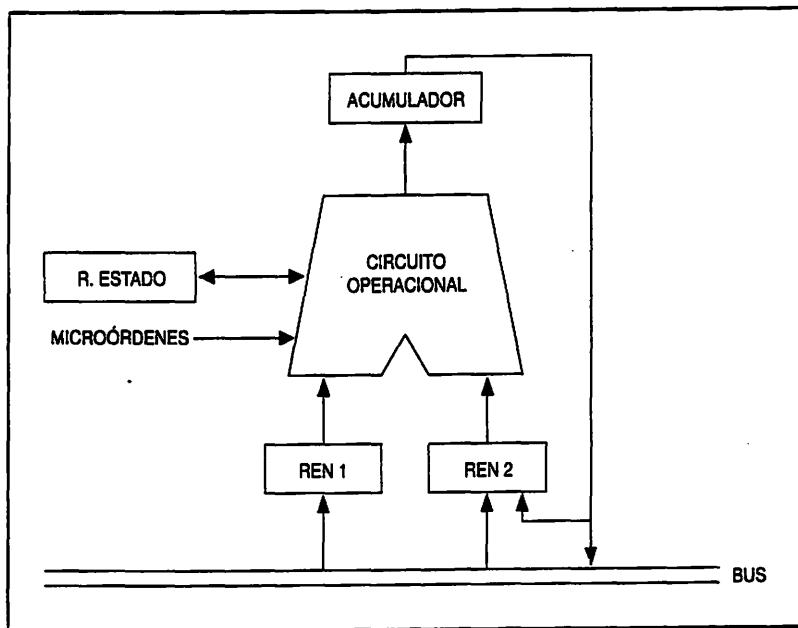


Figura 3.9. Unidad aritmético-lógica.

• **Circuito operacional (COP).** Contiene los circuitos necesarios para la realización de las operaciones con los datos procedentes de los registros de entrada (REN). Este circuito tiene unas entradas de órdenes para seleccionar la clase de operación que debe realizar en cada momento (suma, resta, etc.).

• **Registros de entrada (REN).** En ellos se almacenan los datos u operandos que intervienen en una instrucción antes de la realización de la operación por parte del circuito

operacional. También se emplean para el almacenamiento de resultados intermedios o finales de las operaciones respectivas.

- **Registro acumulador (RA).** Almacena los resultados de las operaciones llevadas a cabo por el circuito operacional. Está conectado con los registros de entrada para realimentación en el caso de operaciones encadenadas. Asimismo tiene una conexión directa al bus de datos para el envío de los resultados a la memoria central o a la unidad de control.
- **Registro de estado (RES).** Se trata de un conjunto de biestables en los que se deja constancia de algunas condiciones que se dieron en la última operación realizada y que habrán de ser tenidas en cuenta en operaciones posteriores.

3.4. LA MEMORIA CENTRAL

La memoria central, principal o interna es la unidad donde están almacenadas las instrucciones y los datos necesarios para poder realizar un determinado proceso. Está constituida por multitud de celdas o posiciones de memoria, numeradas de forma consecutiva, capaces de retener, mientras la computadora esté conectada, la información depositada en ella.

A la numeración de las celdas se denomina dirección de memoria y mediante esta dirección se puede acceder de forma directa a cualquiera de ellas independientemente de su posición; se dice, por ello, que la memoria central es un soporte de información de acceso directo. Además, el tiempo de acceso a la memoria central es notablemente inferior al necesario para acceder a las memorias auxiliares (Figura 3.10).

No hay que confundir los términos celda o posición de memoria con el de palabra de computadora, ya que esta última es la cantidad de información que puede introducirse o extraerse de la memoria central de una sola vez (simultáneamente). El tamaño habitual de la palabra de las computadoras actuales suele ser de 16, 32 o 64 bits.

La memoria central tiene asociados dos registros para la realización de operaciones de lectura o escritura y un dispositivo encargado de seleccionar una celda de memoria en cada operación de acceso a la misma:

- Registro de dirección de memoria (RDM).
- Registro de intercambio de memoria (RIM).
- Selector de memoria (SM).
- **Registro de Dirección de Memoria (RDM).** Antes de la realización de una operación de lectura o escritura se ha de colocar en este registro la dirección de la celda que se va a utilizar en la operación, bien para grabar en ella o para extraer de la misma el dato correspondiente.
- **Registro de Intercambio de Memoria (RIM).** Si se trata de una operación de lectura de memoria, este registro es el que recibe el dato de la memoria señalado por el

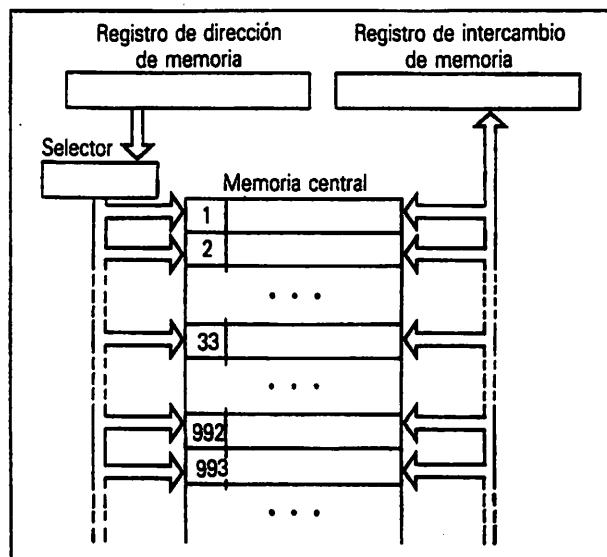
Memoria central

Figura 3.10. Memoria central.

RDM para su envío por medio del bus del sistema a la unidad que lo requiere. Si se trata de una operación de escritura en memoria, la información que hay que grabar, procedente de cualquier unidad funcional, es depositada por medio del bus en el RIM para que desde él se transfiera a la posición de memoria indicada por el RDM.

- **Selector de Memoria (SM).** Este dispositivo se activa cada vez que se produce una orden de lectura o escritura, conectando la celda de memoria, cuya dirección figura en el RDM, con el RIM y posibilitando la transferencia de los datos en un sentido o en otro.

La unidad de información mínima manejable por una computadora es el conjunto de 8 bits o byte. La capacidad de la memoria o cantidad máxima de información que es capaz de almacenar se mide en múltiplos de esta unidad (como ya se comentó en el Capítulo 2):

Kilobyte = 1024 bytes
 Megabyte = 1024 Kbytes
 Gigabyte = 1024 Mbytes
 Terabyte = 1024 Gbytes

En una computadora personal a la memoria central se le suele denominar RAM (*Random Access Memory*) y las capacidades actualmente en el mercado varían de forma considerable:

rable: 640 K en la IBM PC/XT, más de 7 Megas en la IBM PS/2 modelo 50, etc. Estas capacidades van aumentándose día a día de forma vertiginosa debido principalmente al abaratamiento constante de los chips de memoria, al aumento de la velocidad de acceso y a la creación de nuevos sistemas operativos capaces de manejar memorias de capacidad cada vez mayor.

Por otra parte, aunque la capacidad real de la memoria central es reducida, se ha conseguido que, desde el punto de vista de su funcionamiento, esta capacidad sea mucho mayor que la real, prácticamente ilimitada, mediante lo que se denomina memoria virtual. Esta memoria virtual usa la memoria secundaria para expandir la memoria central mediante un procedimiento llamado paginación consistente en transferir trozos o páginas de la memoria secundaria a la central cuando son necesarios e intercambiarlos por otros según las necesidades de cada momento. De esta forma se consigue que toda la información almacenada en la memoria secundaria esté a disposición de la UCP como si residiera en la memoria central y que se puedan procesar programas cuyo tamaño excede de la capacidad real de la memoria central.

3.5. EL BUS DEL SISTEMA

Se denomina bus del sistema al conjunto de circuitos encargados de la conexión y comunicación entre la UCP y el resto de unidades de la computadora (Figura 3.11).

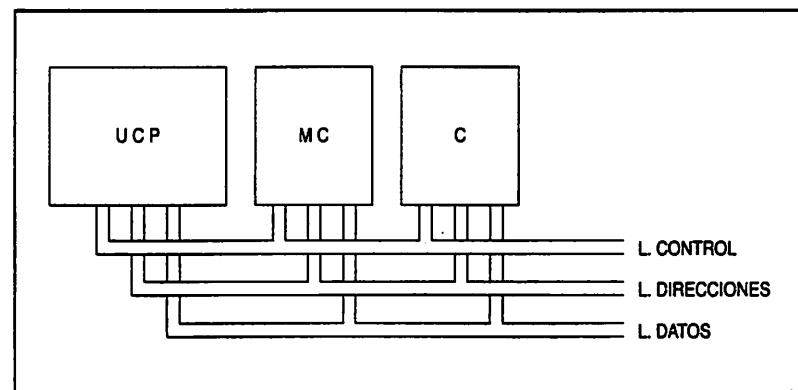


Figura 3.11. Bus del sistema.

Para ello utiliza un conjunto de varias líneas eléctricas que permiten la transmisión de los datos en paralelo. Un bus de 16 bits transfiere simultáneamente esa cantidad de bits entre dos unidades cualesquiera.

Además de las líneas de datos, el bus consta de otras líneas especializadas en las funciones que se indican a continuación:

- **Líneas de control.** Mediante ellas se transmiten las órdenes procedentes de la unidad de control a las otras unidades.
- **Líneas de direcciones.** Contienen la dirección del destino al que van dirigidos los datos que se están transmitiendo por las líneas de datos.

3.6. LAS INSTRUCCIONES

Las instrucciones que es capaz de realizar la UCP se denominan **instrucciones máquina**. El lenguaje que se utiliza para su codificación es el **lenguaje máquina** y, de acuerdo con su función, se clasifican como sigue:

- Instrucciones de cálculo (aritmético y lógico).
- Instrucciones de transferencia de datos.
- Instrucciones de ruptura de secuencia.
- Etcétera.

Una segunda clasificación de las instrucciones máquina hace referencia a su formato y al número de operandos que intervienen en ellas, teniendo en cuenta que todas tienen en primer lugar lo que llamamos **código de operación** (CO), que indica qué operación se debe realizar por el procesador, y además los operandos, relativos a los datos, que son necesarios para realizar su misión.

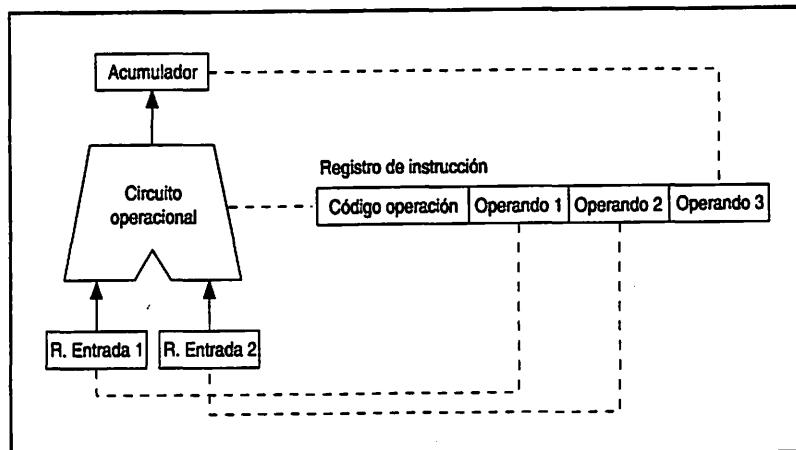


Figura 3.12. Instrucción de tres operandos.

3.6.1. Instrucciones de tres operandos

También se denominan **instrucciones de tres direcciones**. Constan en primer lugar de código de operación al que siguen tres operandos, de los cuales, los dos primeros son las direcciones de los argumentos que hay que operar y el tercero es la dirección donde se depositará el resultado. Este formato de instrucción es el más cómodo de trabajar pero es el que precisa mayor número de bits (Figura 3.12).

3.6.2. Instrucciones de dos operandos

Contienen el código de operación y dos operandos, de los que uno de ellos actúa, además, como receptor del resultado de la operación. También se denominan **instrucciones de dos direcciones** (Figura 3.13).

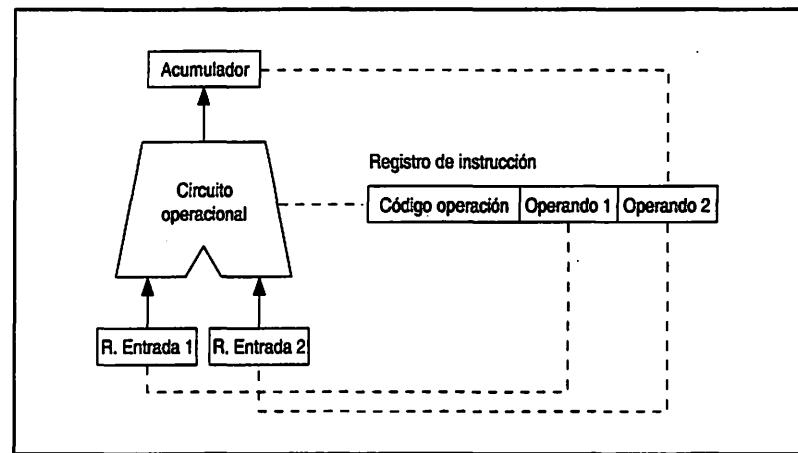


Figura 3.13. Instrucción de dos operandos.

3.6.3. Instrucciones de un operando

También denominadas **instrucciones de una dirección**, se utilizan generalmente en máquinas cuya arquitectura funciona con filosofía de acumulador.

El acumulador de la UAL contiene previamente el primer argumento de la operación, el segundo es el contenido en la propia instrucción, y después de ser operados ambos por el circuito operacional, el resultado queda depositado de nuevo en el acumulador (Figura 3.14).

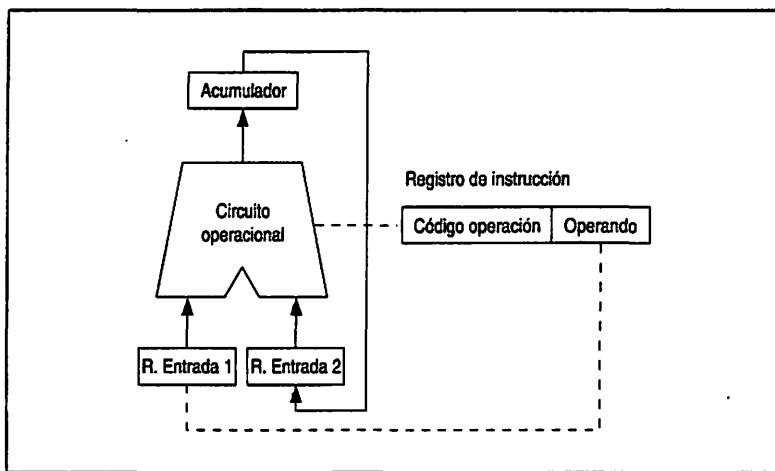


Figura 3.14. Instrucción de un operando.

3.6.4. Instrucciones sin operandos

También denominadas instrucciones sin dirección, se utilizan generalmente en computadoras cuya arquitectura tiene filosofía de pila.

Una pila está formada por datos almacenados en orden consecutivo en la memoria, existiendo un registro especial, denominado puntero de pila, que nos indica la dirección del último dato introducido en ella. Cuando se saca un dato de la misma, el puntero de la pila decrece apuntando al dato que está a continuación en la pila hacia lo que llamaremos fondo de la misma y que será aquel dato que se introdujo en primer lugar. Cuando se trata de introducir un dato en ella, el puntero toma la dirección de memoria siguiente en orden ascendente y se introduce en dicha dirección.

Estas instrucciones sólo llevan código de operación, de tal forma que cuando se trata de una operación de cálculo, se sacan los operandos de la pila (previamente introducidos) y el resultado se introduce en ella (Figura 3.15).

Una computadora en su lenguaje máquina puede tener instrucciones de varios de los tipos expuestos según sea su arquitectura.

3.7. MÉTODOS DE DIRECCIONAMIENTO

El método de direccionamiento de una instrucción es el modo que se utiliza en la misma para indicar la posición de memoria en que está situado el dato o datos que constituyen los operandos intervenientes en la instrucción. Los principales métodos de direccionamiento utilizados en los lenguajes máquina actuales son los siguientes.

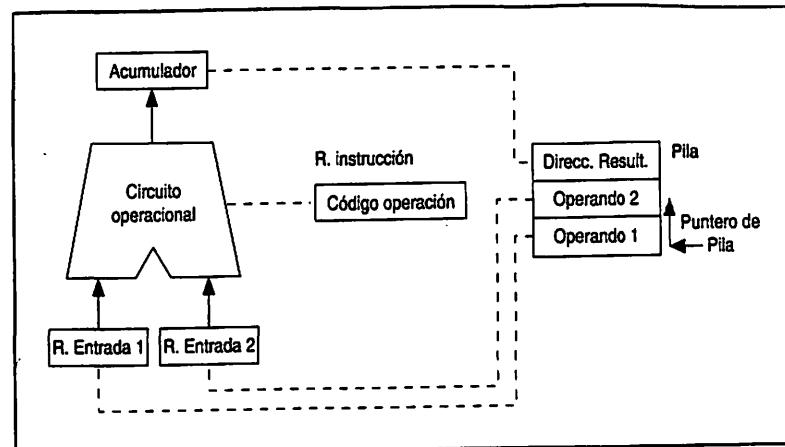


Figura 3.15. Instrucción sin operando.

- Direcciónamiento inmediato.
- Direcciónamiento directo.
- Direcciónamiento indirecto.
- Direcciónamiento relativo.

• **Direcciónamiento inmediato.** En este método el dato que hay que utilizar forma parte de la propia instrucción, no siendo necesario ningún acceso a memoria para la realización de la misma (Figura 3.16).

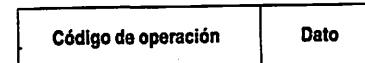


Figura 3.16. Instrucción con direccionamiento inmediato.

• **Direccionamiento directo.** En este caso la instrucción contiene la dirección de la memoria central donde se encuentra situado el dato. Esto hace necesario un acceso a memoria para trasladar el dato hasta la unidad aritmético-lógica o hasta la unidad designada por la instrucción (Figura 3.17).

• **Direccionamiento indirecto.** En este caso la dirección contenida en la instrucción no es la del dato implicado sino la de una posición de memoria que contiene la dirección de ese dato. Esta posición se denomina dirección intermedia e implica en las instruccio-

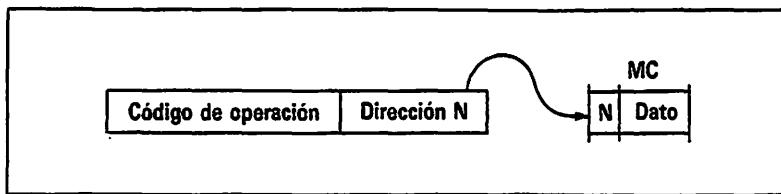


Figura 3.17. Instrucción con direccionamiento directo.

nes que utilizan este método de direccionamiento la necesidad de un ciclo de memoria más para acceder al dato (Figura 3.18).

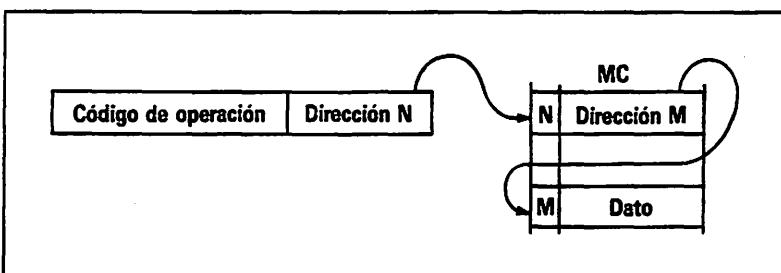


Figura 3.18. Instrucción con direccionamiento indirecto.

- Direccionamiento relativo.** En él, la dirección de memoria central donde se encuentra el dato, se consigue sumando la dirección contenida en la propia instrucción con una magnitud fija contenida en un registro especial. De esta manera se posibilita el acceso a un conjunto de posiciones determinadas, normalmente consecutivas, a partir de una posición considerada como dirección de referencia (Figura 3.19).

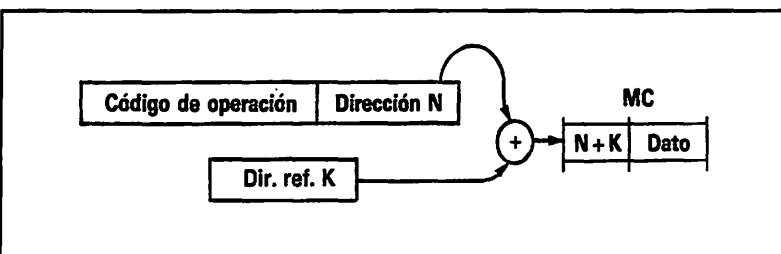


Figura 3.19. Instrucción con direccionamiento relativo.

3.8. CICLO DE INSTRUCCIÓN

Para que un programa pueda ser ejecutado por una computadora, éste ha de estar almacenado en la memoria central. La unidad central de proceso tomará una a una sus instrucciones e irá realizando las tareas correspondientes.

Denominamos ciclo de instrucción al conjunto de acciones que se llevan a cabo en la realización de una instrucción. Se compone de las dos siguientes fases:

- Fase de búsqueda.** En esta fase se transfiere la instrucción que corresponde ejecutar desde la memoria central a la unidad de control.
- Fase de ejecución.** Consiste en la realización de todas las acciones que conlleva la propia instrucción.

3.8.1. Fase de búsqueda de una instrucción

Supongamos, para su estudio, un ejemplo de instrucción aritmética de suma con tres direcciones y direccionamiento directo; es decir, la instrucción contiene el código de operación correspondiente a la suma, los dos sumandos están en las direcciones de memoria correspondientes a los dos primeros operandos y el resultado ha de quedar en la dirección indicada por el tercer operando.

SUMAR 033 992 993

(Sumar los contenidos de las posiciones de memoria 033 y 992, almacenando el resultado en la posición 993).

Código de operación (CO): SUMAR.
Dirección del primer sumando (OP1): 033.
Dirección del segundo sumando (OP2): 992.
Dirección del resultado (OP3): 993.

En la fase de búsqueda de la instrucción se realizan los siguientes pasos:

- La unidad de control (UC) envía una microorden para que el contenido del registro contador de programa (CP) que contiene la dirección de la siguiente instrucción (instrucción que corresponde procesar), sea transferido al registro de dirección de memoria (RDM).
- La posición de memoria que figura en el registro de dirección de memoria (RDM) es utilizada por el selector para transferir su contenido (instrucción) al registro de intercambio de memoria (RIM).
- Se transfiere la instrucción desde el registro de intercambio de memoria (RIM) al registro de instrucción (RI).

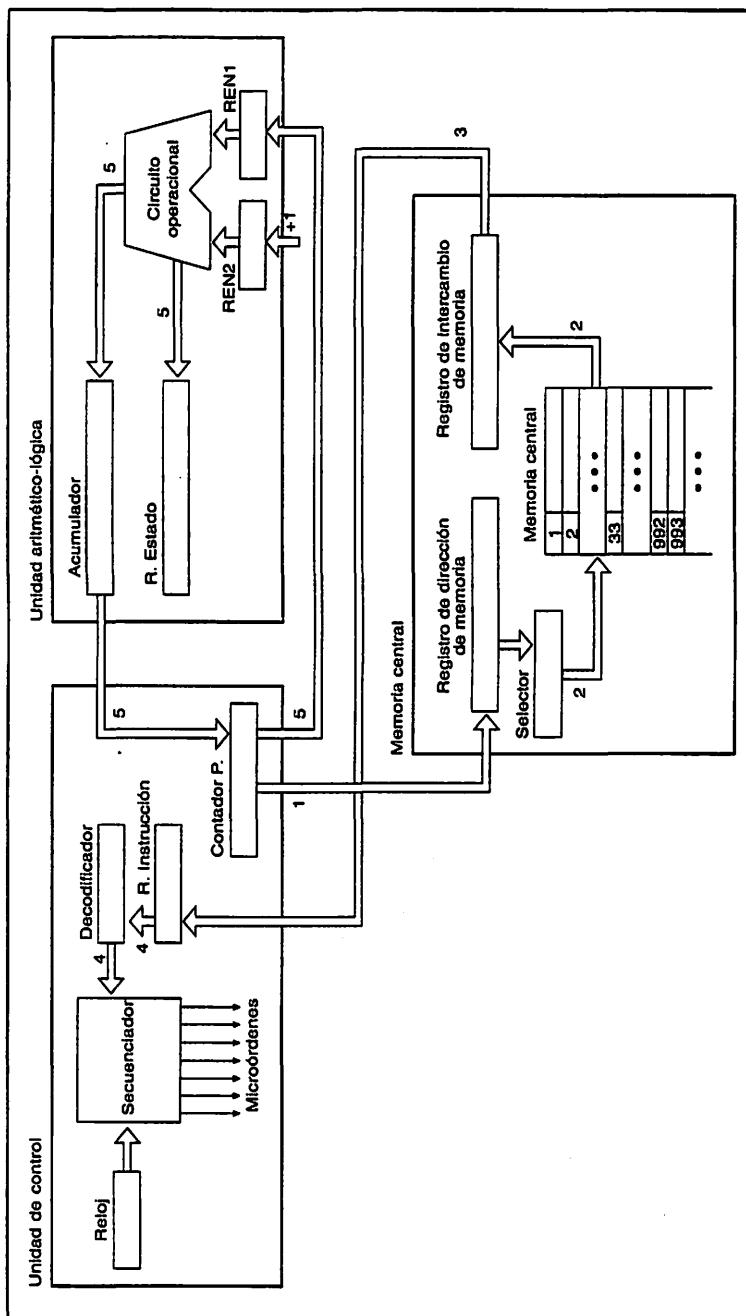


Figura 3.20. Fase de búsqueda de la instrucción

4. A continuación el decodificador procede a interpretar la instrucción que acaba de llegar al registro de instrucción (RI), en este caso SUMAR, quedando dispuesto para la activación del circuito sumador de la UAL e informando al secuenciador.
5. El registro contador de programa (CP) se autoincrementa (utilizando la unidad aritmético-lógica) con un valor 1 (o n en el caso de que sea ésta la longitud de la palabra de memoria), de tal forma que quede apuntando a la siguiente instrucción situada consecutivamente en memoria. Si la instrucción en ejecución es de ruptura de secuencia, el contador de programa (CP) se cargará con la dirección que corresponda.

La Figura 3.20 ilustra la fase de búsqueda de nuestra instrucción.

3.8.2. Fase de ejecución de una instrucción

La fase de ejecución se realiza en los siguientes pasos, teniendo en cuenta que si la instrucción no hubiese necesitado operandos, no se ejecutarían los pasos 1 a 6 ni el 8.

1. Se transfiere la dirección del primer operando desde el registro de instrucción (RI) al registro de dirección de memoria (RDM).
2. El selector extrae de la memoria dicho dato depositándolo en el registro de intercambio de memoria (RIM).
3. Se lleva este operando desde el registro de intercambio de memoria (RIM) al registro de entrada 1 (REN1) de la unidad aritmético-lógica (UAL).
4. Se transfiere la dirección del segundo operando desde el registro de instrucción (RI) al registro de dirección de memoria (RDM).
5. El selector extrae de la memoria dicho dato depositándolo en el registro de intercambio de memoria (RIM).
6. Se lleva este operando desde el registro de intercambio de memoria (RIM) al registro de entrada 2 (REN2) de la unidad aritmético-lógica (UAL).
7. El secuenciador envía una microorden a la unidad aritmético-lógica (UAL) para que se ejecute la operación de que se trate. El resultado de la operación queda almacenado en el registro acumulador (RA).
8. Este resultado es enviado desde el registro acumulador (RA) al registro de intercambio de memoria (RIM).
9. Se transfiere desde el registro de instrucción (RI) al registro de dirección de memoria (RDM) la dirección donde ha de almacenarse el resultado en la memoria.
10. Se transfiere el resultado desde el registro de intercambio de memoria (RIM) a la dirección de memoria indicada en el registro de dirección de memoria (RDM).

La Figura 3.21 ilustra la fase de ejecución descrita.

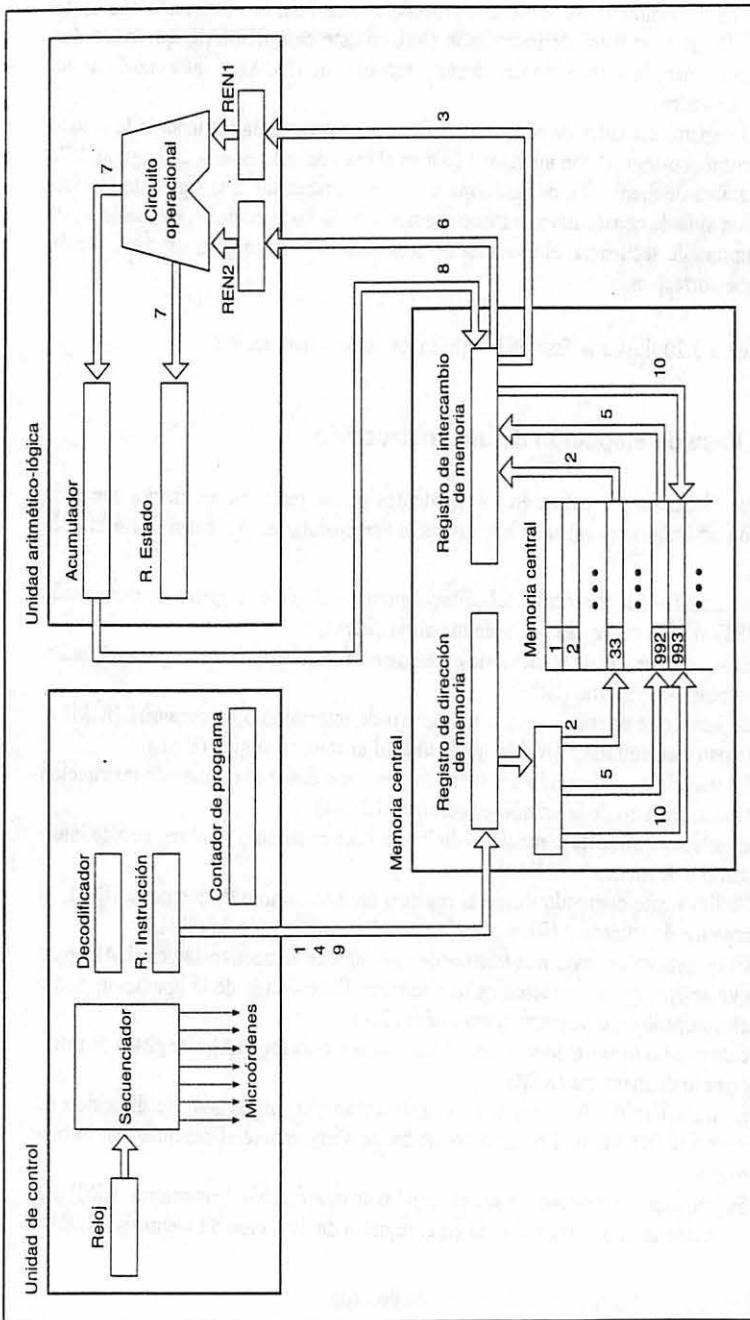


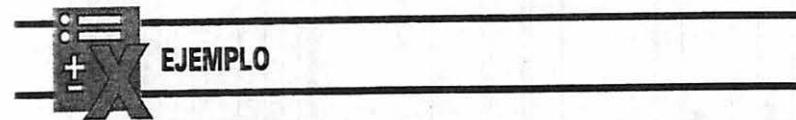
Figura 3.21. Fase de ejecución de la instrucción.

3.9. CARGA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

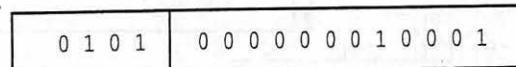
Una de las operaciones que más se realiza internamente en una computadora es la de transferencia de datos entre el acumulador de la UAL y la memoria central. Esto es debido a que el acumulador realiza un papel importante en la mayoría de las instrucciones.

3.9.1. Carga del acumulador

Se conoce como carga del acumulador a la operación de llevar un dato desde la memoria al registro de intercambio de memoria (RIM) y desde éste al acumulador.



Supongamos una instrucción de 16 bits de los que los cuatro bits de la derecha indican el código de operación y los 12 restantes la dirección de memoria del dato relacionado con el acumulador. La instrucción de cargar en el acumulador el contenido de memoria de la posición 17 sería (suponiendo como código de operación para carga en el acumulador 0101):



La transferencia de datos se hará de forma similar a la expuesta en el Apartado 3.8, cuyo proceso lógico se deja como ejercicio para el lector.

3.9.2. Almacenamiento en memoria

Esta operación consiste en la transferencia de un dato desde el acumulador de la UAL a la memoria central.



Suponiendo que el código de operación de almacenar en memoria desde el acumulador es 0111, la instrucción de almacenar en la posición 17 sería:

0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1
---------	-------------------------

Igualmente su proceso lógico se deja como ejercicio.

3.10. INSTRUCCIONES DE RUPTURA DE SECUENCIA

Como ya se indicó anteriormente, algunas veces es necesario alterar el orden de ejecución secuencial o correlativo que las instrucciones tienen en memoria, consiguiéndose bucles y alternativas en la ejecución del programa. Para ello se utilizan las instrucciones de ruptura de secuencia, también denominadas de **bifurcación** o **salto**. Estas instrucciones son de dos tipos:

- **Instrucciones de salto incondicional.** Cuando la unidad de control (UC) se encuentra con una instrucción de este tipo, reemplaza la dirección que tiene el registro contador de programa (CP) por la dirección que viene en la propia instrucción.
- **Instrucciones de salto condicional.** En este caso la dirección contenida en el contador de programa (CP) sólo es reemplazada por la dirección de la instrucción si se cumple alguna condición (indicada en la instrucción) determinada por el correspondiente señalizador de estado (bit del registro de estado).

3.11. INSTRUCCIONES DE ENTRADA/SALIDA

Son aquéllas cuya misión es introducir datos desde dispositivos externos a la memoria de la computadora y viceversa, así como enviar órdenes a dichos dispositivos.

Deben especificar las siguientes informaciones:

- Tipo de instrucción (entrada o salida).
- Operación a realizar.
- Dispositivo externo que interviene.
- En su caso dirección de memoria.

Estas instrucciones normalmente no las procesa la UCP sino que solamente las initian y activan los dispositivos necesarios, transfiriendo a continuación el control de la misma al controlador correspondiente, el cual se encarga de su completa realización. Mientras tanto la UCP puede ejecutar las instrucciones de otro proceso, minimizando el tiempo de espera. Una vez que el controlador ha concluido la ejecución de la instrucción, avisa a la UCP, mediante lo que se denomina una interrupción, para que ésta pueda continuar con el proceso que estaba realizando.



RESUMEN

Denominamos unidades funcionales de una computadora a sus elementos constitutivos con respecto a las distintas funciones que se realizan en la misma. Éstas son la unidad central de proceso (UCP), la memoria central (MC), los controladores de periféricos y las unidades de entrada/salida (UES). Todas ellas están conectadas entre sí mediante lo que se denomina bus del sistema.

En las microcomputadoras la UCP está integrada en una pastilla o chip que contiene millares de circuitos electrónicos. Los circuitos más elementales son las puertas lógicas, que realizan funciones booleanas sencillas. A partir de ellos se obtienen circuitos de mayor complejidad: combinacionales (semisumador, sumador, etc.) y secuenciales (reloj, biestables).

La UCP está constituida por la unidad de control (UC) y la unidad aritmético-lógica (UAL). La unidad de control se encarga del gobierno de la computadora, pero lo hace siguiendo las instrucciones del programa en ejecución. La unidad aritmético-lógica realiza las instrucciones de cálculo (aritméticas y comparaciones).

La memoria central es la unidad donde hay que almacenar los programas y datos para que puedan ser procesados. También se depositan en ella los resultados obtenidos. Está formada por un conjunto de celdas o posiciones de memoria numeradas mediante lo que denominamos direcciones de memoria. Estas direcciones permiten el acceso directo a cualquiera de las posiciones.

La capacidad de la memoria central, denominada ordinariamente RAM (*Random Access Memory*), se mide en bytes y en sus múltiplos kilobytes, megabytes, etc. La limitación de su capacidad puede obviarse mediante la técnica de memoria virtual, consistente en utilizar la memoria secundaria paginada, transportando en cada momento a la central las páginas necesarias, de tal manera que aparentemente la UCP dispone de toda la memoria de la computadora (central y secundaria).

El bus del sistema es el conjunto de líneas de enlace que conectan las unidades de la computadora. Se utiliza para transportar los datos, las direcciones a que van destinados y las órdenes emitidas por la unidad de control.

La UCP entiende las instrucciones codificadas en lenguaje máquina. Estas constan de un código de operación (CO) que expresa cuál es la operación que hay que realizar y un número variable de operandos correspondientes a los argumentos implicados en la operación. Los operandos pueden reflejar directa-

mente los datos o bien direcciones por medio de las cuales se pueda acceder a ellos en la memoria central. Existen varios métodos de direccionamiento para ello.

Un ciclo de instrucción es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para su realización. Se compone de dos fases: fase de búsqueda, en la que la instrucción es llevada a la unidad de control para su análisis, y fase de ejecución, en la que se realizan las acciones expresadas en la instrucción.

Además de las instrucciones de cálculo, que realiza la UAL, en un programa en lenguaje máquina puede haber instrucciones de carga y almacenamiento de datos en memoria, de ruptura de secuencia y de entrada-salida.

LISTA DE TÉRMINOS



Acumulador
Biestable
Bus
Byte
Celda
Chip
Ciclo de instrucción
Circuito combinacional
Circuito operacional
Circuito secuencial
Código de operación
Contador de programa
Controlador
Decodificador
Dirección de memoria
Flip-flop
Instrucción máquina
Lenguaje máquina
Memoria central
Memoria secundaria
Memoria virtual
Microórdenes
Microporcesador
Operando

Paginación
Palabra de memoria
Pila
Posición de memoria
Puerta lógica
Puntero de pila
RAM (*Random Access Memory*)
Registro de control de secuencia
Registro de dirección
Registro de estado
Registro de instrucción
Registro de intercambio
Reloj
Ruptura de secuencia
Secuenciador
Selector de memoria
Semisumador
Sumador
Unidad aritmético-lógica
Unidad central de proceso
Unidad de control
Unidad de entrada/salida
Unidad funcional

CUESTIONES



1. ¿Cuáles son los componentes básicos que conforman los circuitos de una computadora?
2. ¿Qué es una puerta lógica y cuáles son las más importantes?
3. ¿Cuántas puertas lógicas puede haber con dos entradas?
4. Describa el funcionamiento lógico de un circuito semisumador y su diferencia con el del sumador completo.
5. Basándose en el esquema del sumador completo de 4 bits, dibuje el esquema del sumador completo de 16 bits.
6. ¿Cuál es la misión del reloj interno de una computadora?
7. ¿Cuál es la diferencia entre circuito combinacional y circuito secuencial?
8. ¿Qué relación existe entre la unidad de control y la unidad aritmético-lógica?
9. ¿Dónde figura la dirección de la siguiente instrucción que hay que ejecutar en la unidad central de proceso?
10. ¿Para qué sirven los señalizadores de estado?
11. ¿Cuál es la misión del secuenciador?
12. ¿Cuál es la función del RDM y del RIM en una operación de suma?
13. ¿Cuál es la composición de una instrucción de lenguaje máquina y cuáles son sus diferentes tipos?
14. ¿Qué diferencia existe entre el direccionamiento directo y el relativo?
15. ¿Qué tipo de instrucciones realiza la UAL?

TEST DE REPASO



1. El canal de comunicaciones entre todas las unidades de la computadora se denomina:
 - a) Canal de comunicaciones.
 - b) Circuito combinacional.
 - c) Bus del sistema.
 - d) Líneas de direcciones.

2. Las puertas lógicas realizan funciones de tipo:
 - a) Aritmético.
 - b) Booleano.
 - c) Computacional.
 - d) Estadístico.

3. El biestable es un circuito electrónico de tipo:
 - a) Secuencial.
 - b) Aritmético-lógico.
 - c) Combinacional.
 - d) Ninguno de los anteriores.

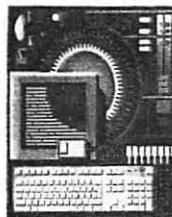
4. La unidad encargada del gobierno de la computadora es:
 - a) La unidad aritmético-lógica.
 - b) La unidad de memoria.
 - c) El controlador de dispositivos.
 - d) La unidad de control.

5. Un resultado obtenido por el circuito operacional de la UAL se deposita en:
 - a) La memoria central.
 - b) El registro de estado.
 - c) El registro de dirección de memoria.
 - d) El registro acumulador.

6. El código de operación de una instrucción expresa:
 - a) La operación que se debe realizar.
 - b) El sistema de codificación utilizado.
 - c) El tipo de direccionamiento a utilizar.
 - d) El número de operandos que intervienen.

7. Las instrucciones sin operandos:
 - a) No existen.
 - b) Utilizan una pila.
 - c) Las realiza la unidad de control.
 - d) No se pueden ejecutar.

8. En el método de direccionamiento inmediato los datos a operar están:
 - a) En la dirección indicada.
 - b) En la propia instrucción.
 - c) En una dirección de referencia.
 - d) En la pila del sistema.



CAPÍTULO 4

Soportes de la información y unidades de entrada/salida

4.1. INTRODUCCIÓN

Como se vio en el Capítulo 3, el núcleo principal de una computadora es la Unidad Central de Proceso; ahora bien, para el funcionamiento de ésta es necesario que los datos e informaciones estén soportados en un elemento físico al que la propia computadora tenga acceso; estos elementos son los denominados **soportes de la información**; asimismo es necesario disponer de dispositivos conectados a la computadora capaces de leer en estos soportes la información y escribirla en ellos según se trate de realizar operaciones de lectura o escritura. A estos dispositivos se les denomina **unidades de entrada y/o salida** (unidades de E/S); también se les conoce como **periféricos** o **dispositivos de E/S**.

Podemos definir un soporte de la información de muchas formas, siendo una de las más comúnmente utilizadas la siguiente:

Un soporte de información es un medio físico que permite almacenar datos de forma que una computadora pueda manejarlos o proporcionarlos a las personas de manera inteligible.

Asimismo, podemos encontrar diversas definiciones de unidad de entrada/salida, de las cuales una de las más comunes es la siguiente:

Una unidad de entrada/salida es un dispositivo físico capaz de comunicar información entre el usuario y la computadora o capaz de manejar un soporte de información.

En general, todo periférico controla un soporte, aunque en algunos casos el soporte carece de relevancia como tal, ya que lo importante es la entrada o salida de datos y no su almacenamiento.

Podemos destacar dos objetivos que deben cumplir los periféricos según sean de entrada, de salida o de almacenamiento masivo:

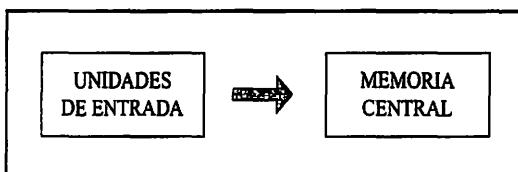
- Servir de medio de comunicación eficaz entre el usuario y la computadora, de forma que los datos de salida sean comprensibles a las personas y los datos de entrada lo sean a la computadora.
- Permitir el almacenamiento de informaciones necesarias para ser procesadas o que interesa guardar durante un cierto período de tiempo. Es necesario recordar que los datos en la memoria central desaparecen al cortar el suministro eléctrico y que su capacidad es relativamente limitada.

Los soportes de la información se pueden clasificar por su naturaleza física en:

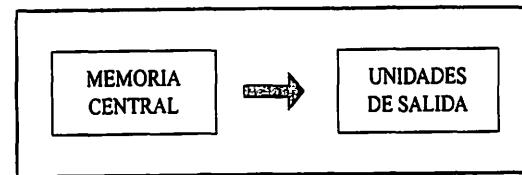
- **Soportes perforados.** Son aquellos que codifican y mantienen la información por medios de perforaciones.
- **Soportes magnéticos.** Son los que codifican y mantienen la información en algún medio magnetizable.
- **Soportes ópticos.** Utilizan como medio para soportar la información algún elemento tratable mediante fenómenos ópticos.
- **Otros soportes.** Son aquellos cuya naturaleza no se ajusta a los anteriores y su misión generalmente se limita a la mera presentación de resultados de un proceso (papel, tubo de rayos catódicos, etc.).

Por su parte, las unidades de entrada/salida se clasifican por las funciones que pueden realizar en los siguientes grupos:

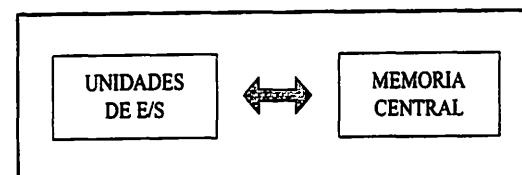
- **Unidades de entrada.** Son aquellos dispositivos cuya misión es la de introducir datos en la memoria central de la computadora para su tratamiento.



- **Unidades de salida.** Son las que realizan la función de extraer datos de la memoria central hacia el exterior.

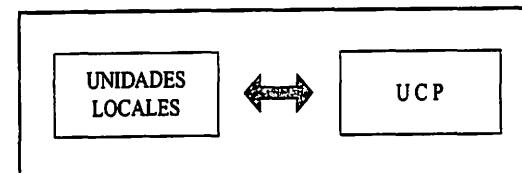


- **Unidades de entrada y salida.** Realizan ambas funciones, permiten la introducción de datos en la memoria central y pueden extraerlos de la misma.

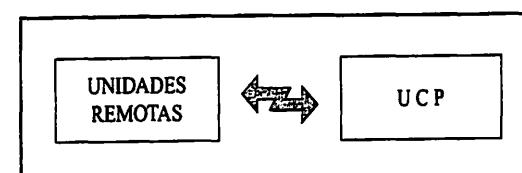


Otra clasificación importante de estas unidades referente a la localización de las mismas con respecto a la Unidad Central de Proceso en donde están conectadas, es la siguiente:

- **Unidades o periféricos locales.** Son aquellos que se encuentran situados en las proximidades de la computadora sin sobrepasar unos límites máximos.



- **Unidades o periféricos remotos.** Su ubicación está distante de la computadora conectándose a la misma por medio de una red de telecomunicación.



4.2. MEDIOS PERFORADOS

Los medios perforados fueron los primeros en utilizarse; su primera aplicación fue la de soportar la información sobre estampados de tejidos en el telar de Joseph Marie Jacquard y la aplicación más consistente fue la de soportar la información del censo de Estados Unidos en la máquina censadora de Herman Hollerith.

La forma de grabación de datos en estos elementos se realizaba a través de perforaciones en un soporte generalmente de papel, en el que quedaban permanentemente sin posibilidad de modificación, por lo que eran soportes de información que no podían volverse a utilizar, es decir, soportes no reutilizables.

La lectura de los datos se realizó inicialmente por medio de escobillas y discos metálicos que detectaban las perforaciones entre ambos mediante contacto eléctrico. Más tarde, se detectó la presencia o ausencia de perforación por medio de una fuente luminescente y las correspondientes células fotoeléctricas, que generaban una pequeña corriente eléctrica al incidirles la luz a través de las perforaciones. Este método ha sido el que se ha venido utilizando hasta que los medios perforados dieron paso a otros más modernos y eficaces. La Figura 4.1 nos muestra este tipo de medios para registrar la información.

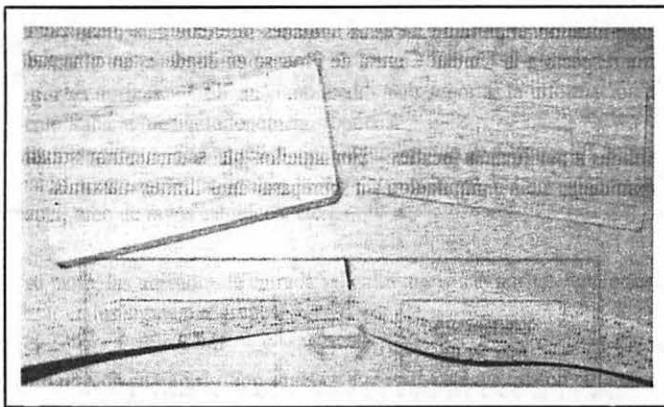


Figura 4.1. Medios perforados.

4.2.1. Soportes perforados

Los soportes perforados se han utilizado de forma importante hasta hace poco tiempo, y han sido de gran aplicación en las computadoras de las primeras generaciones. En la actualidad siguen teniendo utilidad, si bien sólo en casos muy concretos y aplicaciones en las que se precisa el almacenamiento de poca información o se exige un soporte relativamente barato. En estos casos actuales podemos citar las tarjetas perforadas para el control de presencia, control de tiempo o control de kilometraje que se utilizan en aparcamientos o autopistas.

■ TARJETAS PERFORADAS

Las tarjetas perforadas consisten en una cartulina de dimensiones estandarizadas capaces de retener información codificada por medio de perforaciones en determinadas posiciones. Se utilizaron fundamentalmente de dos tipos:

- Tarjeta Hollerith de 80 columnas.
- Minificha de 96 columnas.

La tarjeta de 80 columnas consiste en una cartulina de tamaño 7,68 por 17,85 cm que contiene 12 filas numeradas con 12, 11, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de arriba abajo y con 80 columnas numeradas del 1 al 80 de izquierda a derecha. Asimismo, contiene una fila en su parte superior donde generalmente se imprime de forma legible el carácter perforado en cada columna.

Cada ficha puede almacenar una información no superior a 80 caracteres por admitir uno de ellos en cada columna. Las perforaciones en las filas 12, 11 y 0 se denominan de zona, y en el resto de filas, incluida nuevamente la 0, se denominan de dígito. En la Figura 4.2 puede observarse sobre la tarjeta el código completo utilizado denominado Hollerith (H).

	Dígitos	Letras	Caracteres especiales	Posiciones de perforación
Perforaciones de zona	123456789	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	.,;-,+=<>.,;-=+<>	12 11 0
Perforaciones numéricas	0123456789	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ	.,;-,+=<>.,;-=+<>	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figura 4.2. Tarjeta Hollerith de 80 columnas.

La minificha de 96 columnas creada por IBM consiste en una cartulina de tamaño normalizado y reducido (aproximadamente un tercio de la anterior) y contiene cuatro zonas; la zona superior se reserva para la impresión de los caracteres perforados en notación legible por el hombre y las tres zonas restantes para la perforación de los caracteres. En esta tarjeta las perforaciones son circulares, en contraposición con la tarjeta anterior que las tiene de forma rectangular.

Cada una de las 96 columnas tiene seis posiciones de perforaciones; a las dos posiciones superiores se les denomina de zona (B y A) y a las cuatro inferiores numéricas (8, 4, 2 y 1). El código utilizado es el BCD (decimal codificado en binario) extendido a 6 bits. En la Figura 4.3 puede verse una minificha con un juego de caracteres perforados.

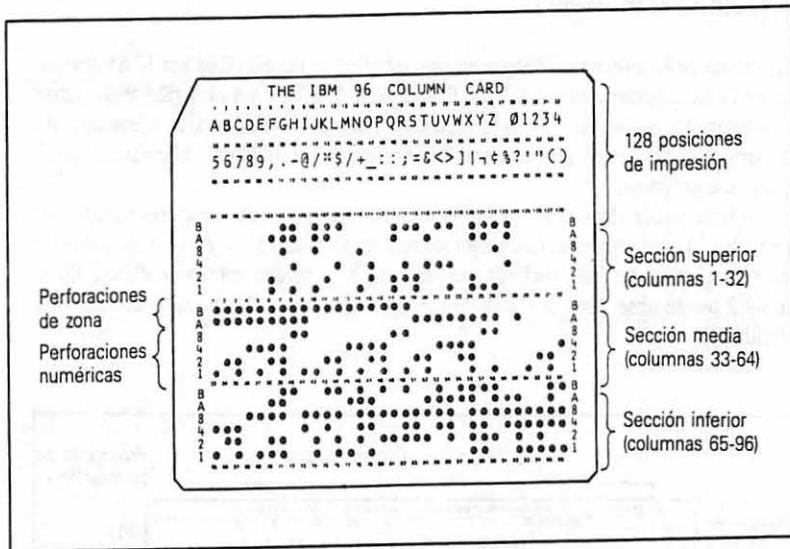


Figura 4.3. Minificha de 96 columnas.

Como ya hemos comentado, en la actualidad se sigue utilizando este tipo de soportes, aunque la forma de éstos y su sistema de codificación dependen de la aplicación concreta para la que han sido definidos. La Figura 4.4 nos muestra una tarjeta perforada actual.

■ CINTA PERFORADA

La cinta perforada es un soporte continuo que consiste en una cinta de papel (en ocasiones sobre una capa de plástico, utilizada para aumentar su resistencia), en el que se registra la información por medio de perforaciones circulares, de forma que un carácter se encuentra perforado sobre una columna perpendicular al eje longitudinal de la cinta; estas perforaciones se encuentran sobre canales paralelos a dicho eje longitudinal.

La cinta contenía un canal totalmente perforado que se utilizaba como canal de arrastre y permitía el perfecto posicionamiento de la misma sobre las unidades que la manejaban.

Comenzó a utilizarse con el télex y se ha estado empleando como soporte de información en computadoras hasta finales de los años setenta.

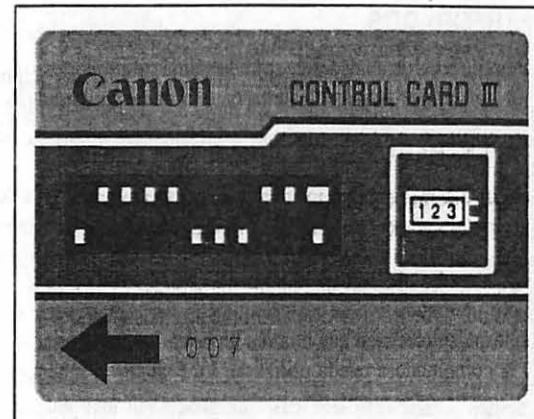


Figura 4.4. Tarjeta perforada.

Las cintas perforadas más utilizadas fueron las de 8, 6 y 5 canales, si bien es cierto que ha existido un gran número de modelos y sistemas de codificación. La Figura 4.5 muestra algunas de ellas.

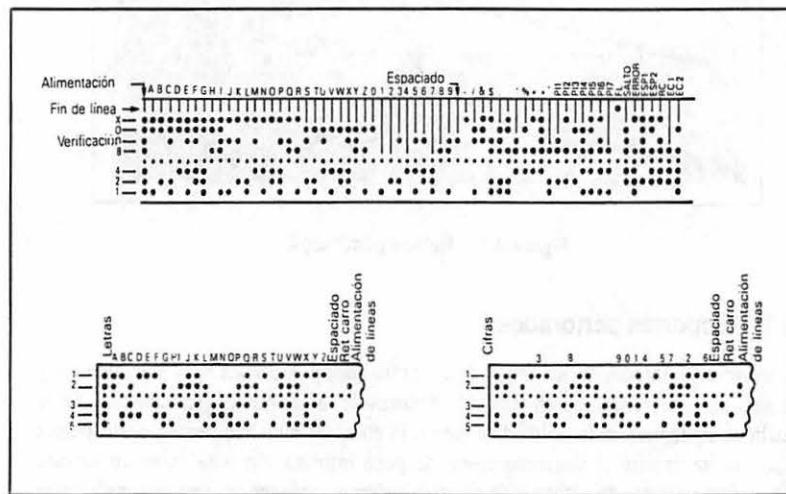


Figura 4.5. Cintas perforadas de 8 y 5 canales.

4.2.2. Unidades de entrada/salida para soportes perforados

Han existido muchos modelos de unidades de entrada/salida para soportes perforados, todos ellos de lectura y perforación relativamente lenta, entre los cuales citaremos los siguientes:

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA TARJETAS PERFORADAS

Estas unidades son las que manejan como soporte de información las tarjetas perforadas. Para cada tipo de tarjetas cabe distinguir las siguientes unidades:

- **Lectora de tarjetas.** En ella se depositan las tarjetas que se van a leer; éstas pasan secuencialmente por un dispositivo de lectura que convierte la presencia o ausencia de perforación en un impulso eléctrico que unido a un conjunto de ellos codifican la información para que la computadora pueda utilizarla. La Figura 4.6 muestra esquemáticamente la forma de una de estas máquinas.

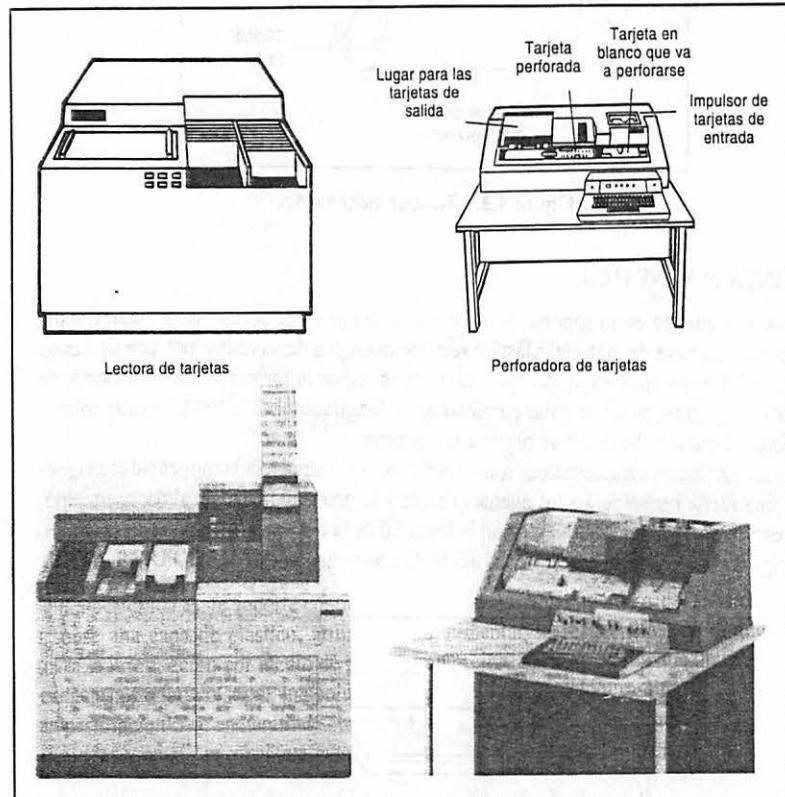


Figura 4.6. Lectora y perforadora de tarjetas.

- **Perforadora de tarjetas.** Su misión consiste en recibir datos de la computadora o de las personas y realizar las correspondientes perforaciones. Consta de un complejo dispositivo de perforación compuesto de varios depósitos de tarjetas y un teclado para la perforación manual. La Figura 4.6 también nos muestra el esquema de esta unidad.

- **Verificadora de tarjetas.** La misión de esta unidad, que suele aparecer incorporada en la anterior, consiste en la verificación de los datos perforados por medio de la repetición de la información que debe contener cada tarjeta.

La configuración actual de una unidad que maneja tarjetas perforadas es muy variada y viene incluida junto con otras unidades que realizan otras funciones.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA CINTA PERFORADORA

En general las unidades de entrada/salida para cinta perforadora sirven para ambos propósitos; es decir, para la lectura y para la perforación de la misma. En la mayoría de los casos van ligadas a un teclado-impresora, a través del cual se puede introducir la información que se quiere perforar, así como dar las órdenes oportunas para que la computadora realice la perforación de la información, y ésta se mantenga perforada en la cinta.

La Figura 4.7 muestra un detalle de una unidad de cinta perforada.



Figura 4.7. Unidad de cinta perforada.

4.3. MEDIOS MAGNÉTICOS

Los medios magnéticos son los que se basan en las propiedades magnéticas de algunos materiales para el registro de la información. Comenzaron a utilizarse a partir de la aparición de memorias a base de núcleos de ferrita (utilizadas como memoria central). Más tarde surgieron otros medios magnéticos más apropiados para el almacenamiento masivo debido fundamentalmente a la densidad de grabación que permitían y por ellos a la importante reducción del tamaño del soporte.

La mayoría de estos medios son utilizados como elementos de almacenamiento masivo de informatización en los sistemas informáticos.

4.3.1. Soportes magnéticos

Los soportes magnéticos son elementos físicos compuestos por una base de plástico o metal (aluminio) recubierta de una fina capa de material magnético (normalmente óxido de hierro) donde se registra la información en puntos magnetizables que se configuran según el tipo de soporte. Se utiliza la propiedad de imanarse que poseen determinados metales al ser sometidos a la acción de un campo magnético (producido por la cabeza de escritura), ya que mantienen la imanación al desaparecer éste. Igualmente se detectan los puntos magnetizados en el soporte por la corriente inducida que producen sobre un material conductor próximo (cabeza de lectura).

Estos soportes son los más utilizados en la actualidad, a pesar de que algunos de ellos han sido sustituidos por otros más eficaces.

En todos los casos se trata de soportes reutilizables, ya que la información que contienen puede ser borrada y grabada cuantas veces sea necesario.

La Figura 4.8 nos muestra un conjunto de soportes magnéticos de los utilizados en la actualidad.



Figura 4.8. Soportes magnéticos más utilizados.

■ TAMBOR MAGNÉTICO

En sus inicios, el tambor magnético fue utilizado como memoria central de algunas computadoras. Despues las memorias de ferrita lo desplazaron de este uso, quedando como soporte de almacenamiento masivo o memoria auxiliar.

Consiste en un cilindro hueco de metal recubierto de una fina capa de material magnético (generalmente óxido de hierro). La información se graba en pistas circulares perpendiculares al eje longitudinal del cilindro en puntos magnetizables agrupados en sectores a lo largo de cada pista. En la Figura 4.9 puede verse el esquema de un tambor magnético.

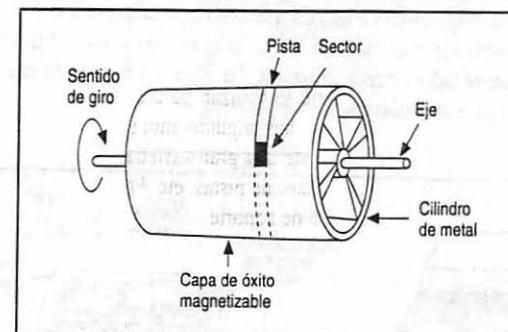


Figura 4.9. Tambor magnético.

■ CINTA MAGNÉTICA

La cinta magnética es un soporte de información continuo de acceso secuencial, constituido por una base de material plástico recubierta en una de sus caras por una fina capa de material magnético, en la que los caracteres se registran formando combinaciones de puntos magnetizados sobre pistas paralelas al eje longitudinal de la cinta; en cada columna perpendicular a dicho eje se registra un carácter.

Sus principales características son su resistencia mecánica, la homogeneidad magnética, una fuerte resistencia a los agentes físicos y la gran capacidad de almacenamiento, que está relacionada directamente con la longitud de la cinta y la densidad de grabación. La Figura 4.10 nos muestra la composición de una cinta magnética.

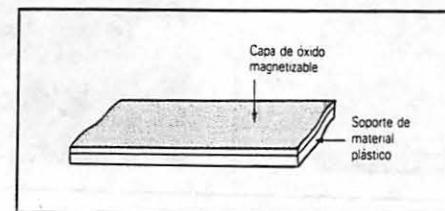


Figura 4.10. Cinta magnética.

Existen tres tipos de cintas magnéticas utilizadas como soportes de información en computadoras:

- **Cinta magnética en casete.** Son cintas encapsuladas en una pequeña caja de plástico que poseen una sola pista de grabación (en cada sentido). Un carácter se registra por medio de una serie de puntos magnetizados sobre la cinta. En ellas se puede grabar en ambos sentidos y sus longitudes oscilan entre 200 y 300 pies (60 y 90 m aproximadamente), con una densidad de 800 bpi (bytes por pulgada). Este tipo de soportes ha sido muy utilizado en microinformática en la segunda mitad de la década de los setenta y primera mitad de los ochenta, si bien en la actualidad han caído en desuso.
- **Cinta magnética encapsulada.** Son cintas magnéticas que se presentan en un cartucho de plástico o metal y generalmente se utilizan para unidades específicas de cada fabricante de computadoras, aunque ya hay algunos modelos estandarizados que son utilizados por distintos fabricantes. Existe una gran variedad de cintas en cartuchos de diferentes características, tamaños, número de pistas, etc. Podemos decir que la cinta de casete es un caso particular de este tipo de soporte.

La Figura 4.11 nos muestra dos tipos de cintas magnéticas encapsuladas.

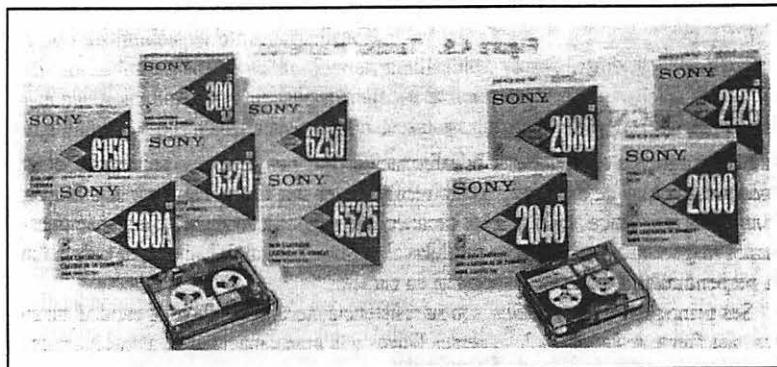


Figura 4.11. Cintas magnéticas en cartucho.

- **Cinta magnética universal.** Se trata de una cinta generalmente de media pulgada de anchura (12,7 mm), con un espesor de 0,048 mm y una longitud entre 600 y 2400 pies (195 a 780 m), soportada por un carrete de hasta 27 cm de diámetro, en la que la información se registra en puntos magnetizables sobre 7 o 9 pistas en alguno de los códigos BCD extendido, EBCDIC o ASCII.

La densidad de grabación de datos oscila entre 200 y 6250 bpi. Este valor depende del modelo de la unidad de cinta utilizada y de las características de la misma.

Estas cintas tienen en su principio y final unas marcas reflectantes que indican dónde comienza y termina la zona de cinta utilizable, reservándose unas zonas muertas para la manipulación de las mismas. Estos reflectores son detectados en las unidades correspondientes por medios fotoeléctricos.

La información se graba entre ambos reflectores, denominados punto de carga y fin de cinta. En primer lugar, se graba una marca de cinta (TM) que indica el comienzo de la información. Ésta se sitúa en bloques o registros físicos separados por zonas prohibidas sin información, denominadas gaps, IRG (*Inter Records Gaps*) o IBG (*Inter Bloks Gaps*). Los distintos registros de información de la cinta pueden ser de la misma o distinta longitud medida en número de caracteres. La Figura 4.12 nos muestra cómo queda constituida la información en una cinta magnética universal. En la Figura 4.13 podemos ver un carrete de cinta de este tipo.

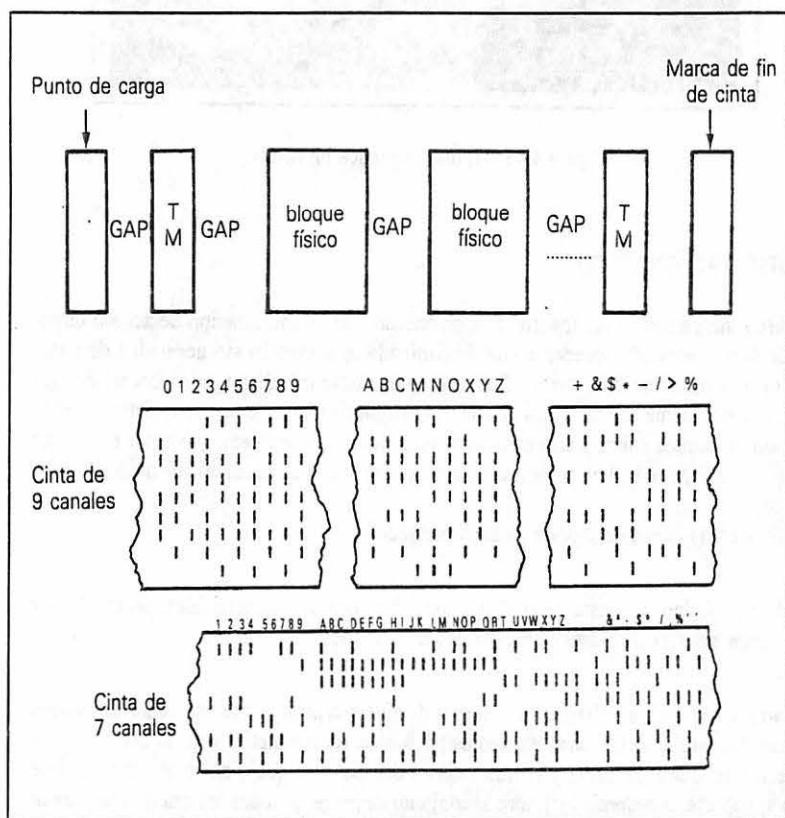


Figura 4.12. Información en una cinta magnética universal.

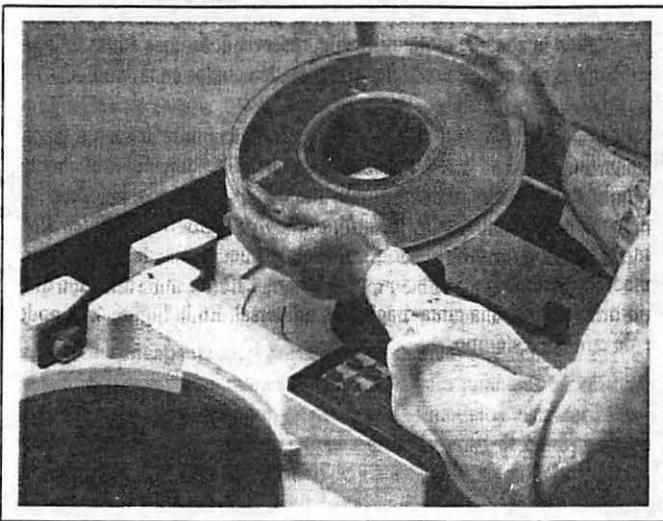


Figura 4.13. Cinta magnética universal.

■ DISCO MAGNÉTICO

El disco magnético es un soporte de almacenamiento de información de acceso directo; es decir, se puede acceder a una determinada información sin necesidad de pasar por toda la información anterior. Consiste en una base metálica (generalmente de aluminio) sobre la que hay una capa de material magnetizable en la que se registra la información en puntos sobre pistas concéntricas divididas en sectores, y éstos a su vez en bloques. La Figura 4.14 nos muestra esquemáticamente la composición de un disco magnético.

Existen dos tipos de soporte en disco magnético:

- **El disco único.** Consta de un disco con las dos caras magnetizables, protegido por una funda exterior de plástico en caso de ser extraible.
- **Paquete de discos (Diskpack).** Consta de un eje central al que van adheridos varios discos. En este caso las caras exteriores no suelen ser magnetizables, es decir, la cara superior del disco de arriba y la cara inferior del disco de abajo no se utilizan. En este tipo de soporte se denomina cilindro al conjunto de pistas de todos los discos que ocupan una misma posición (todas las que tienen igual diámetro).

Los tamaños más utilizados son los de 3½, 5¼, 8 y 14 pulgadas, oscilando el número de pistas entre 200 y 800 por cara que configuran otros tantos cilindros.

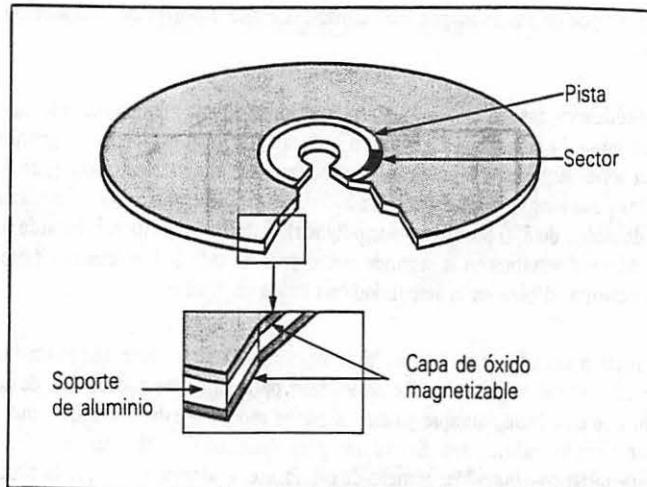


Figura 4.14. Disco magnético.

■ DISQUETE

El disquete es un soporte de información de acceso directo que consiste en un disco con una base de plástico recubierto de una fina capa de material magnetizable y con el mismo sistema de grabación y lectura que los anteriores.

El disquete, también denominado *disco flexible* o *floppy-disk*, está protegido por una funda de plástico en la que aparecen tres orificios o ventanas: una para el arrastre del disco, otra para el sincronismo y una última para la lectura y grabación de la información. Asimismo, posee una o más aberturas para protección contra escritura y borrado o para definir la densidad de grabación, y una etiqueta donde se representa algún indicativo o identificador del disquete y de su contenido. La Figura 4.15 nos muestra la composición de los disquetes de 3½ y de 5¼ pulgadas.

Los tamaños de disquete más utilizados son los de 3½ y 5¼ y 8 pulgadas, medidas que se corresponden al diámetro del disco y, además, los más pequeños van encapsulados en una funda de plástico duro para darles mayor resistencia. El número de pistas oscila entre 35 y 80 por cada cara, teniendo en cuenta que existen disquetes que sólo utilizan una de sus caras. Asimismo, existen discos que permiten grabación con dos tipos de densidades denominados de baja y alta densidad. La Figura 4.16 nos muestra varios disquetes.

Los disquetes son soportes que, debido a la manipulación que permiten, precisan una serie de cuidados especiales. Estos cuidados aparecen indicados en la Figura 4.17 de forma esquemática; también suelen venir indicados en las fundas de los propios disquetes.

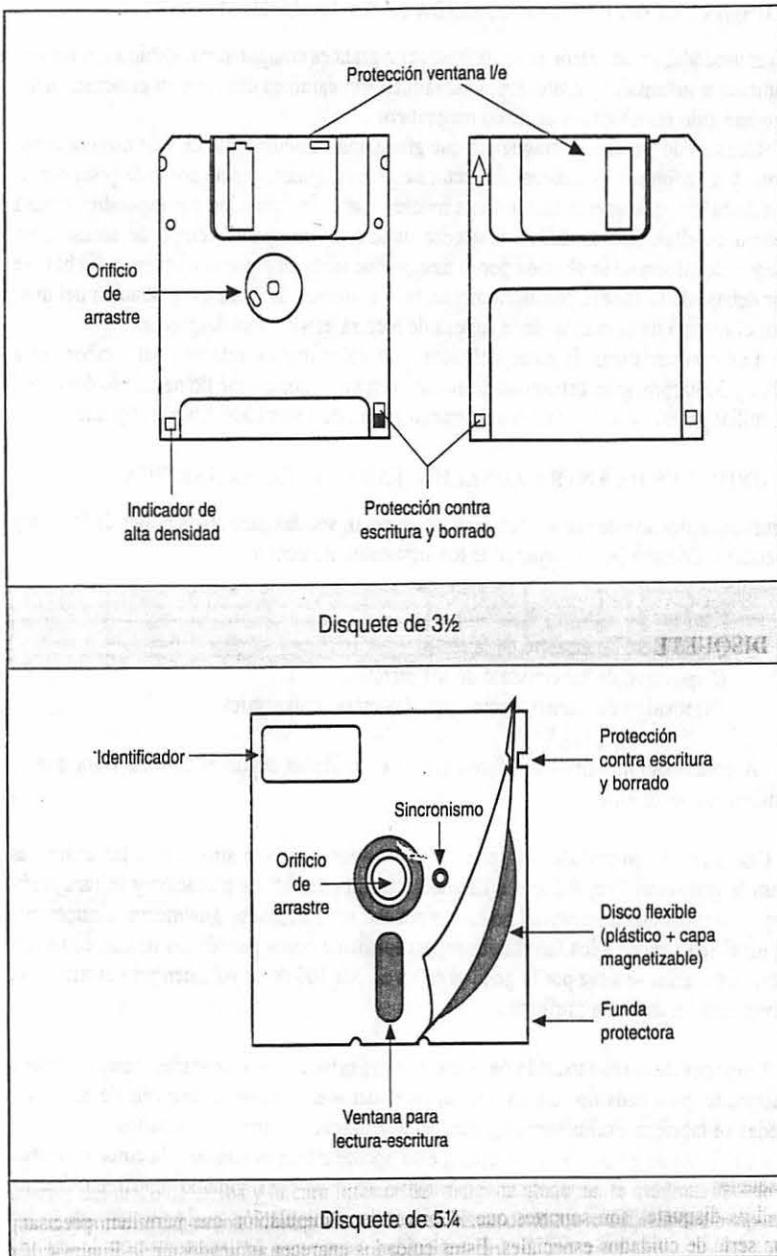


Figura 4.15. Composición de un disquete.



Figura 4.16. Disquetes.

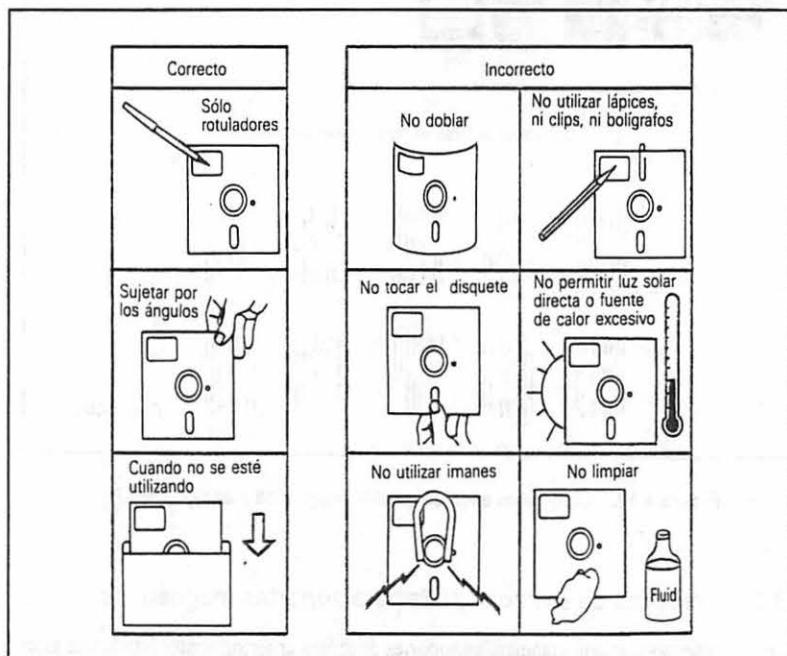


Figura 4.17. Precauciones en el manejo de disquetes.

■ CARACTERES ESCRITOS EN TINTA MAGNÉTICA (MIC)

Una de las primeras técnicas utilizadas para el registro de información sobre documentos fue la de los caracteres escritos en tinta magnética. Tienen la ventaja de ser reconocibles directamente por las unidades que los manejan (reconocimiento magnético) y por las personas puesto que los caracteres tiene su forma habitual.

Esta técnica se introdujo en la industria bancaria y se utiliza en documentos para la realización de operaciones financieras (cheques, tarjetas de crédito, etc.).

Un modelo muy utilizado de este tipo es el denominado caracteres magnéticos codificados en 7 barras (CMC7), que junto con el modelo clásico aparece representado en la Figura 4.18.

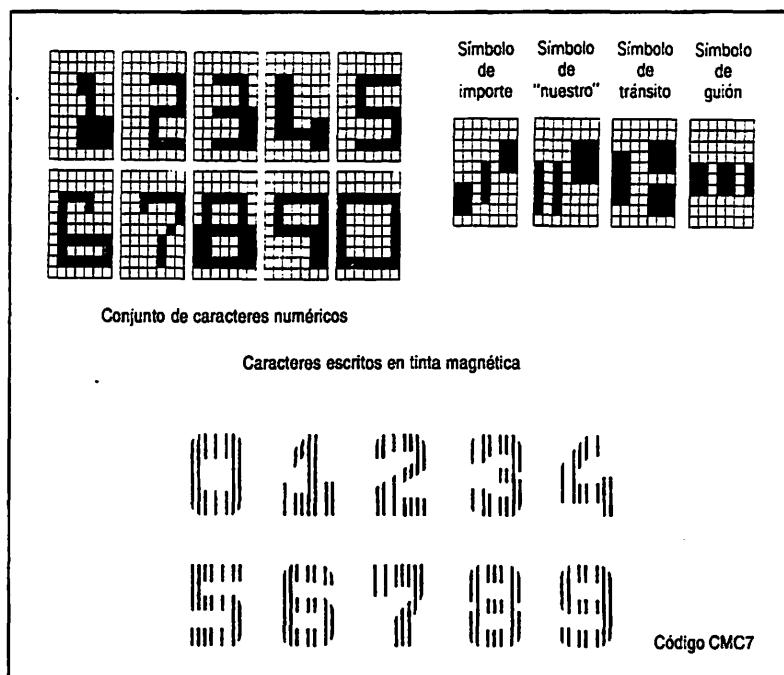


Figura 4.18. Caracteres escritos en tinta magnética y código CMC7.

4.3.2. Unidades de entrada/salida para soportes magnéticos

Estas unidades son las que manejan los soportes descritos anteriormente. Existe una gran variedad de ellas y tienen la particularidad de ser más rápidas que las unidades para soportes perforados.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA TAMBOR MAGNÉTICO

Estas unidades se utilizaron principalmente en grandes computadoras debido fundamentalmente a su tamaño y coste. En la actualidad han caído en desuso y su principal sustituto han sido las unidades de disco magnético.

Constan de un tambor magnético que gira a una velocidad grande y de manera constante, y un conjunto de cabezas de lectura/escritura, generalmente por cada pista o grupos de pistas, que operan una a una a medida que la información correspondiente pasa debajo de ellas. Son unidades de acceso directo en las que el tiempo de acceso a un bloque de información se mide por el tiempo que tarda en pasar el comienzo del bloque por debajo de la cabeza correspondiente, más el tiempo de lectura o grabación del mismo; el tiempo de selección de la cabeza de lectura/escritura se desprecia.

Las características de estas unidades son: velocidad de rotación del tambor entre 3500 y 5000 rpm, gran capacidad de almacenamiento, tiempo medio de acceso del orden de milisegundos y una velocidad de transferencia de hasta 1500 Kb por segundo.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA CINTA MAGNÉTICA

Estas unidades son de almacenamiento secuencial, válidas para operaciones de lectura y escritura. Constan por lo general de los siguientes elementos:

- Cabezas de lectura y escritura.
- Dispositivo de arrastre de la cinta.
- Dispositivo de movimiento de los carretes.
- Dispositivo de amortiguación para las cintas universales.

A continuación vamos a diferenciar estas unidades según el tipo de cinta que utilizan como soporte.

• **Unidades de entrada/salida para cinta en casete.** Son similares a las utilizadas para la grabación y reproducción de audio; tienen un nivel de grabación y lectura prefijado. Los aparatos domésticos de casete pueden ser utilizados, igualmente, siempre que el nivel sea similar a los fabricados específicamente como periféricos de una computadora. Este nivel se sitúa por lo general en un 75 por 100 de su volumen para escritura; el nivel para lectura está prefijado.

• **Unidades de entrada/salida para cinta encapsulada.** Son unidades específicamente fabricadas para cada tipo de los diferentes modelos existentes. La mayoría de estas unidades se fabrican exclusivamente para un determinado sistema informático.

La forma de grabación y lectura en este tipo de cintas es similar a la cinta universal, y se utilizan para el almacenamiento masivo de datos configurando fundamentalmente copias de seguridad y el almacenamiento de archivos históricos. Se diferencian de las unidades de cinta universal en que no poseen dispositivo de amortiguación de la cinta debido a que trabajan a velocidades de lectura y escritura inferiores. La Figura 4.19 nos muestra una unidad de cinta encapsulada.

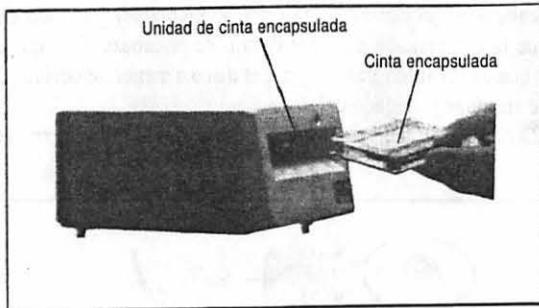


Figura 4.19. Unidad de cinta encapsulada.

- Unidades de entrada/salida para cinta universal.** Presentan un aspecto de armario o consola con una tapa de protección transparente en cuyo interior figuran dos depósitos para carrete: uno, para la cinta que hay que leer o grabar y otro, como receptor de la misma. Entre ambos aparecen los dispositivos de lectura y grabación, así como el de arrastre y amortiguación de la cinta. La Figura 4.20 nos muestra un grupo de unidades de cinta universal.

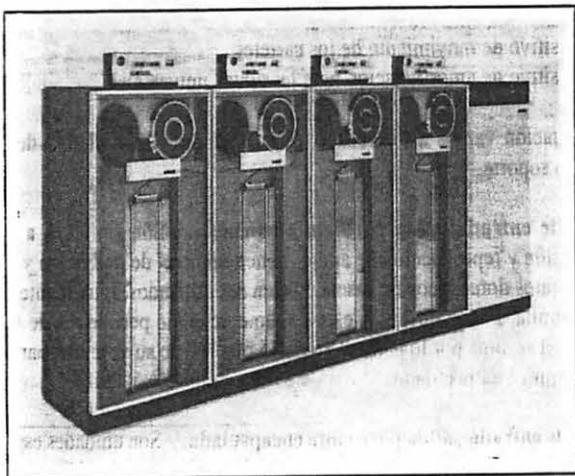


Figura 4.20. Unidades de cinta universal.

Estas unidades, debido a las altas prestaciones para las que han sido creadas, como alta velocidad de lectura y escritura así como alta densidad de grabación, tienen complicados dispositivos para el manejo de la cinta y su lectura/escritura. Estos dispositivos están representados esquemáticamente en la Figura 4.21.

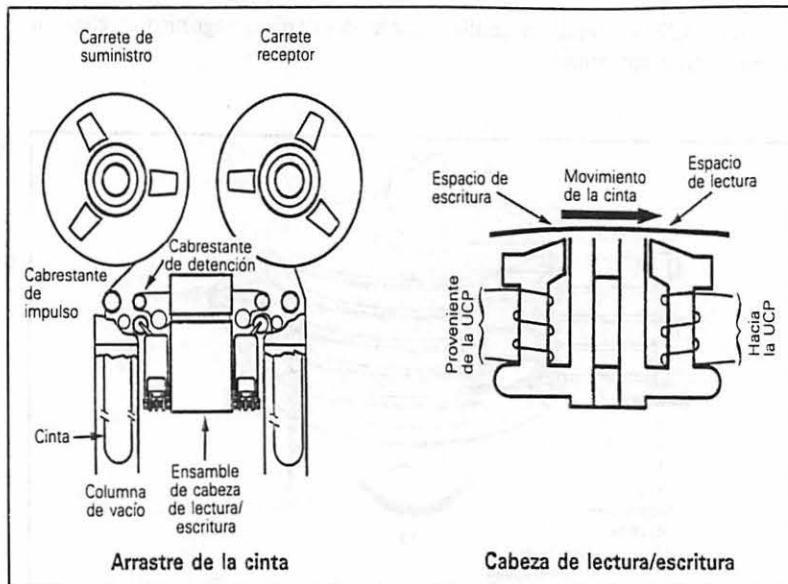


Figura 4.21. Detalles de los dispositivos de una unidad de cinta universal.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA DISCO MAGNÉTICO

Estas unidades se utilizan para el manejo de los discos magnéticos, que pueden ser fijos o removibles; es decir, el disco o paquete de disco puede venir en la unidad de manera insustituible, denominándose en este caso disco fijo, o puede ser sustituido en cualquier momento, en cuyo caso recibe el nombre de disco removable. Estas unidades constan de los siguientes elementos:

- Un dispositivo de arrastre que mantiene los discos en continuo movimiento y a velocidad constante (esto no es siempre cierto en computadoras pequeñas).
- Un peine de cabezas de lectura/escritura (una por cara magnetizable) capaz de moverse radialmente sobre la superficie de los discos. En algunos casos de unidades rápidas de discos existe más de cabeza por cara magnetizable para que el tiempo de acceso a la información sea menor (estos casos son los típicos de utilización de disco como memoria virtual de una computadora).

El tiempo de acceso a una información de un disco magnético es relativamente pequeño. Este se descompone en: tiempo de posicionamiento del peine, tiempo de selección de la cabeza de lectura/escritura (casi despreciable) y tiempo de espera de rotación hasta que la información pase por debajo de la cabeza.

La Figura 4.22 nos muestra un detalle de una unidad de disco magnético, así como un esquema de sus componentes.

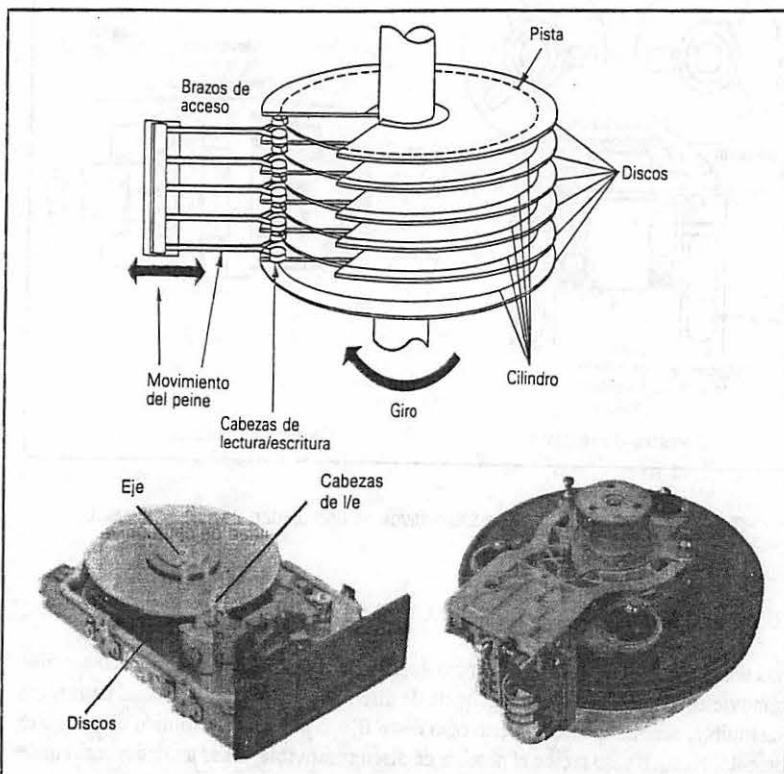


Figura 4.22. Detalles y esquema de una unidad de disco magnético.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA DISQUETE

Son unidades de composición similar a las de discos magnéticos, pero de tamaño más reducido. Reciben también el nombre de disqueteras. En este caso los disquetes siempre son intercambiables para aumentar la capacidad de almacenamiento.

Estas unidades llevan un juego de cabezas de lectura/escritura que se mueven de forma radial a lo largo del disquete por la zona magnetizable y un dispositivo de giro del disco, con la diferencia respecto al caso anterior de que no gira permanentemente, sino sólo cuando realiza operaciones de lectura/escritura.

El tiempo de acceso a una información en un disquete es relativamente pequeño y se mide igualmente descomponiéndose en: tiempo de posicionamiento del peine, tiempo de

selección de la cabeza de lectura/escritura (casi despreciable) y tiempo de espera de rotación hasta que la información pase por debajo de la cabeza. En estas unidades el tiempo es mayor que en las anteriores por girar el disco a menor velocidad y ser necesario un período de arranque y frenado del disco.

La Figura 4.23 nos muestra una unidad de disquete y un detalle interno de la misma.

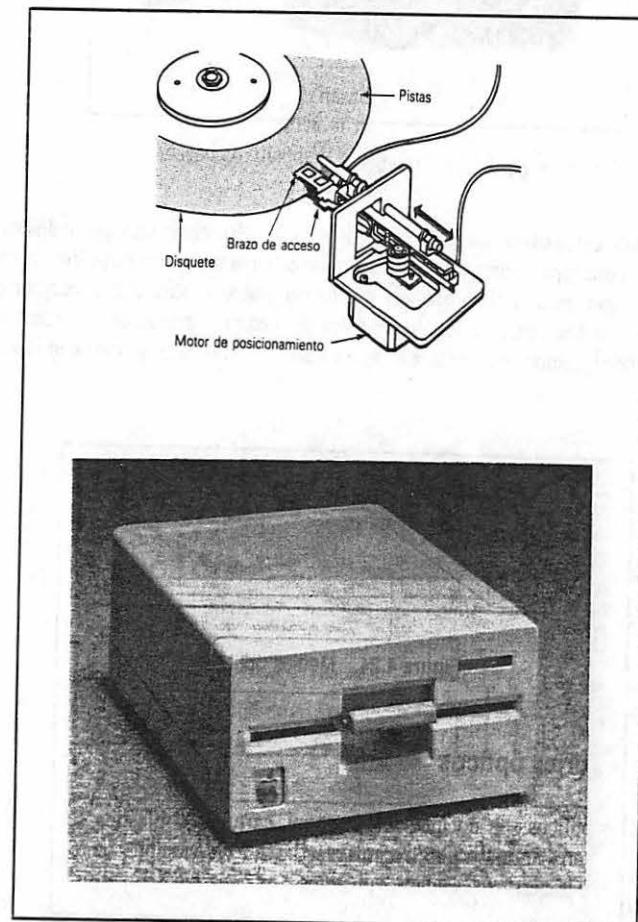


Figura 4.23. Unidad de disquete y detalle interno.

■ UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA PARA TINTA MAGNÉTICA

Son unidades para lectura y escritura de caracteres en tinta magnética que suelen tener un tipo especial para cada aplicación, si bien existen modelos normalizados.

Para la escritura se utiliza una máquina denominada inscriptora electrónica o una impresora de caracteres que utiliza una tinta magnética especial. El dispositivo de lectura viene generalmente incorporado en otro tipo de unidades, como puede ser las unidades para la realización de operaciones financieras.

4.4. MEDIOS ÓPTICOS

Los medios ópticos son aquellos que se basan en propiedades ópticas generalmente relacionadas con la reflexión de la luz. En la actualidad se están utilizando como elementos reconocedores de estas propiedades dispositivos basados en rayos láser (Figura 4.24).

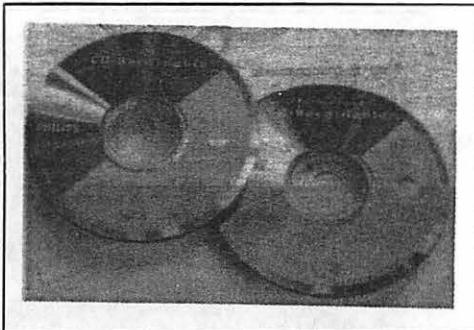


Figura 4.24. Medios ópticos.

4.4.1. Soportes ópticos

Los soportes ópticos son documentos de papel, cartulina o plástico sobre los que se escriben caracteres normalizados o marcas fácilmente reconocibles tanto por las máquinas como por las personas. Dichos caracteres o marcas pueden ser escritos de forma automática por máquinas de escribir o impresoras de computadora o también de forma manual.

El documento base donde se encuentran los caracteres o marcas tiene características que dependen de la aplicación que se trate. Actualmente existen multitud de modelos de escritura y lectura y aplicaciones que los utilizan.

Uno de los modelos de caracteres que más se ha utilizado es el 7B, fundamentalmente en tarjetas de crédito y otros documentos comerciales y financieros. Este modelo podemos verlo representado en la Figura 4.25.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRS
TUVWXYZ123456789.,
'-{ }%?[]^& : ; = + / \$ * " &

Figura 4.25. Modelo 7B de caracteres ópticos.

Existen formatos de caracteres ópticos que se escriben a mano, basados en unos caracteres modelo como los que se representan en la Figura 4.26.

 A scanned image of a tax form (1040EZ) from 1988. The top right corner contains a grid of numbers from 1 to 0, labeled 'Favor de escribir sus números así.' Below this are fields for name and address, followed by a row of boxes for Social Security number. Further down are fields for campaign contributions and a handwritten amount in dollars and cents. At the bottom left is a section for calculating taxes.

Figura 4.26. Caracteres ópticos manuscritos.

Las marcas ópticas utilizadas dependen de la aplicación de que se trate, puesto que vienen condicionadas por el tipo y formato de los documentos que se utilicen. Entre otros tipos de aplicaciones podemos citar la realización de exámenes del tipo test, en los que se marcan determinadas señales para indicar las respuestas que posteriormente serán reconocidas por la correspondiente lectora, y la confección de apuestas en las que por medio de signos o cruces colocados en determinadas posiciones se realizan las mismas. La Figura 4.27 nos muestra este tipo de soportes ópticos.

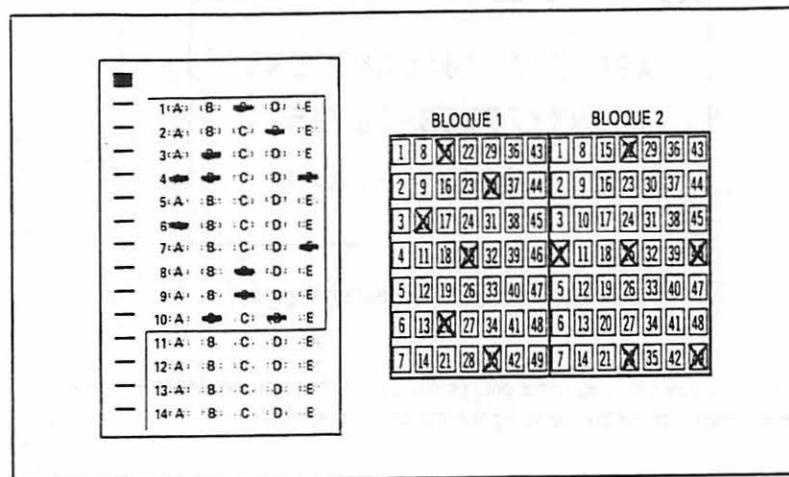


Figura 4.27. Soportes para marcas ópticas.

En aplicaciones comerciales se utiliza cada día más el denominado **código universal de productos** (*Universal Product Code-UPC*), consistente en una representación de caracteres a base de barras de anchura y separación variable; también se le conoce con el nombre de **código de barras**. En la Figura 4.28 se representan algunas variaciones de este tipo de códigos.

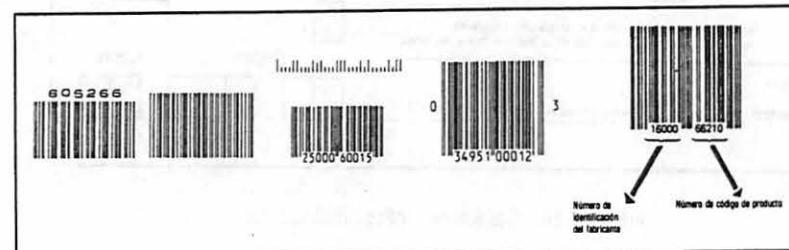


Figura 4.28. Código universal de productos (UPC).

■ DISCO ÓPTICO

El soporte de información en disco óptico, también denominado **disco compacto** (*Compact disk-CD*), aparece como consecuencia de su alta difusión en el mundo de la música y la imagen, donde recibe el nombre de *compact-disk* o *video-disk*, y se utiliza en este

ámbito para el registro de señales analógicas digitalizadas, tanto musicales como de vídeo, con una alta calidad y densidad de grabación. Por tanto, y debido a sus características, el disco óptico configura un soporte de información de alta densidad y por ello de alta capacidad de almacenamiento de datos sensiblemente superior a la de los discos magnéticos y que puede oscilar entre varios cientos de megabytes y un gigabyte por cara del disco.

La información se registra, en el caso más general, en una superficie donde se generan minúsculas perforaciones denominadas *pits*, capaces de ser detectadas mediante la incisión sobre ellas de un rayo láser que será reflejado de distinta forma si existe o no dicha perforación.

Estos soportes pueden ser de sólo lectura, en cuyo caso reciben el nombre de CD-ROM (*Compact Disk-Read Only Memory*), o de lectura y grabación, en cuyo caso se

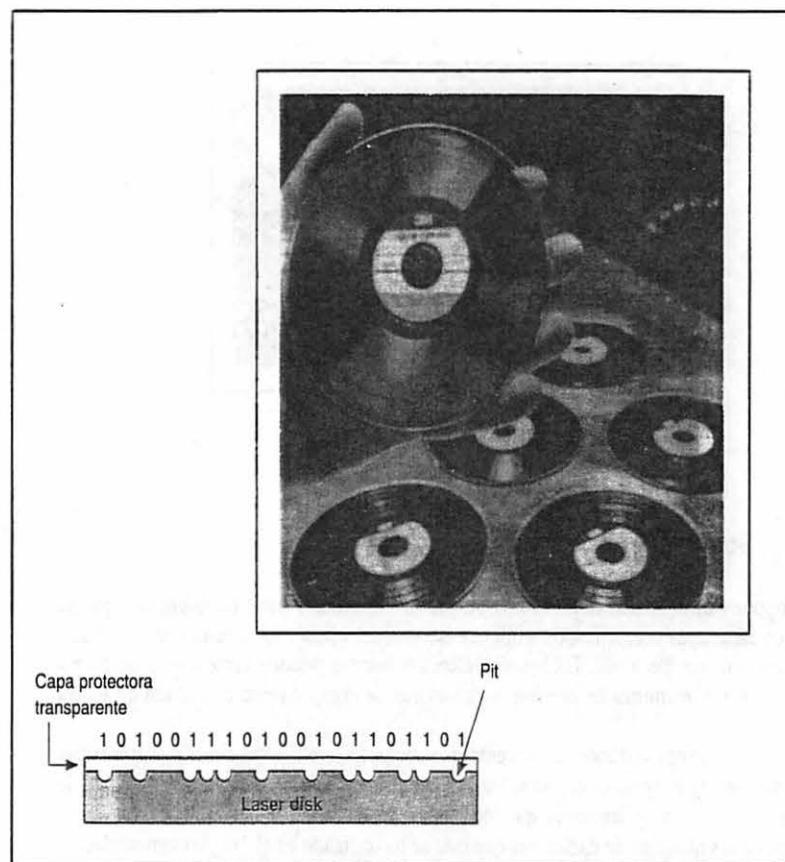


Figura 4.29. Disco óptico.

denominan *Magneto-optical disk Rewritable*. Actualmente se utilizan para el registro masivo de información y en presentaciones multimedia donde es necesario registrar un gran número de imágenes y sonidos con unas grandes exigencias de memoria.

La Figura 4.29 nos muestra una forma de registro sobre un disco óptico y su forma actual de presentación, que como puede observarse es similar a la de los disquetes magnéticos de 3½ o 5¼ pulgadas.

4.4.2. Unidades de entrada/salida para soportes ópticos

Son máquinas capaces de reconocer un tipo determinado de caracteres o marcas ópticas y enviar a la computadora las codificaciones correspondientes.

El reconocimiento de caracteres ópticos OCR (*Optical Character Recognition*) se basa en el principio de reflexión de la luz; el carácter a reconocer se divide en una matriz de puntos en los que aparecerá o no marcado, genera por cada punto un bit y se compara el conjunto de ellos con matrices patrones de los caracteres que hay que reconocer.

El reconocimiento de marcas ópticas es más sencillo que el de caracteres por estar éstas en determinadas posiciones fácilmente detectables por la máquina y no necesitar comparación con patrones.

En las máquinas para el código de barras se utiliza como elemento de lectura un lápiz óptico o un haz luminoso formado por un rayo láser capaz de realizar una imagen tridimensional (imagen holográfica) que permite leer el código en cualquier posición. La Figura 4.30 muestra una unidad de reconocimiento del código de barras.



Figura 4.30. Lectora de código de barras.

Con la aparición de los discos ópticos, que se están imponiendo poco a poco como elemento de almacenamiento en disco del futuro, tenemos unidades para la lectura y escritura de los mismos; éstos utilizan una técnica avanzada de grabación y lectura donde se analizan las reflexiones de determinadas longitudes de onda sobre una superficie por medio de un haz luminoso producido por un rayo láser. En la Figura 4.31 puede verse una unidad de disco óptico.

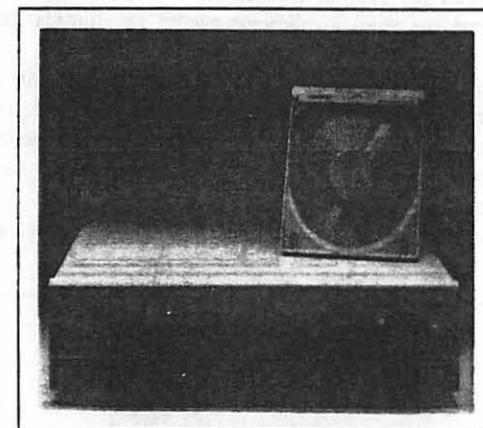


Figura 4.31. Unidad de disco óptico.

4.5. TERMINALES DE TECLADO-PANTALLA

Son unidades compuestas por una pantalla o tubo de rayos catódicos (*Catodic Ray Tube-CRT*) como elemento visual de salida de datos y un teclado como elemento de entrada, que permiten comunicarse entre sí a la computadora y al usuario.

La **pantalla** o *display* consiste en un sistema de representación mediante configuraciones de puntos luminosos denominados *pixels*. Se denomina **resolución** de la pantalla al número de pixels que posee. Existen pantallas de muchos tipos y con diferentes resoluciones, entre las que destacamos la monocromática y las de color de baja y alta resolución. A veces las pantallas se distinguen por la tarjeta que las controla y que está relacionada directamente con su resolución (pantallas CGA, EGA, VGA, SVGA, etc.).

Las pantallas tienen una pequeña memoria local, denominada **buffer de pantalla**, que almacena toda la información reflejada en ella y la mantiene mientras no venga información nueva o aparezca una orden de borrado.

Disponen, además, de un dispositivo *echo* por el que todos los datos que se introducen por el teclado son reflejados automáticamente en la pantalla.

Otro dispositivo, denominado **enrollamiento** o *scroll*, permite visualizar más datos de los que caben en la pantalla, eliminando la línea superior y desplazando las restantes un lugar hacia arriba, con lo que queda libre la línea inferior.

El teclado es un dispositivo que permite la comunicación entre el usuario y la computadora. Dispone de un conjunto de teclas agrupadas en cuatro bloques denominados alfabetico, numérico, de control y teclas de función, de tal forma que pulsando cada una de ellas se transfiere su codificación a la computadora. Existen algunas teclas que actúan como desplazadores de bits y nos permiten ampliar el conjunto de caracteres y órdenes que podemos enviar a la computadora desde el teclado (mayúsculas, control, alterna, etc.). También hay que destacar que las teclas de función no tienen una designación de funciones definidas, de forma que en cada aplicación pueden ser utilizadas para lo que se requiera.

El teclado más utilizado es el tipo QWERTY con un conjunto de 104 teclas físicas; desde el punto de vista lógico se puede convertir en una gran variedad de teclados (teclado americano, inglés, español, etc.) a través de programas de configuración del teclado. Asimismo, el teclado lleva una memoria local denominada **buffer del teclado** que nos permite almacenar una serie de líneas escritas en el mismo.

La Figura 4.32 nos muestra una pantalla y dos tipos diferentes de teclado.

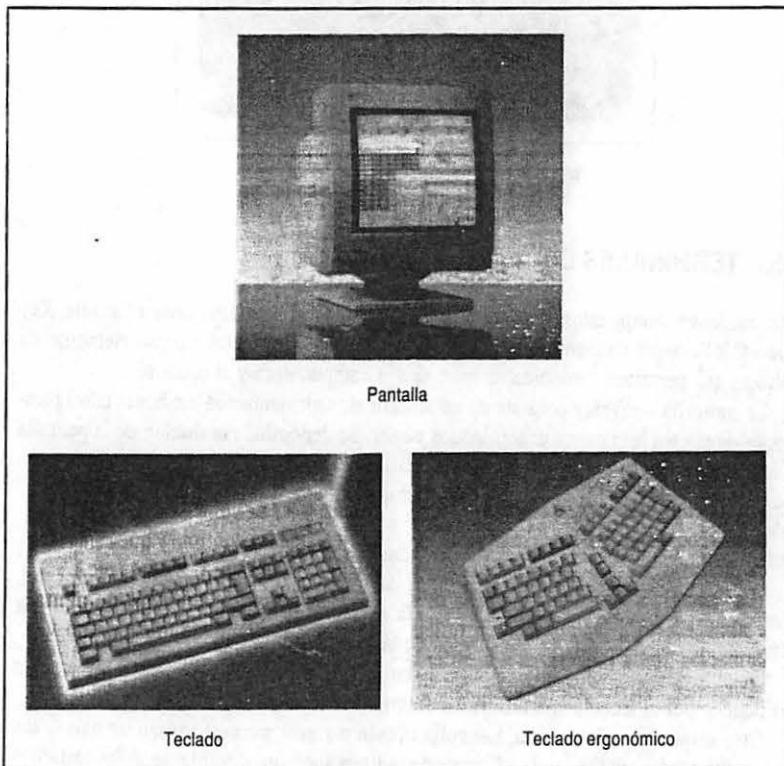


Figura 4.32. Monitor informático y teclados.

En la Figura 4.33 podemos observar esquemáticamente los elementos de una pantalla y un teclado.

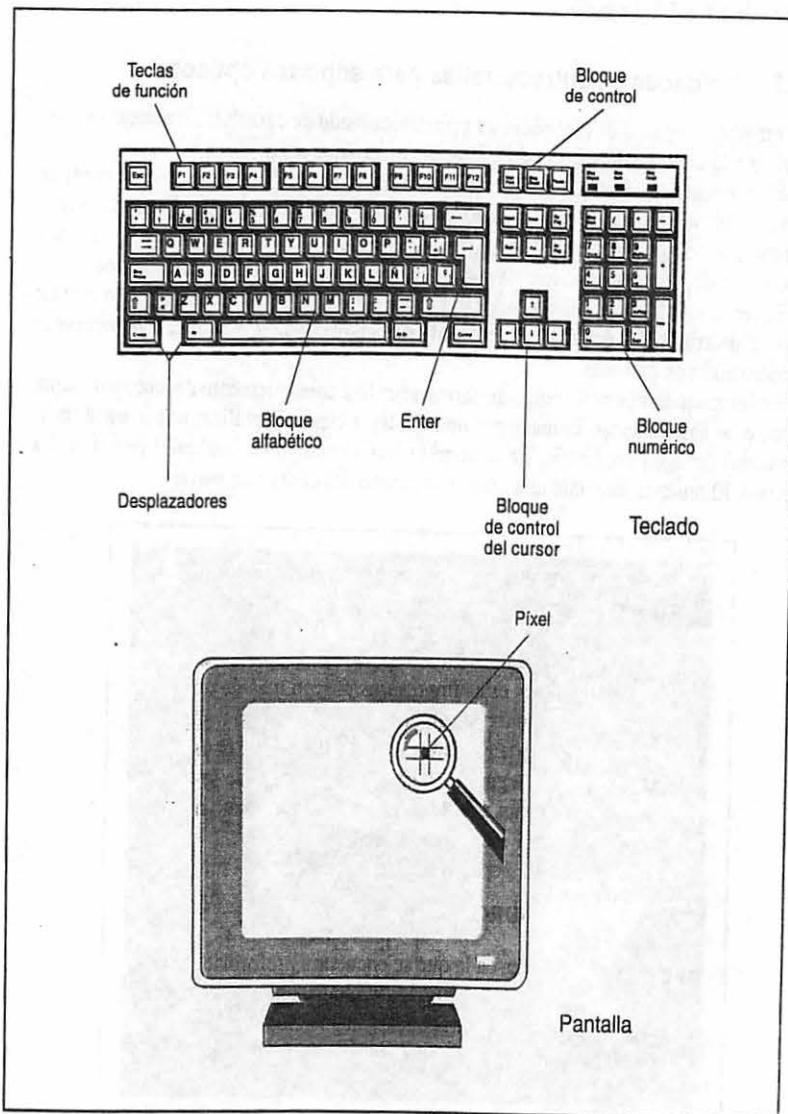


Figura 4.33. Elementos de una pantalla y un teclado.

4.6. IMPRESORAS

Las impresoras son unidades de salida de datos soportados en papel. Permiten la obtención de listados impresos tanto de archivos como de resultados de los procesos, de forma legible por las personas. Existen modelos de impresoras que, además, graban sobre una pequeña banda magnética todo lo que escriben, de manera que la información puede ser recuperada por la impresora para su envío a la computadora.

Existen multitud de tipos y modelos. Se clasifican por el modo de impresión de los caracteres (impresoras con o sin impacto) y por el número de caracteres que pueden escribir simultáneamente (impresoras de caracteres, líneas o páginas).

4.6.1. Impresoras con impacto

Las impresoras con impacto son aquellas que para conseguir la impresión de los caracteres sobre el papel precisan golpear contra éste un carácter preformado en relieve o configurado por una cabeza de escritura.

La ventaja de este tipo de impresoras es que tienen la posibilidad de hacer copias simultáneas (con la escritura de un solo documento pueden obtenerse varias copias del mismo). Como desventaja puede considerarse el ruido producido con el golpeo.

Las impresoras con impacto más comúnmente utilizadas son las siguientes:

■ IMPRESORA DE MARGARITA

Su cabeza de impresión es una margarita que en sus hojas contiene caracteres preformados en relieve. Para la impresión de cada carácter se precisa de un giro de la margarita. Al encontrarse el carácter delante del martillo, éste lo golpea produciendo la impresión.

En la mayoría de los casos estas impresoras poseen más de una margarita. Estas se pueden intercambiar para obtener una impresión con distintos tipos de letras.

Esta impresora es muy lenta debido a sus características, consiguiéndose velocidades de 50 cps (caracteres por segundo), y pertenece al grupo de las impresoras de caracteres. En la Figura 4.34 podemos ver un esquema del mecanismo de impresión con margarita.

■ IMPRESORA DE CILINDRO

Consta de una cabeza cilíndrica en la que se encuentra preformado en relieve inverso el juego de caracteres. El cilindro tiene dos movimientos, uno circular y otro vertical. Estos permiten la confrontación de cada carácter con la posición a imprimir; obtenida la posición y seleccionado el carácter correspondiente, se produce un golpeo, por medio de un martillo a través de una cinta calco, que imprime dicho carácter. Esta impresora también pertenece al grupo de las de caracteres y al igual que la margarita es una impresora lenta cuyas velocidades han girado en torno a los 30 cps. En la Figura 4.35 podemos observar un esquema del mecanismo de impresión con cilindro.

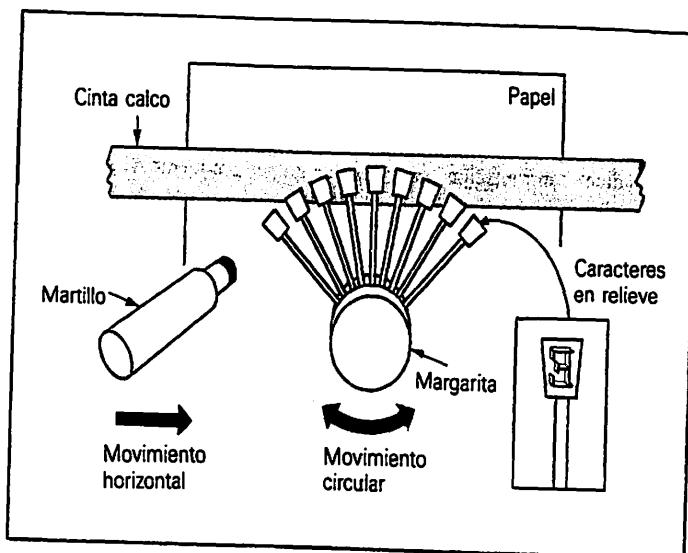


Figura 4.34. Mecanismo de impresión con margarita.

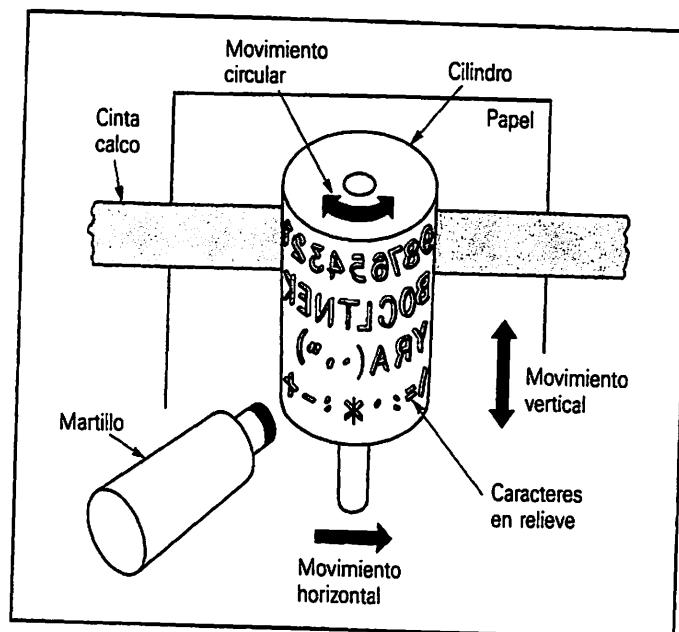


Figura 4.35. Mecanismo de impresión con cilindro.

■ IMPRESORA DE BOLA

Consta de una cabeza de impresión en forma de bola en la que se encuentra preformado en relieve inverso un juego de caracteres. La bola tiene dos movimientos, uno circular y otro basculante, que permiten la confrontación de cada carácter con la posición a imprimir; obtenida dicha confrontación, se produce un golpeo por medio de un martillo que a través de un calco imprime el carácter deseado. También se trata de una impresora de caracteres cuyas velocidades oscilan alrededor de los 30 cps. En la Figura 4.36 podemos ver el mecanismo de impresión con bola.

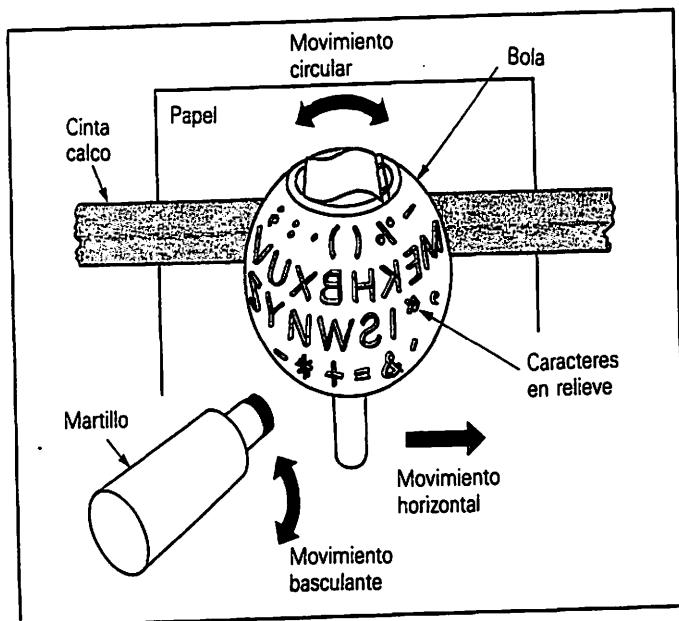


Figura 4.36. Mecanismo de impresión con bola.

■ IMPRESORA DE MATRIZ DE PUNTOS

Consta de una cabeza de impresión en la que, por medio de unos electroimanes que llevan en su interior unos punzones, se configura el carácter a imprimir. Existen muchos tipos de cabeza de matriz de puntos con distintas cantidades de punzones. Incluso se presentan impresoras con más de una cabeza de matriz de puntos. Este tipo de impresoras pertenecen al grupo de impresoras de caracteres si tienen una sola cabeza y al de las impresoras de líneas si poseen más de una cabeza de impresión. Las velocidades que se obtienen oscilan entre los 80 y 400 cps. La Figura 4.37 nos muestra el esquema del mecanismo de impresión con matriz de puntos.

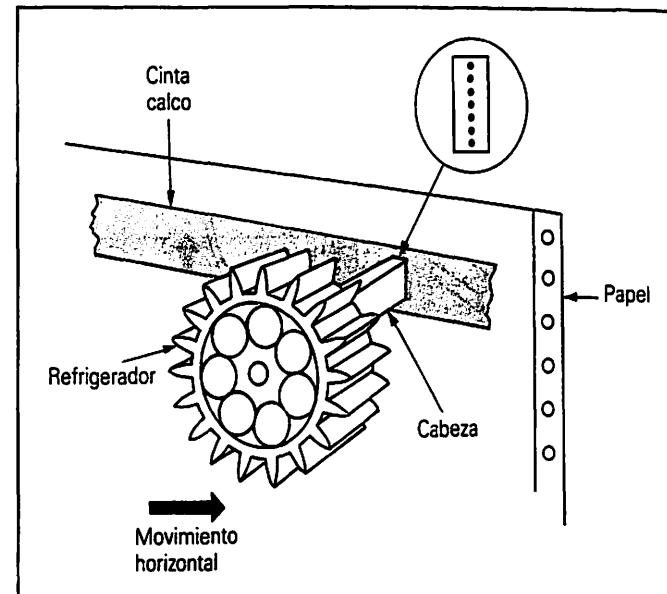


Figura 4.37. Mecanismo de impresión con matriz de puntos.

■ IMPRESORA DE TAMBOR

Consta de un tambor en el que existe preformado en relieve un juego de caracteres por cada posición a imprimir en una línea. Tiene, además un martillo por cada juego de caracteres o posición, los cuales en una vuelta del tambor golpean sobre el papel a través de un calco al pasar por delante de ellos el carácter a imprimir en cada posición. Pertenece al grupo de impresoras de líneas y puede imprimirse una línea por vuelta del tambor. Se consiguen velocidades de hasta 2000 lpm (líneas por minuto), que pueden equipararse a 264 000 cps (caracteres por minuto) o 4400 cps. La Figura 4.38 nos muestra el esquema del mecanismo de impresión con tambor.

■ IMPRESORA DE RUEDAS

Es similar a la anterior, con la diferencia de que cada juego de caracteres preformados está soportado por un cilindro o rueda que gira independientemente del resto. Cada rueda gira hasta seleccionar el carácter que corresponde imprimir en su posición. Seleccionados los caracteres a imprimir en una línea, se imprimen simultáneamente por golpeo de un martillo que abarca toda la línea o por un conjunto de ellos. Esta impresora, al igual que la anterior, pertenece al grupo de impresoras de líneas, aunque las velocidades que se consiguen son pequeñas debido a la complejidad de sus mecanismos; giran en

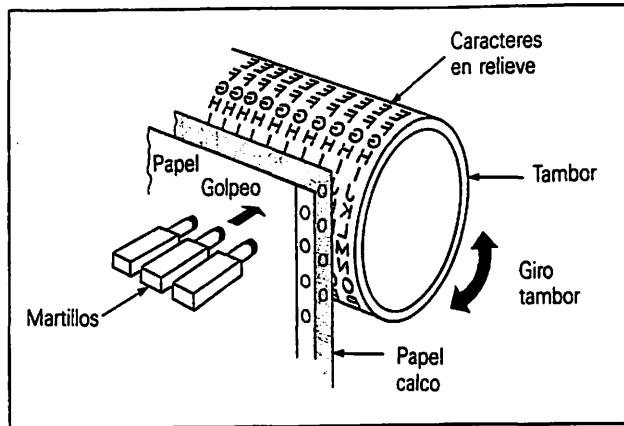


Figura 4.38. Mecanismo de impresión con tambor.

torno a las 150 lpm, que equivalen a 19 800 cpm o 330 cps. En la Figura 4.39 puede verse el mecanismo de impresión con ruedas.

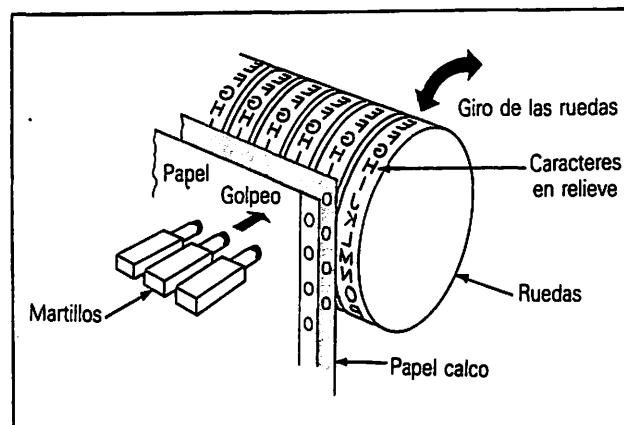


Figura 4.39. Mecanismo de impresión con ruedas.

■ IMPRESORA DE CADENA

Esta impresora consta de un tren de caracteres en forma de cadena en el que aparecen preformados en relieve uno o más juegos de caracteres. Tiene, además, un martillo por cada carácter o posición a imprimir en una línea. Su funcionamiento se basa en el si-

guiente proceso: el tren gira continuamente a gran velocidad y cada martillo golpea sobre el papel a través de un calco al pasar por delante el carácter a imprimir. Se trata de una impresora de líneas donde se puede escribir más de una línea por cada vuelta completa de la cadena. Las velocidades que se consiguen giran en torno a las 2400 lpm, que equivalen a 306 800 cpm o 5113 cps aproximadamente. La Figura 4.40 nos muestra un esquema del mecanismo de impresión con cadena.

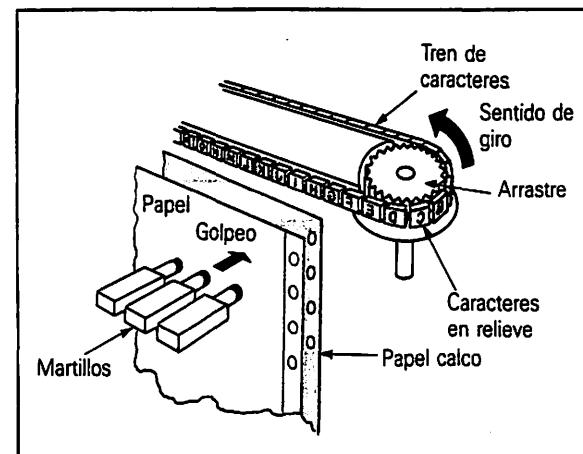


Figura 4.40. Mecanismo de impresión con cadena.

■ IMPRESORA DE BANDA

Es similar a la anterior, con la única diferencia de que en lugar de llevar un tren de caracteres en forma de cadena, llevan una banda de menor resistencia en la que aparecen preformados uno o más juegos de caracteres. La banda es intercambiable y permite seleccionar el tipo de letra deseado. También pertenece al grupo de impresoras de líneas y se consiguen velocidades de 1600 lpm, equivalentes a 211 200 cpm o 3520 cps. La Figura 4.41 nos muestra esquemáticamente el mecanismo de impresión con banda.

4.6.2. Impresoras sin impacto

Las impresoras sin impacto surgen de la necesidad de conseguir mayores velocidades que las anteriores, eliminando los movimientos mecánicos y el impacto. Al mismo tiempo tratan de reducir el ruido que producen en la impresión. En este caso, no pueden obtenerse copias simultáneas al no existir golpeo.

Estas impresoras emplean técnicas basadas en fenómenos térmicos, electrostáticos y químicos, así como la utilización de tinta líquida y el rayo láser. Las impresoras de este tipo más extendidas son las siguientes:

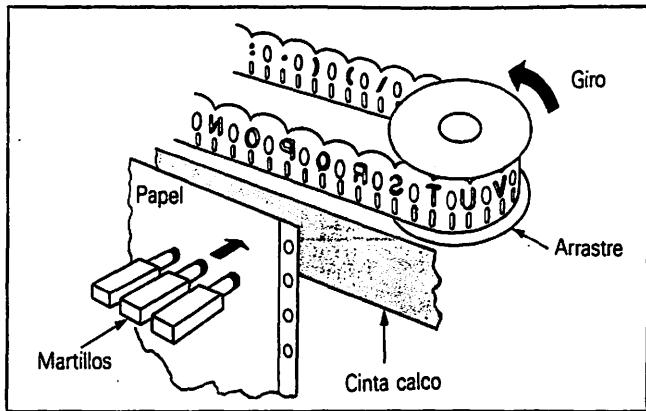


Figura 4.41. Mecanismo de impresión con banda.

■ IMPRESORA TÉRMICA

Esta impresora es similar a la de matriz de puntos, con la diferencia de que los punzones, en este caso, no golpean el papel sino que lo calientan. El papel utilizado para la impresión es sensible al calor, se colorea al calentarse. Su funcionamiento se basa en el calentamiento de los punzones al tiempo que la cabeza tiene un movimiento de oscilación circular que recorre todo el espacio de cada carácter. El gran inconveniente de esta impresora es el precio del papel sensible al calor. Existen impresoras térmicas de líneas y de caracteres, dependiendo de la forma y cantidad de sus cabezas. La velocidad de estas impresoras está alrededor de los 2000 cps. En la Figura 4.42 puede verse un esquema del mecanismo de impresión térmica.

■ IMPRESORA ELECTROSTÁTICA

Esta impresora realiza la impresión mediante descarga eléctrica en determinados puntos que conforman el carácter deseado sobre un papel especial que se oscurece con dicha descarga al quemarse. Esta técnica se utiliza para realizar gráficos sobre papel a gran velocidad. Se trata de una impresora que puede ser de líneas o caracteres y su velocidad de impresión puede llegar hasta las 20 000 lpm, equivalentes a 2 640 000 cpm o 44 000 cps. En la Figura 4.43 podemos ver un esquema del mecanismo de impresión electrostática.

■ IMPRESORA LÁSER

La impresora láser utiliza un mecanismo de impresión xerográfico con una fuente de luz producida por un rayo láser. Éste carga eléctricamente una superficie fotoconductora a la que se adhiere un polvo especial (*toner*) que al fundirse por la aplicación de calor forma los caracteres deseados. Actualmente este tipo de impresoras han irrumpido fuertemente en el mercado debido a su relación calidad/precio. Pertenecen al grupo de im-

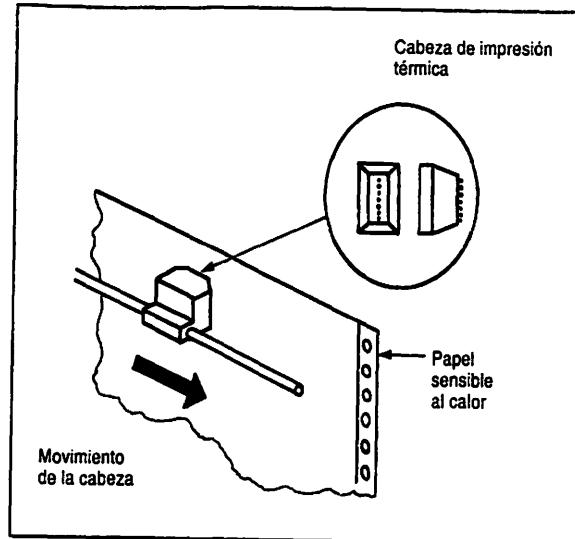


Figura 4.42. Mecanismo de impresión térmica.

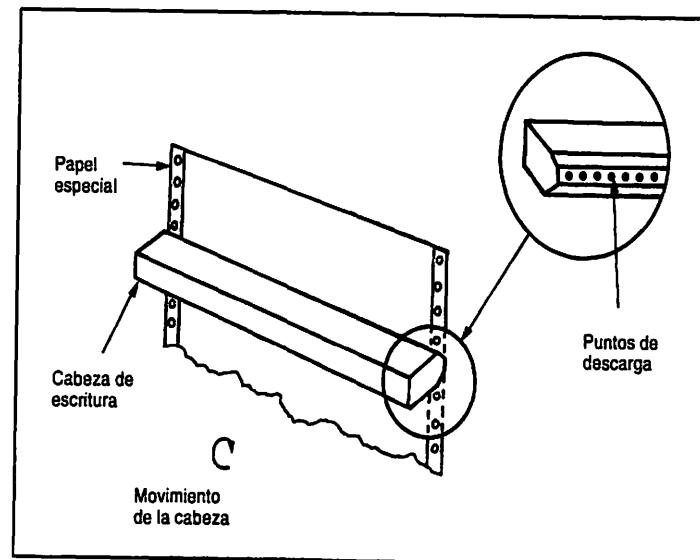


Figura 4.43. Mecanismo de impresión electrostática.

presoras de páginas y se consiguen velocidades de hasta 20 000 lpm, que equivalen a 2 640 000 cpm o 44 000 cps. En impresoras pequeñas se mide la velocidad en páginas por minutos y son velocidades muy típicas las que oscilan entre 6 y 12 ppm. En estas impresoras el tipo de letra puede venir definido en la misma o ser configurado por programa de tal forma que admiten una gran variedad de tipos y tamaños.

La Figura 4.44 muestra de forma esquemática el mecanismo de impresión de una láser y su aspecto exterior.

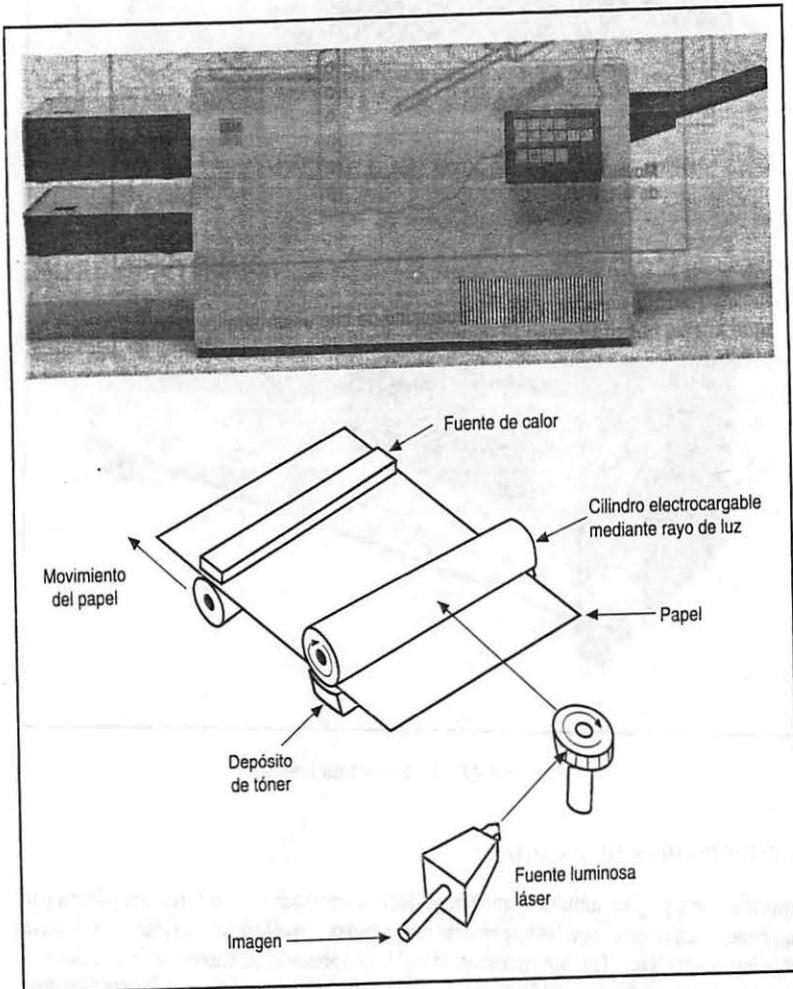


Figura 4.44. Impresora láser y su mecanismo de impresión.

■ IMPRESORA DE CHORRO DE TINTA

Esta impresora utiliza tinta líquida que sale por un boquilla en forma de gotitas. La tinta se carga eléctricamente y está guiada hacia el papel por medio de placas de desviación, para formar el carácter deseado. La calidad de la impresión es muy buena debido al gran número de gotitas que forman cada carácter y al complejo dispositivo de recogida de

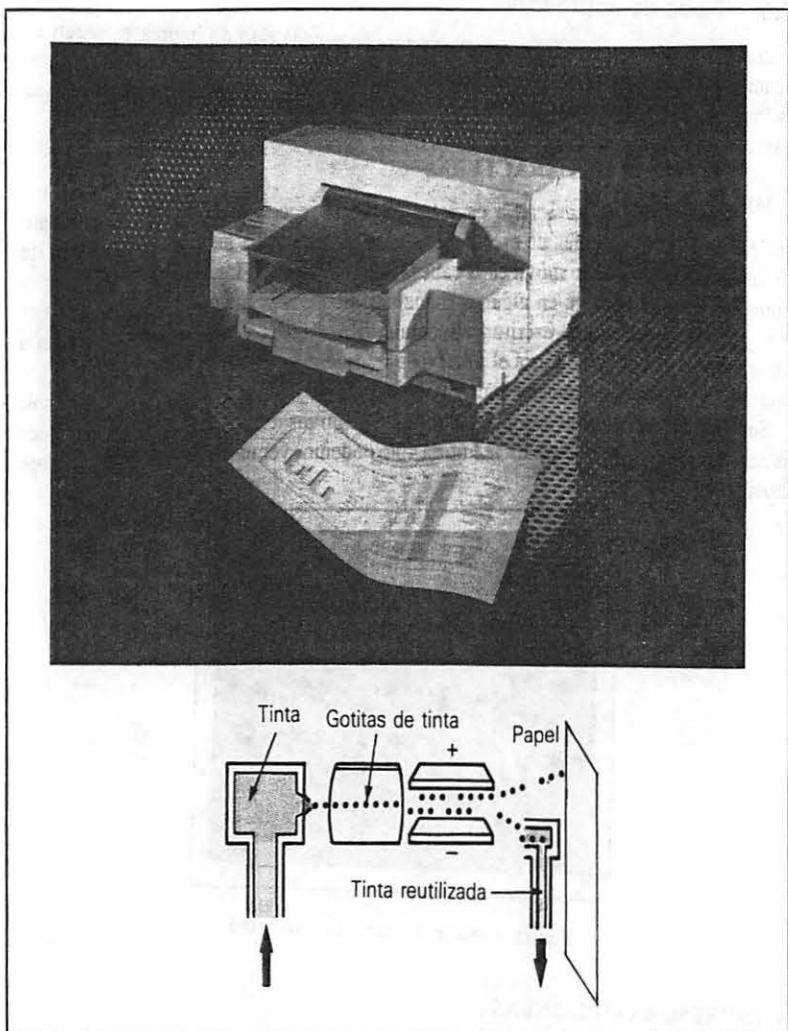


Figura 4.45. Impresora de chorro de tinta y su mecanismo de impresión.

gotitas restantes que posee. En este caso, el tipo de letra también puede ser controlado por programa. Estas impresoras se consideran de páginas y son las más rápidas. Se consiguen velocidades de hasta 40 000 lpm o, lo que es igual, 5 280 000 cpm o 88 000 cps.

La Figura 4.45 muestra de forma esquemática el mecanismo de impresión de una impresora de chorro de tinta y su aspecto exterior.

4.6.3. Tipos de impresoras

Aunque ya hemos comentado a qué grupo pertenece cada tipo de impresora según su mecanismo de impresión, vamos a definir estos grupos según la forma de la escritura. Las impresoras, según escriban carácter a carácter, línea a línea o página a página, se clasifican en los siguientes grupos:

■ IMPRESORAS DE CARACTERES

Realizan la impresión carácter a carácter de forma secuencial con un funcionamiento similar al de las máquinas de escribir clásicas. En ellas, para aumentar la velocidad de impresión, el dispositivo móvil es la cabeza de impresión, en lugar del carro que contiene el papel, como ocurre en algunas máquinas de escribir; además, escriben una línea desplazando la cabeza de escritura de izquierda a derecha y la siguiente de derecha a izquierda, con lo que se ahorra el tiempo de retorno del carro o la cabeza.

Son impresoras de caracteres la de margarita, cilindro, bola, matriz de puntos de una sola cabeza, etc. Por lo general son considerados dispositivos lentos de salida, que consiguen velocidades de hasta 600 cps. En la Figura 4.46 podemos ver una impresora de caracteres.

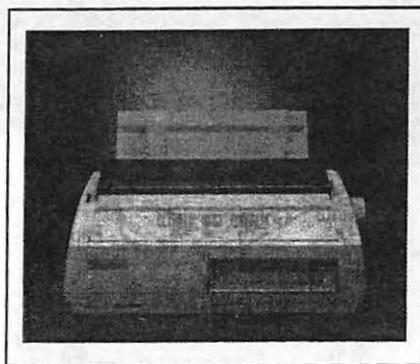


Figura 4.46. Impresora de caracteres.

■ IMPRESORAS DE LÍNEAS

Realizan la impresión línea a línea, de forma que seleccionando previamente los caracteres que se han de imprimir en una línea, con un solo golpe del correspondiente banco de martillos se imprimen casi simultáneamente todos los caracteres de la misma.

Impresoras de este tipo son: la de tambor, ruedas, cadena, banda, matriz de puntos de 132 cabezas, etc. Son impresoras consideradas rápidas, consiguiéndose velocidades de hasta 2400 lpm o 5113 cps aproximadamente. En la Figura 4.47 podemos observar el aspecto exterior de una impresora de este tipo.

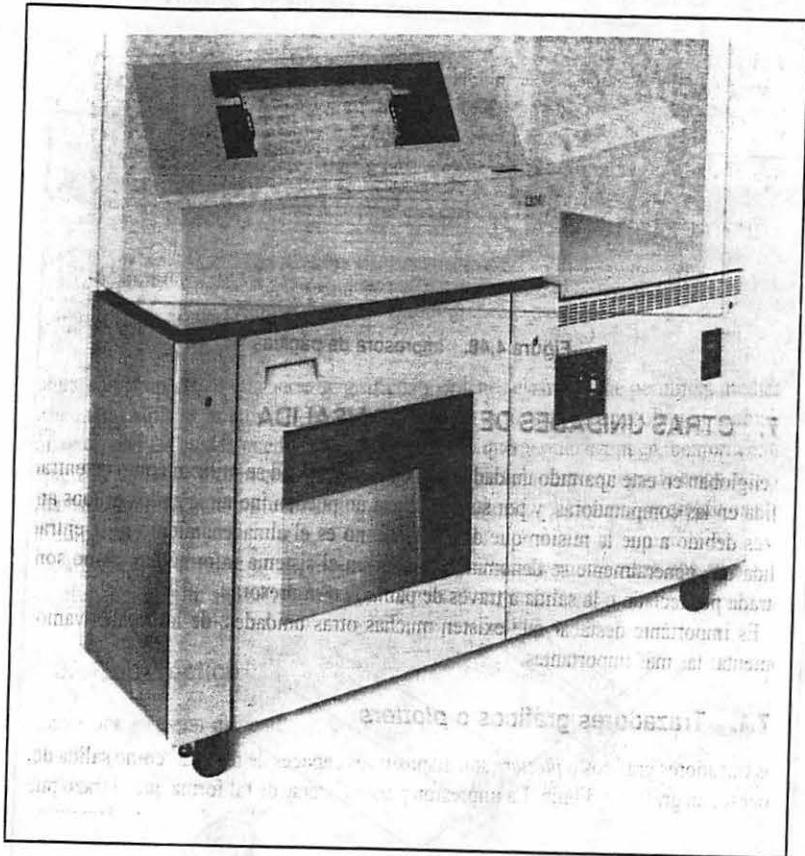


Figura 4.47. Impresora de líneas.

■ IMPRESORAS DE PÁGINAS

Imprimen una página simultáneamente, es decir, componen por sectores una página y la imprimen a un tiempo; son las impresoras más rápidas. En este grupo, la más significativa es la impresora láser. También pertenecen a él las impresoras de chorro de tinta. Como ya hemos visto se consiguen velocidades de 88 000 cps que son aproximadamente 570 ppm y unas 10 pps (páginas por segundo). Estas impresoras de alta velocidad tienen un gran

tamaño, compuesto, además de la propia impresora, por un complejo dispositivo de recogida del papel impreso. La Figura 4.48 nos muestra el aspecto de una impresora de páginas.

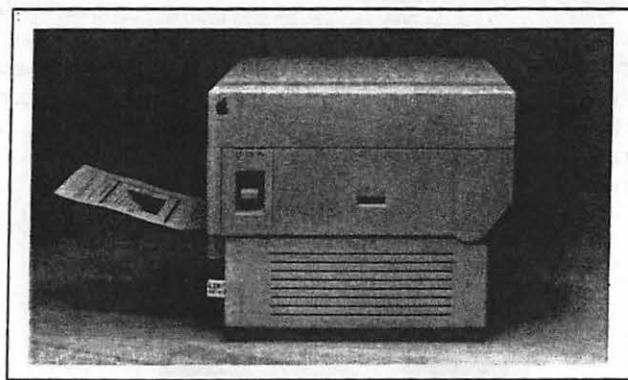


Figura 4.48. Impresora de páginas.

4.7. OTRAS UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA

Se engloban en este apartado unidades que en la actualidad se utilizan como de entrada/salida en las computadoras, y por su naturaleza no pueden incluirse en los grupos anteriores debido a que la misión que desempeñan no es el almacenamiento ni la entrada/salida que generalmente se denomina estándar en el sistema informático, como son la entrada por teclado o la salida a través de pantalla o impresora.

Es importante destacar que existen muchas otras unidades, de las cuales vamos a comentar las más importantes.

4.7.1. Trazadores gráficos o *plotters*

Los trazadores gráficos o *plotters* son dispositivos capaces de realizar, como salida de un proceso, un gráfico o dibujo. La impresión puede hacerse de tal forma que el trazo puede tener uno o varios grosos y en uno o varios colores, utilizando como elementos de escritura las plumas de dibujo o la técnica del chorro de tinta.

Existen multitud de modelos de distintas características capaces de realizar dibujos, desde los formatos más pequeños (DIN A6) hasta formatos industriales de gran tamaño (DIN A0), pasando por los formatos típicos y habituales (DIN A4 y A3).

La Figura 4.49 nos muestra un *plotter* de color capaz de dibujar planos en formatos hasta DIN A0.

4.7.2. Mesas digitalizadoras

Las mesas digitalizadoras son dispositivos capaces de digitalizar dibujos o planos, de forma que éstos puedan ser procesados por una computadora. Se constituyen por una



Figura 4.49. Trazador gráfico o *plotter*.

tableta donde aparecen una serie de gráficos y órdenes estándar que permiten, mediante un pequeño lápiz o punzón, ir seleccionando figuras, órdenes de resolución o ampliación, etc., con las cuales puede realizarse un diseño que permanecerá en memoria externa para su posterior tratamiento. Una de las utilidades más importantes de estos dispositivos es su empleo para aplicaciones CAD (*Computer Aided Design*) de diseño asistido por computadora.

La Figura 4.50 muestra una mesa digitalizadora donde puede verse una aplicación para el manejo de un alfabeto oriental.

4.7.3. Lápiz óptico

El lápiz óptico es un dispositivo de entrada de datos a la computadora que se utiliza, según la aplicación de que se trate, por ligeros contactos sobre la propia pantalla. El funcionamiento esencial de un lápiz óptico se basa en la detección de luminosidades en la pantalla. Una de las ventajas que tiene este tipo de dispositivos es que permiten trabajar en una aplicación sin tener que desviar la vista de la pantalla, con la consiguiente ganancia en tiempo y atención por parte de quien lo utiliza.

La Figura 4.51 nos muestra un lápiz óptico que funciona bajo el control de una aplicación gráfica.

4.7.4. Ratón

El ratón es una unidad de entrada constituida por una pequeña caja de aristas redondeadas de forma más o menos ergonómica para su adaptación a la mano, con una o varias teclas de control en su parte superior y una bola en su parte inferior. Este dispositivo se



Figura 4.50. Mesa digitalizadora.



Figura 4.51. Lápiz óptico.

maneja con una sola mano, de forma que su movimiento sobre una superficie plana permite en ciertas aplicaciones tener un movimiento sinónimo en el cursor de la pantalla (a veces se sustituye éste por una flecha, mano o cualquier otra figura similar); las órdenes correspondientes se activan al pulsar una de las teclas de la parte superior. Su utilización en el mundo de la microinformática se ha extendido tanto que cualquier configuración de computadora personal lo incluye de forma habitual.

La gran ventaja que presenta este dispositivo es la de permitir el trabajo con aquellas aplicaciones que incluyen el uso del ratón, de forma que no se desvía la vista de la pantalla.

La Figura 4.52 nos muestra uno de los múltiples modelos de ratones que existen actualmente en el mercado.

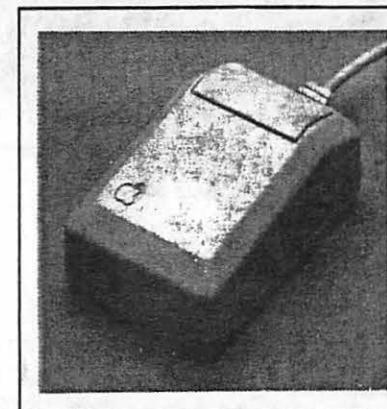


Figura 4.52. Ratón.

4.7.5. Sensores analógicos

Los sensores analógicos son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas e introducirlas como datos de entrada en una computadora de forma directa o por medio de un convertidor analógico/digital. Asimismo, pueden extraer datos de una computadora haciendo que éstos sean exteriorizados por medio de algún fenómeno analógico, normalmente utilizando un convertidor digital/análogo.

4.7.6. Terminales punto de venta

Los terminales punto de venta son unidades de entrada/salida especiales para aplicaciones muy concretas de tipo comercial. Constan por lo general de un teclado de características que dependen de la aplicación de que se trate, una impresora alimentada generalmente con papel preimpreso y continuo, y una caja para monedas y billetes controlada por el propio teclado. Funcionan por medio de un paquete de software realizado a medida, y sus funciones pueden ser las siguientes: búsqueda y actualización automática de

precios, gestión de compras de clientes con un pago en metálico o con tarjeta de crédito, impresión de factura o tique de venta, reconocimiento del código de barras de los productos, etcétera.

En la actualidad han sustituido definitivamente a las clásicas cajas registradoras de los comercios, aumentando sensiblemente el control y efectividad de su gestión.

La Figura 4.53 nos muestra un terminal punto de venta donde pueden apreciarse el teclado, la pantalla del vendedor, el *display* para el cliente, la impresora del tique, el lector de código de barras y la caja para monedas y billetes.

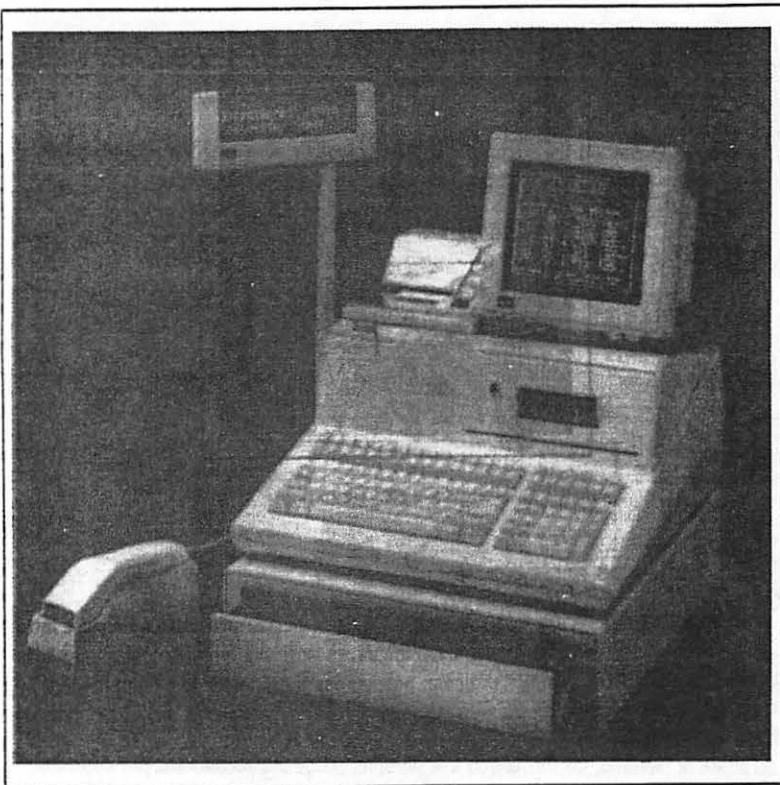


Figura 4.53. Terminal punto de venta.

4.7.7. Terminales para operaciones financieras

Los terminales para operaciones financieras, en ocasiones denominados cajeros automáticos, son unidades conectadas a una computadora central de una entidad financiera para la realización de operaciones de los clientes con la mencionada entidad. Existen termi-

nales diferentes del cajero automático que se engloban en este grupo, como el terminal bancario en casa.

Normalmente llevan un control de presencia del cliente basado en el uso de tarjetas de crédito con clave de acceso que permiten la utilización del terminal para la realización de las mencionadas operaciones. La Figura 4.54 nos muestra un cajero automático.

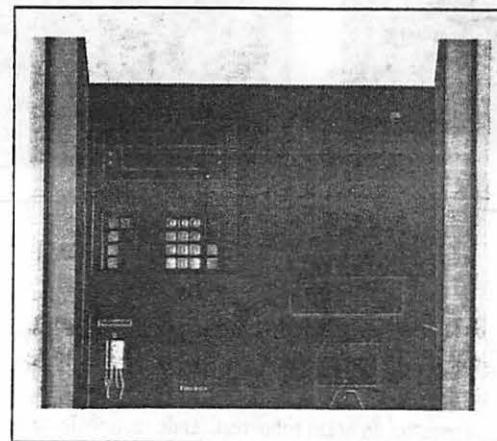


Figura 4.54. Cajero automático.

4.7.8. Scanners

Un *scanner* es una unidad de entrada de datos cuya misión es la de digitalizar gráficos, textos, fotografías, etc., para su posterior proceso mediante una computadora. Hoy día, está adquiriendo mucho auge en el manejo de imágenes y sonido con una computadora en los que se denominan entornos multimedia, y por tanto se está utilizando mucho este tipo de dispositivos.

Los modelos más utilizados son pequeños equipos capaces de capturar una imagen relativamente pequeña entre el formato DIN A6 y DIN A5. También se están implantando en el mercado equipos que pueden digitalizar imágenes mayores.

La Figura 4.55 nos muestra una pareja de *scanners* para la captura de pequeñas y medianas imágenes.

4.7.9. Robots

Los robots son unidades de salida y, a veces, también de entrada, a través de sensores, que disponen de un complemento mecánico capaz de realizar acciones físicas (movimientos) a partir de las órdenes que le da la computadora.

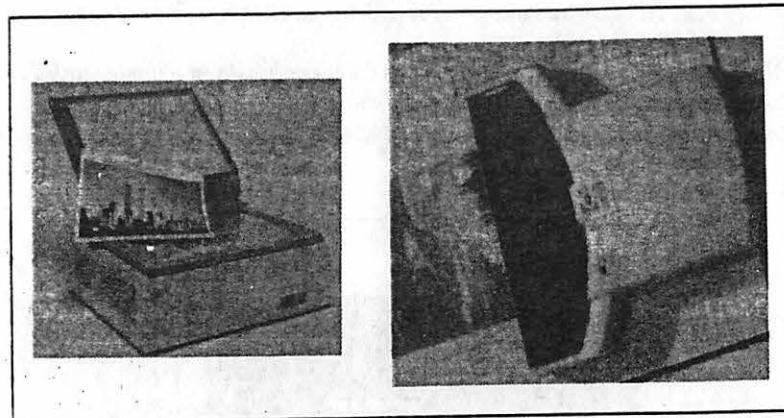


Figura 4.55. Scanners.

La robótica es en la actualidad uno de los campos más desarrollados en la ciencia de las computadoras; está en la industria, en la investigación, en la realización de trabajos peligrosos, etc.

La Figura 4.56 nos muestra un brazo robot realizando un trabajo de soldadura.

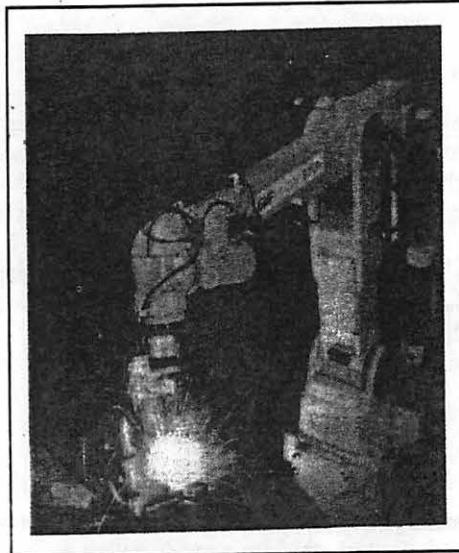


Figura 4.56. Brazo robot.

4.7.10. Generadores y reconocedores de voz

Los generadores de voz son dispositivos capaces de dar una salida audible por el hombre, mediante un sintetizador de voz. En la actualidad existen modelos de unidades de este tipo que combinadas con una unidad de reconocimiento óptico permiten la lectura (a través de la voz) de libros a personas invidentes.

En entornos multimedia aparecen computadoras con una gran variedad de dispositivos capaces de manejar todo tipo de sonidos y voz. La Figura 4.57 nos muestra una computadora personal preparada para este tipo de entornos.

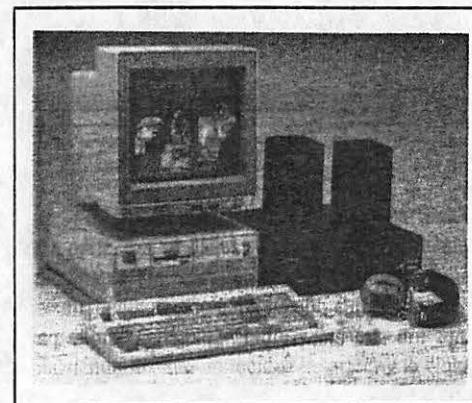


Figura 4.57. Computadora personal para multimedia.

4.7.11. Pantallas táctiles

Una pantalla táctil es una unidad de entrada/salida similar a una pantalla convencional en la que se ha incluido un dispositivo capaz de reconocer la zona de la misma donde se ha realizado un pequeño contacto con el dedo. En general, se utiliza para presentar información o realizar operaciones mediante un grupo de opciones localizadas en zonas a lo largo de la pantalla, de forma que una de ellas puede ser reconocida por contacto.

En la Figura 4.58 podemos ver una pantalla táctil con una serie de opciones entre las que se selecciona una.

4.7.12. Pantallas o displays especiales

Por último, haremos mención de una gama variada de dispositivos o unidades de salida de datos de un proceso cuya intención es la difusión masiva de los mismos. Entre ellos podemos citar los siguientes: pantallas o monitores gigantes, *displays* gigantes, pantallas

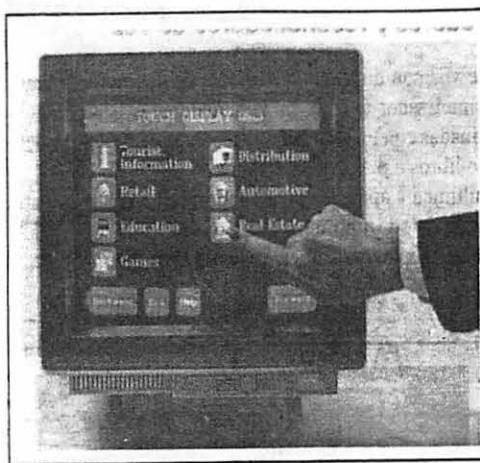


Figura 4.58. Pantalla táctil.

de cristal líquido transparente para la realización de presentaciones o para la docencia utilizando como pizarra una salida de computadora, etc.

La Figura 4.59 nos muestra una pantalla de cristal líquido para la realización de presentaciones.

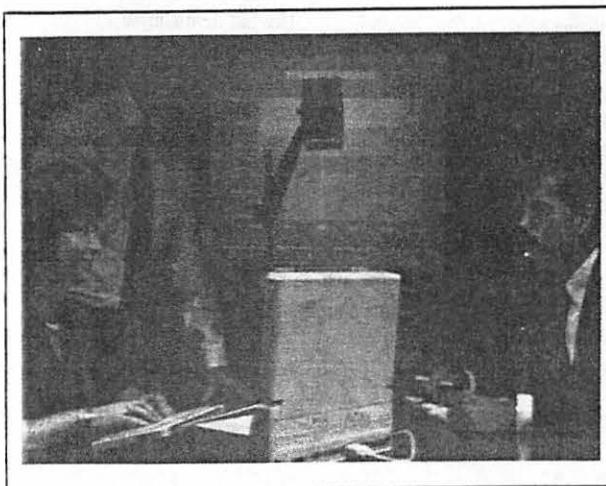


Figura 4.59. Pantalla de cristal líquido transparente.

RESUMEN

Un soporte de información es un medio físico que permite almacenar datos de forma que una computadora pueda manejarlos o proporcionarlos a las personas de manera inteligible.

Una unidad de entrada/salida o periférico es un dispositivo físico capaz de comunicar información entre el usuario y la computadora o de manejar un soporte de información.

Los objetivos que debe cumplir un periférico son:

- Servir de medio de comunicación eficaz entre el usuario y la computadora.
- Permitir el almacenamiento necesario de información y datos.

Los soportes se clasifican según su naturaleza en perforados, magnéticos y ópticos. Por otra parte, las unidades se clasifican en unidades de entrada, de salida, y de entrada y salida. También, según la proximidad con respecto a la computadora, se distingue entre periféricos locales y periféricos remotos.

Los medios perforados registran la información a través de un soporte de papel o cartulina siendo los más conocidos la tarjeta y la cinta perforada.

Los medios magnéticos registran la información por medio de las propiedades magnéticas de algunos materiales. En este tipo de soportes, los más conocidos son: el tambor magnético, la cinta magnética, el disco magnético, el disquete y los caracteres escritos en tinta magnética.

Existen unidades de entrada/salida para el manejo de todo tipo de soportes magnéticos como: unidades de tambor, unidades de cinta en casete, unidad de cinta encapsulada, unidad de cinta universal, unidad de disco magnético, unidad de disquete y unidad de lectura/escritura para tinta magnética.

Los medios ópticos se basan en propiedades que poseen las superficies de los materiales, relacionadas con la reflexión de la luz. El soporte óptico por excelencia es el disco óptico, que permite el registro de un gran volumen de información. Otras formas ópticas de registro de información son la de caracteres ópticos manuscritos o escritos a máquina, las marcas ópticas y los códigos de barras.

Existen, igualmente, unidades para el manejo de soportes ópticos, como las lectoras de marcas ópticas, lectores de código de barras, impresoras de caracteres ópticos o códigos de barras y las unidades de discos ópticos.

Un terminal teclado-pantalla es un dispositivo que permite la comunicación entre un usuario y una computadora.

Las impresoras son unidades de salida de datos impresos en papel configurando lo que se denomina listados. Se clasifican en impresoras con impacto y sin impacto o silenciosas. Por otra parte, las impresoras pueden ser de caracteres, de líneas o de páginas.

Los tipos de impresoras con impacto más conocidas son: impresora de margarita, de cilindro, de bola, de matriz de puntos, de tambor, de ruedas, de cadena y de banda; mientras que las impresoras sin impacto son: la térmica, la electrostática, la láser y la de chorro de tinta.

Otras unidades de entrada/salida son las siguientes: trazador gráfico o *plotter*, mesa digitalizadora, lápiz óptico, ratón, sensores analógicos, terminales punto de venta, terminales para operaciones financieras, *scanners*, robots, generadores y reconocedores de voz, pantallas táctiles, etcétera.

LISTA DE TÉRMINOS



<i>Buffer</i> de pantalla	Disco flexible
<i>Buffer</i> de teclado	Disco magnético
Cabeza de escritura	Disco óptico
Cabeza de lectura	Disco removible
Caracteres escritos en tinta magnética	<i>Disk pack</i>
Caracteres ópticos manuscritos	Dispositivo de entrada/salida
Casete	Disquete
CD-ROM	Disquetera
Cinta magnética	<i>Echo</i>
Cinta magnética encapsulada	Enrollamiento
Cinta magnética universal	<i>Floppy disk</i>
Cinta perforada	Generador de voz
Código CMC7	Impresora
Código de barras	Impresora con impacto
Código Hollerith	Impresora de banda
Código universal de productos	Impresora de bola
<i>Compact Disk-CD</i>	Impresora de cadena
Disco duro	Impresora de caracteres
Disco fijo	Impresora de chorro de tinta

Impresora de cilindro	Reconocimiento de marcas ópticas
Impresora de líneas	Resolución
Impresora de margarita	Robot
Impresora de matriz de puntos	<i>Scanner</i>
Impresora de páginas	<i>Scroll</i>
Impresora de ruedas	Sensor analógico
Impresora de tambor	Soporte no reutilizable
Impresora electrostática	Sopores de la información
Impresora láser	Sopores magnéticos
Impresora sin impacto	Sopores ópticos
Impresora térmica	Sopores perforados
Inscriptora electrónica	Tambor magnético
Lápiz óptico	Tarjeta Hollerith
Lectora de código de barras	Tarjeta perforada
Lectora de tarjetas	Teclado
<i>Magneto-optical disk rewritable</i>	Terminal para operaciones financieras
Marcas ópticas	Terminal punto de venta
Medios magnéticos	Terminal teclado-pantalla
Medios ópticos	Tiempo de acceso
Medios perforados	Trazador gráfico
Mesa digitalizadora	Unidad de cinta encapsulada
Minificha	Unidad de cinta magnética
Modelo 7B	Unidad de cinta perforada
Pantalla	Unidad de cinta universal
Pantalla especial	Unidad de disco magnético
Pantalla táctil	Unidad de disco óptico
Paquete de discos	Unidad de disquete
Perforadora de tarjetas	Unidad de entrada
Periférico	Unidad de entrada/salida
Periférico local	Unidad de salida
Periférico remoto	Unidad de tambor magnético
<i>Pit</i>	Unidad local
<i>Pixel</i>	Unidad para tinta magnética
<i>Plotter</i>	Unidad remota
Ratón	Verificadora de tarjetas
Reconocedor de voz	

CUESTIONES

1. Defina el término soporte de información.
2. Defina el término unidad de entrada/salida.
3. Enuncie los tipos de soportes de información que existen según su naturaleza.
4. Realice un comentario breve sobre los soportes perforados que conozca, indicando algunas de sus características.
5. Realice un comentario breve sobre los soportes magnéticos que conozca, indicando algunas de sus características.
6. Enumere las unidades de entrada/salida para el manejo de soportes magnéticos.
7. Indique las funciones y características de la pantalla y teclado de una computadora.
8. Enumere los tipos de impresoras que conoce, indicando cuáles de ellas son de impacto y cuáles son silenciosas.
9. Indique las funciones y características de otras unidades de entrada/salida distintas de la pantalla, teclado e impresora.
10. ¿En qué se diferencian los terminales punto de venta de los de operaciones financieras?

TEST DE REPASO

1. ¿Cuál de los siguientes elementos no es un soporte de información?
 - a) Soporte óptico.
 - b) Soporte matricial.
 - c) Soporte magnético.
 - d) Soporte perforado.
2. ¿Cuál de los siguientes elementos no es una unidad de entrada/salida?
 - a) Fuente de alimentación.
 - b) Impresora.
 - c) Pantalla.
 - d) Teclado.

3. Entre los siguientes soportes hay uno de origen magnético. ¿Cuál es?

- a) Tarjeta perforada.
- b) Disco óptico.
- c) Disquete.
- d) Código de barras.

4. Indique la impresora más rápida de la siguiente lista:

- a) Impresora de margarita.
- b) Impresora de cadena.
- c) Impresora de matriz de puntos.
- d) Impresora de chorro de tinta.

5. Una de las siguientes impresoras es silenciosa. ¿Cuál es?

- a) Banda.
- b) Cínlindro.
- c) Bola.
- d) Electrostática.

6. Para la digitalización de planos y fotografías se utiliza:

- a) Ratón.
- b) Sintetizador de voz.
- c) Impresora láser.
- d) Scanner.

7. Indique la impresora más lenta de la siguiente lista:

- a) Impresora de bola.
- b) Impresora de banda.
- c) Impresora de tambor.
- d) Impresora láser.

8. El dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas e introducirlas como datos en una computadora se denomina:

- a) Lápiz óptico.
- b) Sensor analógico.
- c) Scanner.
- d) Robot.

9. Cuál de las siguientes no es una impresora de líneas:

- a) Impresora de cilindro.
- b) Impresora de tambor.
- c) Impresora de ruedas.
- d) Impresora de cadena.

10. Uno de los siguientes dispositivos no es de entrada de datos. Cuál es:

- a) Lápiz óptico.
- b) Ratón.
- c) Scanner.
- d) Display.

11. Los puntos luminosos que configuran una pantalla se denominan:

- a) Pits.
- b) Pixels.
- c) Teclas.
- d) Puntos luminosos.

12. Los dispositivos eco y enrollamiento pertenecen al/a la:

- a) Pantalla.
- b) Teclado.
- c) Ratón.
- d) Disquetera.



CAPÍTULO 5

La programación de computadoras

5.1. INTRODUCCIÓN

Los problemas o tareas que se plantean diariamente, por ejemplo en el ámbito de la empresa, ya sean de gestión, técnicos, matemáticos, etc., pueden ser resueltos mediante el uso de la capacidad intelectual y la habilidad manual de la persona. Diremos entonces que la tarea ha sido realizada de forma manual (Figura 5.1).

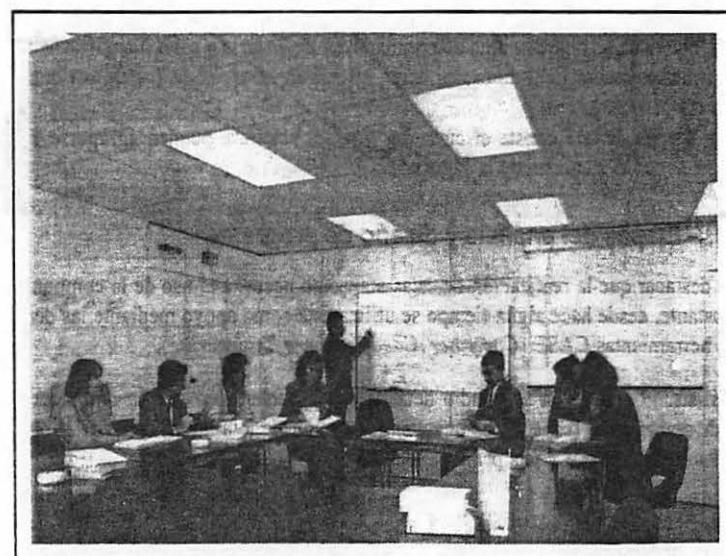


Figura 5.1. Resolución manual de trabajos.

La utilización de la computadora para la realización automática de una tarea aporta grandes ventajas, como la rapidez de ejecución y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Un buen número de problemas conllevan complicados cálculos, así como el manejo de grandes cantidades de datos. En el primer caso, el riesgo de equivocarse es grande y en el segundo, el trabajo se convierte en pesado y rutinario. Mediante el uso de la computadora se eliminan estos inconvenientes debido a las capacidades de la máquina, basadas en las siguientes características:

- Rapidez.
- Precisión.
- Memoria.

No obstante, la computadora por sí sola no sabría resolver ni el más sencillo problema que se nos pueda ocurrir. Es preciso, para que pueda hacerlo, describirle con detalle y en su lenguaje todos los pasos que ha de llevar a cabo para la resolución del problema. Una descripción de este tipo es lo que se llama **programa de computadora** y su objetivo es dirigir el funcionamiento de la máquina.

5.2. CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE

Desde el planteamiento de un problema o tarea hasta que se tiene el correspondiente **programa o aplicación informática** para su realización por medio de una computadora, instalado en la misma y en funcionamiento mientras sea de utilidad, se siguen una serie de etapas, que en conjunto denominamos **ciclo de vida del software**. Cada una de las etapas, que tiene un objetivo bien determinado, ha de llevarse a cabo cuando se ha terminado completamente la anterior; es decir, se han de abordar de forma estrictamente secuencial.

Las etapas de que consta el ciclo de vida del software pueden agruparse en dos bloques, según el esquema de la Figura 5.2.

5.2.1. Etapas del análisis y diseño de programas

Es de destacar que la realización de estas etapas no necesita el uso de la computadora. No obstante, desde hace algún tiempo se utiliza ésta como apoyo mediante las denominadas **herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering)**.

• **Análisis.** Consiste en el estudio detallado del problema con el fin de obtener una serie de documentos (especificaciones) en los que quede totalmente definido el proceso de la automatización. Consta principalmente de:

- Análisis previo.
- Análisis funcional.
- Análisis orgánico.

El desarrollo de esta etapa se estudiará con más detalle en el Capítulo 9.

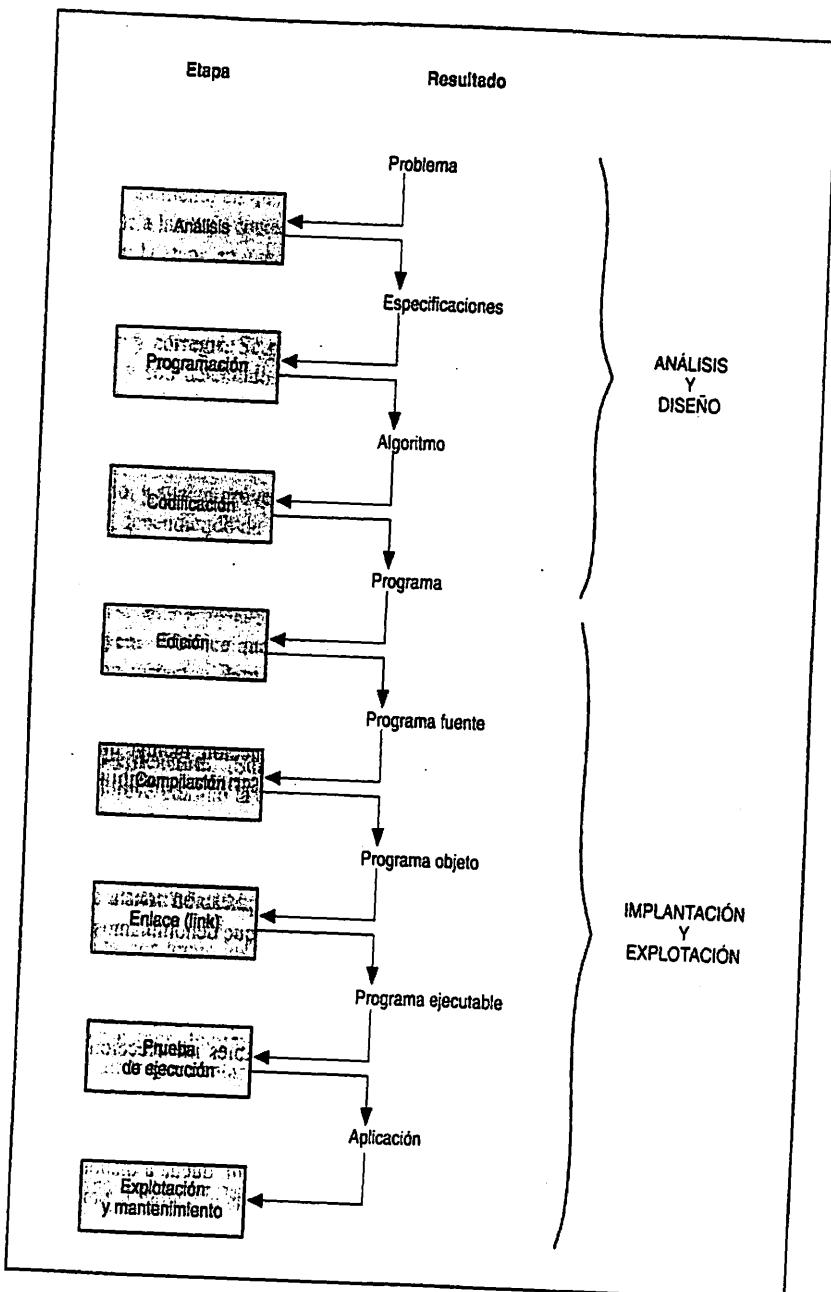


Figura 5.2. Ciclo de vida del software.

- **Programación.** Consiste en la realización de una solución o algoritmo del problema planteado. Esta solución se diseña utilizando una notación intermedia (pseudocódigo) o bien mediante alguna de las notaciones gráficas como los ordinogramas, sin tener en cuenta necesariamente el lenguaje de programación que se vaya a utilizar en la siguiente etapa.

En esta etapa es donde tiene cabida fundamentalmente la actividad del programador y la utilización de técnicas adecuadas de diseño como la programación estructurada y el diseño modular.

- **Codificación.** Escritura en un *lenguaje de programación de alto nivel* de los algoritmos obtenidos en la etapa anterior. Se emplean para ello las denominadas *hojas de codificación* en caso de utilizar lenguajes de formato rígido.

5.2.2. Etapas de la implantación y explotación

Para la implantación y explotación de programas se deben seguir los pasos que se describen a continuación.

- **Edición.** En esta fase se transcribe el programa a la computadora, grabándose el mismo en la memoria auxiliar por medio de un *editor de programas* o *procesador de textos*. A este programa almacenado en la computadora y escrito en lenguaje de alto nivel se le denomina *programa fuente*.

- **Compilación.** Consiste en obtener el *programa objeto*, codificado en *lenguaje máquina*, a partir del programa fuente. Esta tarea se realiza de forma automática mediante el *compilador del lenguaje*, el cual, además de efectuar la traducción, incluye un análisis sintáctico del programa, detectando posibles errores en su escritura y posibilitando la corrección de los mismos.

- **Enlace (linkage).** En esta fase se incluyen determinadas rutinas internas de la librería del lenguaje que sean necesarias en el programa, y si la aplicación consta de varios programas o módulos se enlazan todos ellos, obteniéndose lo que denominamos *programa ejecutable*.

- **Prueba de ejecución.** El programa ejecutable obtenido en la etapa anterior se somete a un *juego de datos de prueba* capaz de detectar las posibles incorrecciones en su funcionamiento.

- **Eplotación y mantenimiento.** Una vez comprobada la corrección del programa y realizada su instalación en el sistema informático, la aplicación queda a disposición de los usuarios, que la utilizarán hasta tanto se decida abandonarla o cambiarla por otra. Es lo que denominamos explotación de la aplicación.

Paralelamente al uso de la aplicación se realiza el mantenimiento de la misma, que consiste en su evaluación periódica por parte del personal informático, así como la inclusión de las adaptaciones y modificaciones necesarias para mantenerla actualizada.

5.2.3. Errores

La presencia de errores, surgidos en alguna de las etapas antes descritas, suele ser inevitable. Por ello, es muy importante saber detectarlos y corregirlos para asegurar la calidad del producto final. Un programa en explotación puede contener errores que no han sido detectados y que pueden dar lugar a consecuencias imprevisibles.

En el momento en que se encuentra un error hay que proceder a estudiar sus causas y regresar a la etapa correspondiente en que puede ser corregido.

Según la etapa en que se detectan, los errores se clasifican de la siguiente manera:

- **De compilación.** También denominados errores sintácticos, son los más fáciles de encontrar y corregir. Se producen por el incumplimiento de las reglas sintácticas del lenguaje y son detectados por el programa compilador indicando el lugar en que se encuentran y la clase de error.

- **De ejecución.** Se detectan durante la ejecución del programa por la parada anormal del mismo, y suelen provenir de la realización de operaciones no permitidas. Se producen o no, dependiendo de los datos de entrada empleados; por ello, para encontrarlos es necesaria la prueba del programa con un conjunto de datos de ensayo lo suficientemente amplio que abarque la mayoría de casos y posibilidades de ejecución.

- **De lógica.** Se dice que un programa tiene un error de lógica si produce resultados que no son correctos. Para detectarlos hay que realizar un número suficiente de ejecuciones con diferentes datos de prueba y comprobar los resultados obtenidos.

- **De especificación.** Son los más difíciles de corregir, pues corresponden a incorrecciones sobrevenidas en la etapa del análisis, por lo que hay que modificar gran parte del trabajo realizado.

5.2.4. Documentación de los programas

Constituida por todos los documentos que se elaboran en cada una de las etapas del análisis y diseño, es muy importante para facilitar su mantenimiento y obtener un mayor rendimiento.

Denominamos documentación interna al contenido del propio *programa fuente*. Debe incluir los comentarios explicativos suficientes que posibiliten su comprensión y actualización. Asimismo, se debe utilizar un *código autodocumentado*; es decir, debe ser escrito de una forma clara y legible.

La documentación externa la forman el resto de documentos que se acompañan con el programa sin formar parte de él. Entre ellos deben figurar los siguientes:

- Especificaciones del análisis.
- Descripción del diseño.
- Descripción de las versiones, si las hubiere.

- Descripción de archivos y estructuras de datos.
- Descripción del programa principal y subprogramas.
- Manual de mantenimiento.
- Manual de explotación.

5.3. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA

En general, un programa consiste en una secuencia de *instrucciones* que ha de procesar la computadora con el objetivo de obtener unos resultados o *datos de salida* a partir de unos datos iniciales o *datos de entrada* (Figura 5.3).

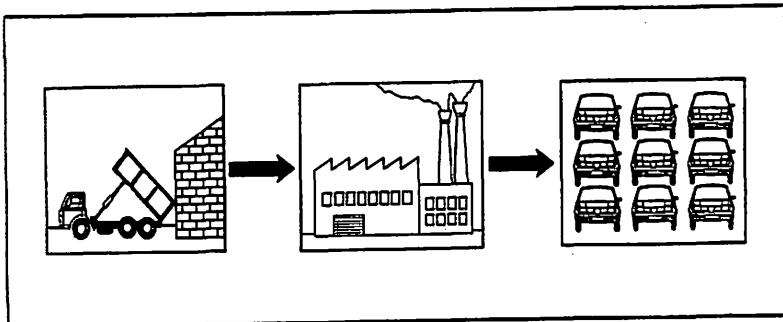


Figura 5.3. Proceso de elaboración.

Desde el punto de vista funcional, un programa se estructura en tres partes:

1. **Entrada de datos.** Está formada por todas las instrucciones que toman los datos objeto del programa desde un dispositivo externo (*unidad de entrada*) depositándolos en la memoria central de la computadora, incluyendo la *depuración* o *validación* de los mismos.
2. **Proceso.** Conjunto de instrucciones que resuelven el problema a partir de los datos que han sido introducidos, dejando los resultados en la memoria central. El dispositivo físico encargado de llevar a cabo esta tarea es la *unidad central de proceso*.
3. **Salida de resultados.** La constituyen las instrucciones que hacen que los datos resultantes del proceso sean proporcionados al exterior por medio de algún dispositivo (*unidad de salida*).

Estos tres componentes de todo programa (Figura 5.4) no aparecen separadamente, sino que lo normal es encontrar las instrucciones pertenecientes a cada uno de los tres

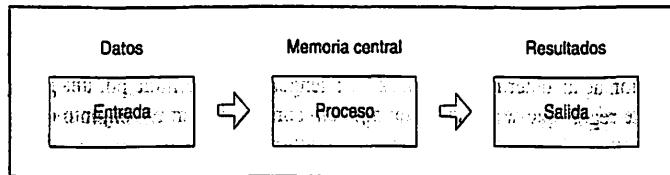


Figura 5.4. Estructura funcional de un programa.

grupos mezclados entre sí, pues en multitud de ocasiones es necesario realizar operaciones de entrada después de iniciada la fase de proceso, y asimismo, se proporcionan algunos resultados antes de terminado el mismo.

Desde el punto de vista de la descripción, es decir, de la manera en que hay que indicar a la computadora lo que tiene que hacer, un programa generalmente se compone de dos bloques (Figura 5.5):

1. **Descripción de objetos.** En el cual se declaran los *objetos* (recipientes que almacenan los datos) que intervienen en el programa, como son variables, constantes, tablas, archivos, etc., indicando su nombre, tipo, tamaño y demás características que necesite conocer el procesador.
2. **Descripción del algoritmo.** Serie de instrucciones o *acciones* que el procesador ha de realizar en el mismo orden en que se describen, si bien este orden puede ser alterado con las instrucciones de control de secuencia.

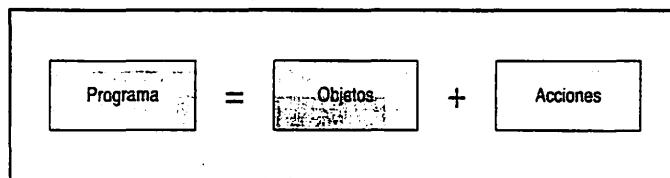


Figura 5.5. Esquema de un programa.

5.4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El desarrollo de las capacidades del *hardware* ha experimentado un auge desmesurado en los últimos años, pero el aprovechamiento de estas posibilidades no es óptimo si no se dispone del *software* adecuado. Con este fin se han diseñado diversos lenguajes de programación, unos de propósito general, es decir, para todo tipo de aplicaciones, y otros de aplicación particular en alguno de los campos del ámbito informático.

Un lenguaje de programación es una notación para escribir programas, a través de los cuales podemos comunicarnos con el hardware y dar así las órdenes adecuadas para la realización de un determinado proceso. Un lenguaje está definido por una *gramática* o conjunto de reglas que se aplican a un *alfabeto* constituido por el conjunto de símbolos utilizados.

Los distintos niveles de programación existentes nos permiten acceder al hardware, de tal forma que según utilicemos un nivel u otro, así tendremos que utilizar un determinado lenguaje ligado a sus correspondientes traductores. En el esquema de la Figura 5.6 se representan los distintos niveles de acceso a la máquina, teniendo en cuenta que por el único que se accede al hardware directamente es por el de lenguaje máquina; por el resto, accedemos a una máquina virtual que considera el lenguaje del nivel en que estemos como su lenguaje máquina.

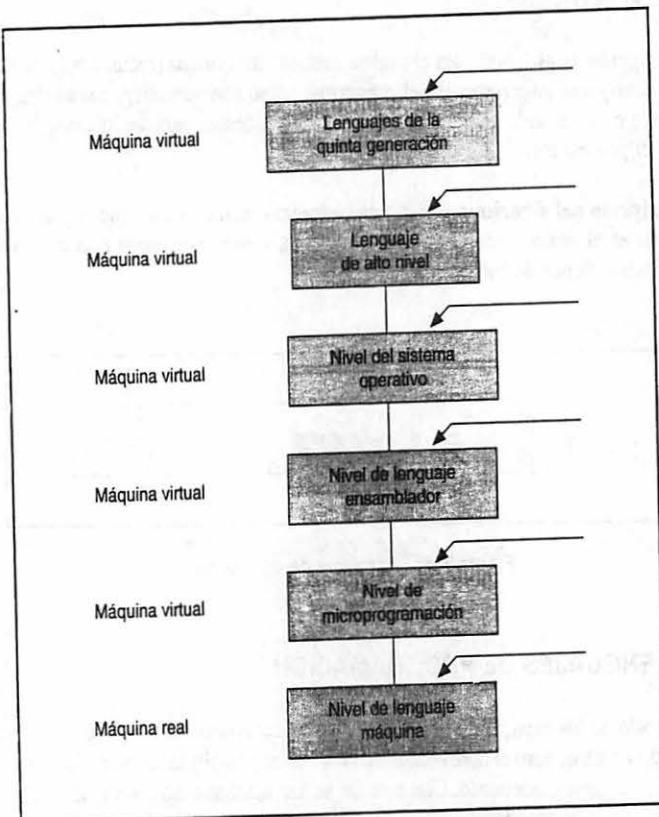


Figura 5.6. Niveles de programación.

5.5. CLASIFICACIONES DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Una primera clasificación, atendiendo a su proximidad al lenguaje de la máquina o al lenguaje de las personas (lenguaje natural), establece los tres siguientes grupos:

- Lenguajes de bajo nivel (máquina).
- Lenguajes intermedios (ensambladores).
- Lenguajes de alto nivel (evolucionados).

En cuanto a los lenguajes de alto nivel, existen varios cientos de ellos, siendo bastante difícil establecer una clasificación general de los mismos, ya que en cualquiera que se realice habrá lenguajes que pertenezcan a más de uno de los grupos establecidos. Una clasificación muy extendida, atendiendo a la forma de trabajar de los programas y a la filosofía con que fueron concebidos, es la siguiente:

- **Lenguajes imperativos.** Utilizan instrucciones como unidad de trabajo de los programas (COBOL, PASCAL, C, ADA).
- **Lenguajes declarativos.** Los programas se construyen mediante descripciones de funciones o expresiones lógicas (LISP, PROLOG).
- **Lenguajes orientados a objetos.** El diseño de los programas se basa más en los datos y su estructura. La unidad de proceso es el objeto y en él se incluyen los datos (variables) y las operaciones que actúan sobre ellos (SMALLTALK, C++).
- **Lenguajes orientados al problema.** Diseñados para problemas específicos, principalmente de gestión, suelen ser generadores de aplicaciones.
- **Lenguajes naturales.** Están desarrollándose nuevos lenguajes con el principal objetivo de aproximar el diseño y construcción de programas al lenguaje de las personas.

Por otro lado, se puede establecer una clasificación atendiendo al desarrollo de los lenguajes desde la aparición de las computadoras, que sigue un cierto paralelismo con las generaciones establecidas en la evolución de las mismas:

- **Primera generación.** Lenguajes máquina y ensambladores.
- **Segunda generación.** Primeros lenguajes de alto nivel imperativos (FORTRAN, COBOL).

- Tercera generación.** Lenguajes de alto nivel imperativos. Son los más utilizados y siguen vigentes en la actualidad (ALGOL 68, PL/I, PASCAL, MODULA).
- Cuarta generación.** Orientados básicamente a las aplicaciones de gestión y al manejo de bases de datos (NATURAL, SQL).
- Quinta generación.** Orientados a la inteligencia artificial y al procesamiento del lenguaje natural (LISP, PROLOG).

En la Figura 5.7 se representan cronológicamente los principales lenguajes de programación de alto nivel y sus relaciones de precedencia.

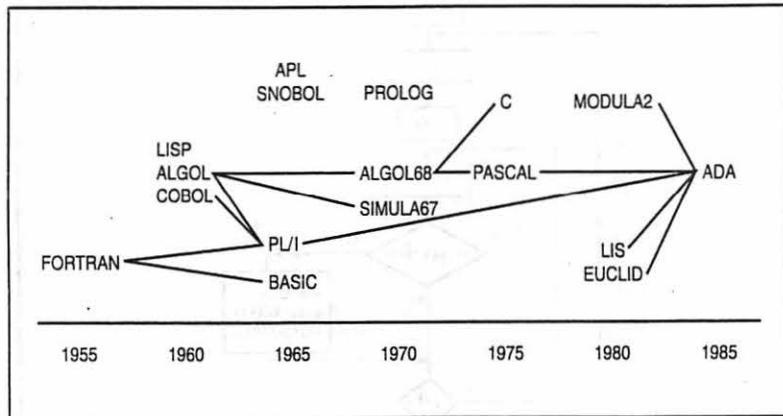


Figura 5.7. Lenguajes de programación de alto nivel.

5.5.1. Lenguaje máquina

El lenguaje máquina es el único que entiende directamente la computadora. Utiliza el alfabeto binario, que consta de los dos únicos símbolos 0 y 1, denominados *bits* (abreviatura inglesa de dígitos binarios). Fue el primer lenguaje utilizado en la programación de computadoras, pero dejó de utilizarse por su dificultad y complicación, siendo sustituido por otros lenguajes más fáciles de aprender y utilizar, que además reducen la posibilidad de cometer errores.

Generalmente, en la codificación de los programas se empleaba el sistema hexadecimal para simplificar el trabajo de escritura.



EJEMPLO

Instrucciones en lenguaje máquina y sus equivalentes en sistema hexadecimal.

0000	0001	1010	0001	01	A1
1000	1001	1001	1010	89	9A
0011	1010	1001	1100	3A	9C
0111	0100	0111	0000	74	70
1110	1001	0010	0000	E9	20

5.5.2. Lenguaje ensamblador

El lenguaje ensamblador es el primer intento de sustituir el lenguaje máquina por otro más similar a los utilizados por las personas. En este lenguaje, cada instrucción equivale a una instrucción en lenguaje máquina, utilizando para su escritura *palabras nemotécnicas* en lugar de cadenas de bits.



EJEMPLO

Instrucciones en lenguaje ensamblador.

INICIO:	ADD	B, 1
	MOV	A, B
	CMP	A, E
	JE	FIN
	JMP	INICIO
FIN:		END

Este lenguaje presenta la mayoría de los inconvenientes del lenguaje máquina:

- Cada modelo de computadora tiene un lenguaje ensamblador propio diferente del de los demás, por lo cual un programa sólo puede utilizarse en la máquina para la que se programó.

- El programador ha de conocer perfectamente el hardware del equipo, ya que maneja directamente las posiciones de memoria, registros del procesador y demás elementos físicos.
- Todas las instrucciones son elementales, es decir, en el programa se deben describir con el máximo detalle todas las operaciones que se han de efectuar en la máquina para la realización de cualquier proceso.

Por otro lado, tanto el lenguaje máquina como el ensamblador gozan de la ventaja de mínima ocupación de memoria y mínimo tiempo de ejecución en comparación con el resultado de la compilación del programa equivalente escrito en otros lenguajes.

5.5.3. Lenguajes de alto nivel

Los lenguajes de alto nivel, también denominados lenguajes evolucionados, surgen con posterioridad a los anteriores con los siguientes objetivos, entre otros:

1. Lograr independencia de la máquina, pudiendo utilizar un mismo programa en diferentes equipos con la única condición de disponer de un programa traductor o compilador, que es suministrado por el fabricante, para obtener el programa ejecutable en lenguaje binario de la máquina que se trate. Además, no se necesita conocer el hardware específico de dicha máquina.
2. Aproximarse al lenguaje natural, para que el programa se pueda escribir y leer de una forma más sencilla, eliminando muchas de las posibilidades de cometer errores que se daban en el lenguaje máquina, ya que se utilizan palabras (en inglés) en lugar de cadenas de símbolos sin ningún significado aparente.
3. Incluir rutinas de uso frecuente, como las de entrada/salida, funciones matemáticas, manejo de tablas, etc., que figuran en una especie de librería del lenguaje, de manera que se puedan utilizar siempre que se quiera sin necesidad de programarlas cada vez.

Se puede decir que el principal problema que presentan los lenguajes de alto nivel es la gran cantidad de ellos que existen actualmente en uso, además de las diferentes versiones o dialectos que se han desarrollado de algunos de ellos.

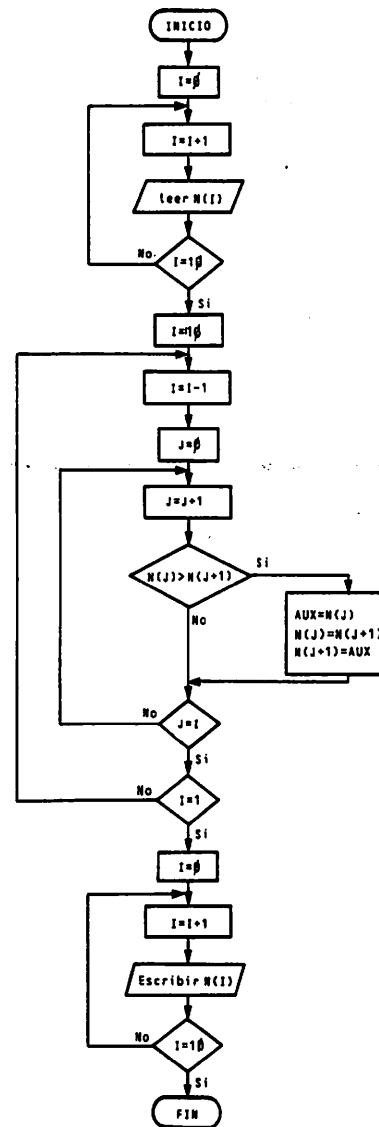
A continuación se presentan brevemente varios de los más conocidos y utilizados. Para ilustrarlos se acompañarán del siguiente programa ejemplo:

Programa que lee una secuencia de 10 números enteros, los almacena en una tabla para ordenarlos ascendente, por el método de la burbuja, y finalmente imprime la lista ordenada de números. (Véase ordinograma de página siguiente.)

■ FORTRAN

Abreviatura de *FORmula TRANslator* (traductor de fórmulas), fue definido alrededor del año 1955 en Estados Unidos por la compañía IBM. Es el más antiguo de los lenguajes de alto nivel. Antes de él, todos los programas se escribían en lenguaje ensamblador o en lenguaje máquina.

ORDINOGRAMA:



Es un lenguaje especializado en aplicaciones técnicas y científicas. Se caracteriza por su potencia en los cálculos matemáticos, pero está limitado en las aplicaciones de gestión, manejo de archivos, tratamiento de cadenas de caracteres y edición de informes.

A lo largo de su existencia han aparecido diferentes versiones, entre las que destaca la adoptada en 1966 por el ANSI (American National Standards Institute), en la que se definieron nuevas reglas del lenguaje y se logró la independencia del mismo con respecto a la máquina; es decir, comenzó la portabilidad del lenguaje. Esta versión se denominó FORTRAN IV o FORTRAN 66. En 1977 apareció una nueva versión más evolucionada que se llamó FORTRAN V o FORTRAN 77. Está reflejada en el documento *ANS X3.9-1978: Programming Language FORTRAN* y define dos niveles del lenguaje denominados FORTRAN 77 completo y FORTRAN 77 básico, siendo el segundo un subconjunto del primero. Incluye, además, instrucciones para el manejo de cadenas de caracteres y de archivos, así como otras para la utilización de técnicas de programación estructurada. Estas características hacen que el lenguaje también sea válido para determinadas aplicaciones de gestión. La última normalización del lenguaje, FORTRAN 90, se encuentra en el documento *ANS X3.198-1991* en la que se incluyen características como la recursividad, tratamiento paralelo de tablas y uso de memoria dinámica.

EJEMPLO

C Ordenación de una secuencia de 10 números

```

PROGRAM BURBUJA
INTEGER N(10)
INTEGER I, J, AUX
DO 10 I=1, 10
  READ(*,*) N(I)
CONTINUE
DO 20 I=9, 1, -1
  DO 20 J=1, I
    IF (N(J).GT.N(J+1)) THEN
      AUX=N(J)
      N(J)=N(J+1)
      N(J+1)=AUX
    END IF
CONTINUE
DO 30 I=1, 10
  WRITE(*,*) N(I)
CONTINUE
STOP
END

```

■ COBOL

Es el lenguaje más utilizado en las aplicaciones de gestión, creado en 1960 por un comité denominado CODASYL (COference on DAta SYstems Languages), patrocinado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, a fin de disponer de un lenguaje universal para aplicaciones comerciales, como expresa su nombre (*Common Business Oriented Language*).

A lo largo de su existencia ha sufrido diversas actualizaciones. Su primer estándar fue aprobado por el ANSI en 1968. Posteriormente, en 1974, se adopta la norma ANS X3.23-1974, que ha perdurado hasta su última versión, COBOL ANS-85, que facilita el diseño estructurado de los programas.

Sus características más destacables son las siguientes: se asemeja al lenguaje natural (inglés), es autodocumentado y ofrece grandes facilidades en el manejo de archivos, así como en la edición de informes escritos.

Entre sus inconvenientes están sus rígidas reglas de formatos de escritura, la necesidad de escribir todos los elementos al máximo detalle, la extensión excesiva en sus sentencias, e incluso duplicación en algunos casos, y la inexistencia de funciones matemáticas.

No obstante, se puede afirmar que en la actualidad continúa siendo el lenguaje más utilizado en las aplicaciones de gestión.

EJEMPLO

*Ordenación de una secuencia de 10 números.

```

IDENTIFICATION DIVISION.
PROGRAM-ID. BURBUJA.
DATA DIVISION.
WORKING-STORAGE SECTION.
01 TABLA-N.
  05 N  PIC 9(4) OCCURS 10 TIMES.
01 VARIABLES.
  05 I  PIC 9(4).
  05 J  PIC 9(4).
  05 AUX  PIC 9(4).
01 SALIDA  PIC Z(3)9.
PROCEDURE DIVISION.
PROCESO-PRINCIPAL.
  PERFORM VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 10
    ACCEPT N (I)
  END-PERFORM

```

```

PERFORM ORDENAR
VARYING I FROM 9 BY -1 UNTIL I < 1
AFTER J FROM 1 BY 1 UNTIL J > I
PERFORM VARYING I FROM 1 BY 1 UNTIL I > 10
MOVE N (I) TO SALIDA
DISPLAY SALIDA
END-PERFORM
STOP RUN.

ORDENAR.
IF N (J) > N (J+1) THEN
MOVE N (J) TO AUX
MOVE N (J+1) TO N (J)
MOVE AUX TO N (J+1)
END-IF.

```

■ PL/I

Fue creado a comienzos de los años sesenta por IBM para ser usado en sus equipos del sistema 360. Inspirándose en los lenguajes ALGOL, COBOL y FORTRAN se desarrolló el PL/I (*Programming Language/I*) tomando las mejores características de los anteriores y añadiendo algunas nuevas, con el objetivo de obtener un lenguaje lo más general posible en cuanto a su implementación, útil para aplicaciones técnico-científicas, comerciales, de proceso de textos, de bases de datos y de programación de sistemas.

Entre sus novedades está su gran libertad en el formato de escritura de los programas; soporta la programación estructurada y diseño modular. No obstante, no ha superado a sus progenitores en sus aplicaciones específicas, debido en parte a su amplitud y, por ello, al tamaño de su compilador que hasta ahora sólo se podía instalar en grandes equipos.



```

/* Ordenación de una secuencia de 10 números */
BURBUJA : PROCEDURE OPTIONS (MAIN);
DECLARE N(10) FIXED DECIMAL;
DECLARE (I,J,AUX) FIXED;
DO I=1 TO 10;
  GET LIST (N(I));
END;
DO I=9 TO 1 BY -1;
  DO J=1 TO I;

```

```

IF N(J)>N(J+1) THEN DO;
  AUX=N(J);
  N(J)=N(J+1);
  N(J+1)=AUX;
END;
END;
DO I=1 TO 10;
  PUT LIST (N(I));
END;
END BURBUJA;

```

■ BASIC

El lenguaje BASIC fue diseñado por los profesores John G. Kemeny y Thomas E. Kurtz del Dartmouth College (Estados Unidos) en 1965, con el objetivo principal de proporcionar a los principiantes un lenguaje fácil de aprender, como se indica en su nombre *Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code* (Código de instrucción simbólica de propósito general para principiantes).

Entre sus principales novedades están las de ser un lenguaje interpretado y de uso conversacional, útil para aplicaciones técnicas y de gestión. Esto, unido a la popularización de las microcomputadoras y computadoras personales, ha hecho que su utilización se haya extendido enormemente, a la vez que ha propiciado el surgimiento de una gran diversidad de versiones que extienden y adaptan a necesidades particulares el lenguaje original. Existen multitud de intérpretes y compiladores del lenguaje.



```

10 REM ORDENACIÓN DE UNA SECUENCIA DE 10 NÚMEROS
20 CLS
30 DIM N(10)
40 FOR I=1 TO 10
50   INPUT N(I)
60 NEXT I
70 FOR I=9 TO 1 STEP -1
80   FOR J=1 TO I
90     IF N(J) > N(J+1) THEN AUX=N(J):N(J)=N(J+1):N(J+1)=AUX
100  NEXT J
110 NEXT I

```

```

120 FOR I=1 TO 10
130 PRINT N(I);
140 NEXT I
150 END

```

■ PASCAL

Fue creado por el matemático suizo Nicklaus Wirth en 1970, basándose en el lenguaje ALGOL, en cuyo diseño había participado en los años sesenta. Su nombre proviene del filósofo y matemático francés del siglo XVII, Blaise Pascal, que inventó la primera máquina de tipo mecánico para sumar.

Aunque en principio la idea del diseñador era proporcionar un lenguaje adecuado para la enseñanza de los conceptos y técnicas de programación, con el tiempo ha llegado a ser un lenguaje ampliamente utilizado en todo tipo de aplicaciones, que posee grandes facilidades para la programación de sistemas y diseño gráfico.

Aporta los conceptos de tipo de datos, programación estructurada y diseño descendente, entre otros, además de haberse convertido en predecesor de otros lenguajes más modernos, como MODULA-2 y ADA.



EJEMPLO

```

{ Ordenación de una secuencia de 10 números }
Program BURBUJA (input, output);
var N : array [1..10] of integer;
    I, J, AUX : integer;
begin
  for I:=1 to 10 do
    readln (N[I]);
  for I:=9 downto 1 do
    for J:=1 to I do
      if N[J] > N[J+1] then
        begin
          AUX:=N[J];
          N[J]:=N[J+1];
          N[J+1]:=AUX
        end;
  for I:= 1 to 10 do
    writeln (N[I])
end.

```

■ C

Este lenguaje fue creado en 1972 por Dennis Ritchie a partir del trabajo elaborado por su colega de los laboratorios Bell Telephone, Ken Thompson. Éstos habían diseñado con anterioridad el sistema operativo UNIX, y su intención al desarrollar el lenguaje C fue la de conseguir un lenguaje idóneo para la programación de sistemas que fuese independiente de la máquina, con el cual escribir su sistema UNIX.

Aunque, como acabamos de decir, fue diseñado inicialmente para la programación de sistemas, posteriormente su uso se ha extendido a aplicaciones técnico-científicas, de bases de datos, de proceso de textos, etc.

La utilización óptima de este lenguaje se consigue dentro de su entorno natural, que es el sistema operativo UNIX, y entre sus características destaca el uso de programación estructurada para resolver tareas de bajo nivel, así como la amplia librería de rutinas de que dispone.



EJEMPLO

```

/* Ordenación de una secuencia de 10 números */
main()
{
  int N[10];
  int I, J, AUX;
  for (I=1; I<=10; I++)
    scanf ('%d', &N[I]);
  for (I=9; I>=1; I--)
    for (J=1; J<=I; J++)
      if (N[J] > N[J+1])
        {
          AUX=N[J];
          N[J]=N[J+1];
          N[J+1]=AUX;
        }
  for (I=1; I<=10; I++)
    printf ('%d\n', N[I]);
}

```

■ MODULA-2

El lenguaje MODULA fue diseñado en 1977 bajo la dirección de Nicklaus Wirth, creador también del lenguaje PASCAL, con la intención de incluir las necesidades de la

programación de sistemas y dar respuesta a las críticas recibidas respecto de las carencias del lenguaje PASCAL. En 1979 se realiza una nueva versión que pasa a denominarse MODULA-2 y que perdura en la actualidad.

Además de incluir las características de su predecesor, este nuevo lenguaje incorpora las principales carencias de aquél, como la posibilidad de compilación separada, creación de librerías, programación concurrente, mejora el manejo de cadenas de caracteres, los procedimientos de entrada/salida y la gestión de la memoria, etc. Además, posee grandes facilidades para la programación de sistemas.

También, debido a sus cualidades didácticas, ha sido ampliamente aceptado por la comunidad universitaria como herramienta idónea para la enseñanza de la programación.



```
(* Ordenación de una secuencia de 10 números *)
MODULE Burbuja;
FROM InOut IMPORT ReadInt, WriteInt, WriteLn;
CONST N = 10;
TYPE Vector = ARRAY [1..N] OF INTEGER;
VAR V : Vector;
    AUX : INTEGER;
    I, J: CARDINAL;
BEGIN
  FOR I = 1 TO N DO
    ReadInt (V[I])
  END;
  WriteLn;
  FOR I = N - 1 TO 1 BY -1 DO
    FOR J = 1 TO I DO
      IF V[J] > V[J+1] THEN
        AUX := V[J];
        V[J] := V[J+1];
        V[J+1] := AUX
      END
    END
  END;
  FOR I = 1 TO N DO
    WriteInt (V[I], 5)
  END;
  WriteLn
END Burbuja.
```

ADA

Es el último intento de obtener un único lenguaje para todo tipo de aplicaciones, e incluye los últimos avances en técnicas de programación. Su diseño fue encargado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos a la empresa Honeywell-Bull después de una selección rigurosa entre varias propuestas realizadas sobre una serie de requerimientos del lenguaje y de haber evaluado negativamente veintitrés lenguajes existentes. De éstos, se seleccionaron como base para la creación del nuevo lenguaje el PASCAL, el ALGOL y el PL/I. La estandarización del lenguaje se publicó en 1983 con el nombre de ADA, en honor de la considerada primera programadora de la historia, Augusta Ada Byron, condesa de Lovelace.

Entre las características del lenguaje se encuentran la compilación separada, los tipos abstractos de datos, programación concurrente, programación estructurada, libertad de formatos de escritura, etc. Como principal inconveniente presenta su gran extensión.



```
--Ordenación de una secuencia de 10 números
Package body BURBUJA is
  N : array(1..10) of integer;
  I, J, AUX : integer;
begin
  for I in 1..10 loop
    get (N(I));
  end loop;
  for I in reverse 1..9 loop
    for J in 1..I loop
      if N(J)>N(J+1) then
        AUX:=N(J);
        N(J):=N(J+1);
        N(J+1):=AUX;
      end if;
    end loop;
  end loop;
  for I in 1..10 loop
    put (N(I));
  end loop;
end BURBUJA;
```



RESUMEN

La utilización de la computadora para la realización automática de una tarea aporta grandes ventajas, basadas en las características de la máquina: rapidez, precisión y memoria.

No obstante, para que una computadora pueda realizar cualquier trabajo, por pequeño que sea, es necesario que previamente se le hayan indicado de forma precisa y en su lenguaje las instrucciones que ha de llevar a cabo. A esta descripción se le denomina programa.

El ciclo de vida del software está constituido por una serie de etapas que se llevan a cabo desde que se plantea un problema o la informatización de una tarea hasta que se decide abandonar la solución informática obtenida y su utilización por parte de los usuarios finales. Las etapas se agrupan en dos bloques, denominados análisis y diseño el primero, e implantación y explotación el segundo.

En cualquier momento del proceso puede surgir y ser detectado un error que afecte al funcionamiento del programa o a los resultados que produce. En este caso, es preciso regresar a la etapa correspondiente en que puede ser corregido y repetir el proceso hasta el final.

Para facilitar el uso del programa, su mantenimiento e incluso la detección y corrección de los posibles errores, es fundamental que en cada una de las etapas se elabore la documentación correspondiente, considerándose documentación interna a la que forma parte del propio programa fuente y documentación externa al resto.

La estructura de un programa la determina su propia concepción: realizar un proceso sobre unos datos de entrada para obtener unos resultados que den respuesta al problema planteado. De esta manera, las instrucciones que forman el programa incumben bien a la entrada de datos, a su proceso o a la salida de resultados.

Desde el punto de vista descriptivo, un programa, en general, consta de la declaración de los objetos que intervienen, para almacenar los datos, y la descripción de las instrucciones que procesan dichos datos y que constituyen el algoritmo de resolución.

Para la codificación del algoritmo de resolución de un problema en forma comprensible para la computadora hay que codificarlo en un lenguaje de programación. En principio, el único lenguaje que entiende ésta es el lenguaje máquina, bastante incómodo y diferente para cada computadora; pero mediante el uso de un compilador se puede utilizar un lenguaje denominado de alto nivel,

más parecido al lenguaje natural, que una vez editado e introducido en la memoria será traducido al lenguaje de la máquina de forma automática.

Los lenguajes de programación se clasifican, atendiendo a su evolución, en cinco generaciones, y atendiendo a la forma de trabajar de sus programas pueden ser: imperativos, declarativos, orientados a objetos, orientados al problema y naturales.

No obstante, ninguna de las clasificaciones de lenguajes que se establezca es estricta, ya que siempre hay lenguajes que pueden incluirse en más de un grupo.

Entre los lenguajes de programación de alto nivel más conocidos y utilizados se encuentran:

- FORTRAN, considerado el primer lenguaje de alto nivel.
- COBOL, lenguaje para aplicaciones de gestión.
- PL/I, muy complejo pero de poco éxito por su tamaño.
- BASIC, muy extendido a raíz de la popularización de las microcomputadoras.
- PASCAL, lenguaje innovador y útil en la didáctica de los métodos y técnicas de programación.
- C, especialmente adecuado para la programación de sistemas.
- MODULA-2, descendiente del PASCAL y que incorpora las carencias de éste.
- ADA, el último gran lenguaje de propósito general.

LISTA DE TÉRMINOS



Acciones	Codificación
ADA	Código autodocumentado
Alfabeto	Compilación
Algoritmo	Compilador
Análisis	Datos de entrada
Aplicación informática	Datos de salida
BASIC	Depuración
C	Diseño de programas
Ciclo de vida del software	Diseño modular
COBOL	Documentación de los programas

Documentación externa
 Documentación interna
 Edición
 Editor de programas
 Enlace
 Errores
 Errores de compilación
 Errores de ejecución
 Errores de especificación
 Errores de lógica
 Errores sintácticos
 Especificaciones
 Explotación
 FORTRAN
 Gramática
 Herramientas CASE
 Hoja de codificación
 Implantación
 Instrucciones
 Juego de datos de prueba
 Lenguaje de programación
 Lenguajes de alto nivel
 Lenguajes de bajo nivel
 Lenguajes declarativos
 Lenguajes ensambladores
 Lenguajes imperativos
 Lenguajes intermedios

CUESTIONES

1. ¿Qué ventaja aporta el uso de la computadora para la resolución de problemas?
2. ¿En qué consiste un programa de computadora?
3. Enumere las etapas del proceso de automatización de un problema.
4. ¿En qué fase se introduce el programa en la computadora?
5. ¿Cómo se detectan los errores de lógica?
6. ¿Cuáles son los componentes de un programa desde el punto de vista de su descripción?

Lenguajes máquina
 Lenguajes naturales
 Lenguajes orientados a objetos
 Lenguajes orientados al problema
Linkage (enlace)
 Mantenimiento
 Manual de explotación
 Manual de mantenimiento
 Máquina real
 Máquina virtual
 MODULA-2
 Objetos
 Ordinograma
 PASCAL
 PL/I
 Procesador de textos
 Programa
 Programa ejecutable
 Programa fuente
 Programa objeto
 Programación
 Programación estructurada
 Prueba de ejecución
 Pseudocódigo
 Unidad de entrada
 Unidad de salida
 Validación

7. ¿En qué consiste la documentación interna de un programa?
8. ¿Qué es un lenguaje de programación?
9. ¿Qué diferencia existe entre un algoritmo y un programa?
10. Describa los distintos niveles de programación.
11. ¿Qué diferencia existe entre el lenguaje máquina y el lenguaje ensamblador?
12. ¿Qué caracteriza a los lenguajes de programación declarativos?
13. Ordene cronológicamente los siguientes lenguajes de programación: PASCAL, PL/I, COBOL, ADA y FORTRAN.
14. ¿Cuál es el principal lenguaje de programación para aplicaciones de gestión?
15. ¿Cuáles son los principales lenguajes utilizados en la enseñanza?
16. ¿Cuáles son los lenguajes precursores del ADA?

TEST DE REPASO

1. En cuanto al proceso de datos, las características de la computadora son: rapidez de proceso, precisión de resultados y
 - a) Flexibilidad de almacenamiento.
 - b) Rigidez de cálculo.
 - c) Capacidad de memoria.
 - d) Capacidad de decisión.
2. La etapa del análisis y diseño de una aplicación informática en la que se obtiene un algoritmo de resolución, se denomina:
 - a) Implantación.
 - b) Programación.
 - c) Edición.
 - d) Análisis.
3. La etapa, perteneciente a la implantación y explotación de una aplicación informática, en la que se traduce el programa de lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina, se denomina:
 - a) Compilación.
 - b) Codificación.
 - c) Enlace.
 - d) Programación.

4. El resultado de la etapa de enlace es el denominado:
 - a) Programa objeto.
 - b) Programa ejecutable.
 - c) Módulo fuente.
 - d) Módulo enlazado.

5. Los errores que detecta el compilador se denominan:
 - a) Lógicos.
 - b) De especificación.
 - c) De mantenimiento.
 - d) Sintácticos.

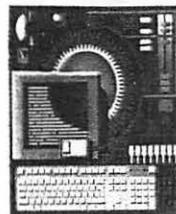
6. Un error de lógica se detecta mediante:
 - a) La compilación.
 - b) La prueba de ejecución.
 - c) La codificación.
 - d) El análisis del programa objeto.

7. La documentación interna de un programa la constituye:
 - a) La descripción del diseño.
 - b) El manual de mantenimiento.
 - c) Las especificaciones del análisis.
 - d) El programa fuente.

8. Los lenguajes de programación útiles para todo tipo de aplicaciones se denominan:
 - a) De amplio espectro.
 - b) Orientados al problema.
 - c) De propósito general.
 - d) De alto nivel.

9. Los lenguajes caracterizados por su independencia de la máquina son:
 - a) Los lenguajes de alto nivel.
 - b) Los lenguajes ensambladores.
 - c) Los lenguajes intermedios.
 - d) Los lenguajes de la primera generación.

10. El lenguaje creado para programación de sistemas que se encuentra íntimamente ligado con el sistema operativo UNIX es:
 - a) PASCAL.
 - b) C.
 - c) MODULA.
 - d) ADA.



CAPÍTULO 6

Archivos y bases de datos

6.1. INTRODUCCIÓN

El almacenamiento y manejo de grandes cantidades de datos se hace necesario en cualquier empresa para el logro de sus objetivos. Por ejemplo, se necesitan los datos de los empleados, de los clientes, de los proveedores, de los productos almacenados, etc.

Normalmente, la gestión de estos datos se ha venido realizando de forma manual. Se organizaban en forma de fichas, informes o expedientes, colocándolos en carpetas y almacenando éstas en un archivador (Figura 6.1). Por ejemplo, se tiene un archivo de clientes en el que cada ficha contiene todos los datos correspondientes a un cliente. Cuando se necesita consultar o modificar los datos de un cliente concreto será preciso realizar toda la operación manualmente.

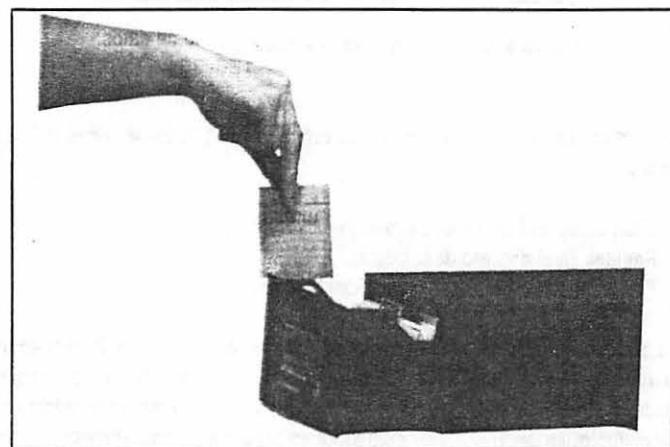


Figura 6.1. Archivo manual.

La utilización de las computadoras en la administración de las empresas ha supuesto una revolución respecto al almacenamiento y gestión de sus datos, dando lugar al uso de los denominados **archivos informáticos y bases de datos**.

Para el almacenamiento de los datos se utilizan soportes informáticos principalmente de tipo magnético y óptico (discos y cintas), y para el tratamiento de los datos grabados en ellos se utilizan las computadoras (Figura 6-2).



Figura 6.2. Soportes para el almacenamiento de datos.

Las ventajas obtenidas se derivan de las características de los soportes y de las computadoras:

- Gran capacidad de almacenamiento en un reducido espacio.
- Rapidez en el proceso de los datos.
- Precisión de los resultados obtenidos del proceso.

Los archivos antes citados se denominan *archivos de datos*, pero hemos de tener en cuenta que existen otros tipos de archivos, ya que cualquier información permanente que se almacena en una computadora de cualquier forma, se considera igualmente un archivo. Por ejemplo, un *archivo fuente* contendrá un programa fuente (programa escrito en un lenguaje de programación de alto nivel), un *archivo objeto* contiene un programa ya compilado, un *archivo gráfico* un dibujo, etc.

En el presente capítulo nos dedicaremos al estudio de los archivos de datos o conjuntos de informaciones en memoria secundaria relativas a un mismo tema. También estudiaremos las bases de datos como generalización de la estructura de archivo.

6.2. ARCHIVOS Y REGISTROS

Un archivo o fichero es una estructura de datos que reside en memoria secundaria, consistente en un conjunto de informaciones estructuradas en unidades de acceso denominadas registros, todos del mismo tipo y en número indeterminado.

Un registro lógico, artículo o simplemente registro es cada una de las componentes del archivo, conteniendo el conjunto de informaciones que se acceden y se tratan de manera unitaria. Está constituido por uno o más elementos denominados **campos**, que pueden ser de diferentes tipos y que a su vez pueden estar compuestos por **subcampos**.

Un registro puede tener un **campo clave**, cuyo valor sirve para identificar de forma única el registro, y por tanto, dicho valor no puede aparecer repetido en otro registro diferente.

Puede suceder que un archivo no tenga campo clave en sus registros o, por el contrario, que tenga varios, denominándose a la principal **clave primaria** y a las demás secundarias.

Si un archivo contiene la información de un conjunto de individuos u objetos, sus registros contienen la información de cada uno de ellos y los campos los diferentes datos que la componen.

Por ejemplo, en el archivo de personal de una empresa, cada registro contiene la información de un empleado y los campos contienen su número de DNI, nombre, dirección, fecha de ingreso, etc. La calle en que vive será un subcampo y el campo clave puede ser el número de DNI (Figura 6.3).

NÚMERO DE DNI	2.198.365	
NOMBRE	LUIS ORTIZ RUBIO	
DIRECCIÓN	PS. OL莫斯	16
LOCALIDAD	28099 MADRID	
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN	
CATEG. LABORAL	TÉCNICO AUXILIAR	
FECHA DE INGRESO	15	09 1988

Figura 6.3. Registro personal.

Un registro físico o bloque corresponde a la cantidad de información que se transfiere físicamente en cada operación de acceso (lectura o escritura) sobre el exterior.

Conviene separar claramente los conceptos de registro lógico y registro físico, diferenciándose en que el tamaño y formato del registro lógico los define el programador, mientras que el tamaño del registro físico viene dado por las características físicas de la computadora utilizada.

En general, un bloque tendrá capacidad para contener uno o más registros, pero también puede ocurrir que un registro ocupe más de un bloque (Figura 6.4).

En el primer caso se habla de registros bloqueados, denominándose factor de bloqueo al número de registros lógicos que contiene cada registro físico, y se denominan registros expandidos a aquellos que ocupan más de un bloque.

Una lectura de un archivo con registros bloqueados transfiere a la memoria central varios registros a la vez, pero para leer un registro expandido será necesario realizar más de un acceso.

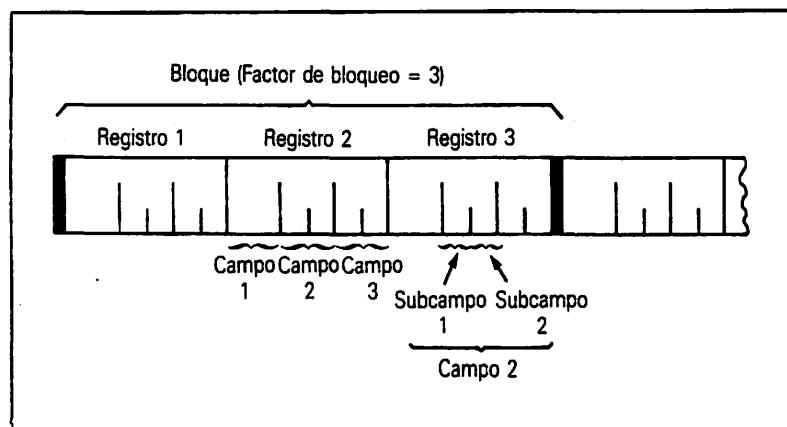


Figura 6.4. Esquema lógico de un archivo.

6.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ARCHIVOS

Las principales características que diferencian esta estructura de datos de las restantes son las siguientes:

- Residencia en soportes de información externos, también denominados memorias secundarias o auxiliares, como son las cintas y discos.
- Independencia respecto de los programas. Significa que la vida del archivo no está limitada por la vida del programa que lo creó, y también que en diferentes momentos pueden utilizar el mismo archivo diferentes programas.

— Permanencia de las informaciones almacenadas. Es decir, toda la información almacenada en la memoria central desaparece cuando se termina la ejecución del programa que la maneja, pero para hacer desaparecer un archivo será necesario realizar explícitamente una operación de borrado.

— Gran capacidad de almacenamiento. Teóricamente esta capacidad es ilimitada. Por el contrario, las estructuras de datos que residen en la memoria central tienen limitado su tamaño por la capacidad de ésta.

6.4. CLASIFICACIÓN DE LOS ARCHIVOS SEGÚN SU USO

Los archivos se clasifican según la utilización que se hace de ellos en tres grupos:

- **Archivos permanentes.** Contienen información que varía poco a lo largo del tiempo. Pueden ser de tres clases:

— *Archivos de constantes.* Su información permanece prácticamente inamovible, utilizándose principalmente como archivos de consulta.

Un archivo de este tipo puede ser el de la red del metro de una ciudad, que contiene la descripción, características, número de estaciones, número de trenes, etc., de cada línea.

— *Archivos de situación.* También denominados archivos *maestros*, contienen la información que refleja el estado o situación de una empresa, entidad o algún aspecto de ella en un determinado momento. Estos archivos se actualizan periódicamente para adaptarlos a cada nueva situación.

Un ejemplo es el archivo de personal con contrato temporal en una empresa, o también el archivo de existencias en almacén.

— *Archivos históricos.* Se obtienen de los anteriores cuando se dejan fuera de uso para futuros estudios estadísticos o consultas.

Será un archivo histórico el que contiene la información de libros adquiridos por una biblioteca en la década de los ochenta.

- **Archivos de movimientos.** En ellos se almacena la información que se utilizará para actualizar los archivos maestros. Sus registros, denominados movimientos o transacciones, son de tres clases: *altas*, *bajas* y *modificaciones*.

Una vez realizado el proceso de actualización de un archivo maestro por medio de un archivo de movimientos, éste pierde su validez y podemos deshacernos de él.

Un archivo de este tipo para actualizar el antes mencionado de personal contratado, es el que refleja las nuevas contrataciones, finalizaciones de contratos y modificaciones de los mismos producidas en la empresa durante el mes actual.

- **Archivos de maniobra o trabajo.** Tienen una vida limitada, normalmente igual a la duración de la ejecución de un programa, y se utilizan como auxiliares de los anteriores.

Por ejemplo, si se desea una lista alfabética de los nombres del personal contratado, se hará por medio de un archivo de maniobra en el que se almacene esta información a partir del archivo de personal. Este archivo desaparecerá una vez se tenga la lista impresa.

6.5. ORGANIZACIÓN DE ARCHIVOS

Al diseñar un archivo, dependiendo del uso que se va a hacer del mismo y del soporte utilizado, se pueden elegir diferentes maneras de organizar sus registros, siendo las principales organizaciones las siguientes:

- Secuencial.
- Directa o aleatoria.
- Secuencial indexada.

6.5.1. Organización secuencial

Es aquélla en la cual los registros ocupan posiciones consecutivas de memoria, y sólo se puede acceder a ellos de uno en uno a partir del primero (Figura 6.5).

En un archivo secuencial no se pueden hacer operaciones de escritura cuando se está leyendo, ni operaciones de lectura cuando se está escribiendo.

Por otro lado, para actualizarlos es preciso crear nuevos archivos donde se copien los registros que vayan a permanecer, modificados o no, junto con los nuevos.

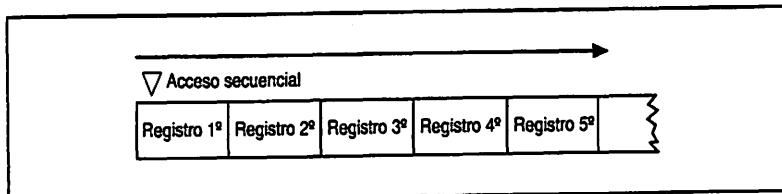


Figura 6.5. Esquema lógico de un archivo secuencial.

6.5.2. Organización directa o aleatoria

En un archivo con esta organización, también denominada relativa, las informaciones se colocan y se acceden aleatoriamente mediante su posición, es decir, indicando el lugar relativo que ocupan dentro del conjunto de posiciones posibles.

En esta organización se pueden leer y escribir registros, en cualquier orden y en cualquier lugar.

Presenta el inconveniente de que es tarea del programador establecer la relación entre la posición que ocupa un registro y su contenido; además, puede desaprovecharse parte del espacio destinado al archivo, ya que pueden quedar huecos libres entre unos registros y otros.

Su principal ventaja es la rapidez de acceso a un registro cualquiera, ya que para ello no es preciso pasar por los anteriores (Figura 6.6).

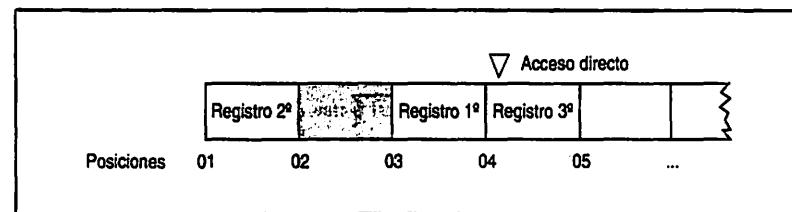


Figura 6.6. Esquema lógico de un archivo directo.

6.5.3. Organización secuencial indexada

Un archivo con esta organización consta de tres áreas:

- Área de índices.
- Área primaria.
- Área de excedentes (*overflow*).

El área primaria contendrá los registros de datos, clasificados en orden ascendente por su campo clave.

El área de índices es un archivo secuencial creado por el sistema, en el que cada registro establece una división (segmento) en el área primaria, y contiene la dirección de comienzo del segmento y la clave más alta del mismo. De esta manera, el sistema accede de forma directa a un segmento del área primaria a partir del área de índices, de forma similar a la búsqueda de un capítulo de un libro a partir de su índice.

Por último, se reserva un espacio, llamado área de excedentes, para añadir nuevos registros que no pueden ser colocados en el área primaria cuando se produce una actualización del archivo (Figura 6.7).

Esta organización presenta la ventaja de un rápido acceso por medio de la clave del registro, y además el sistema se encarga de relacionar la posición de cada registro con su contenido por medio del área de índices. También es trabajo del sistema la gestión de las áreas de índices y excedentes.

Los inconvenientes que presenta son la necesidad de espacio adicional para el área de índices y el desaprovechamiento de espacio que resulta de quedar huecos intermedios libres después de sucesivas actualizaciones.

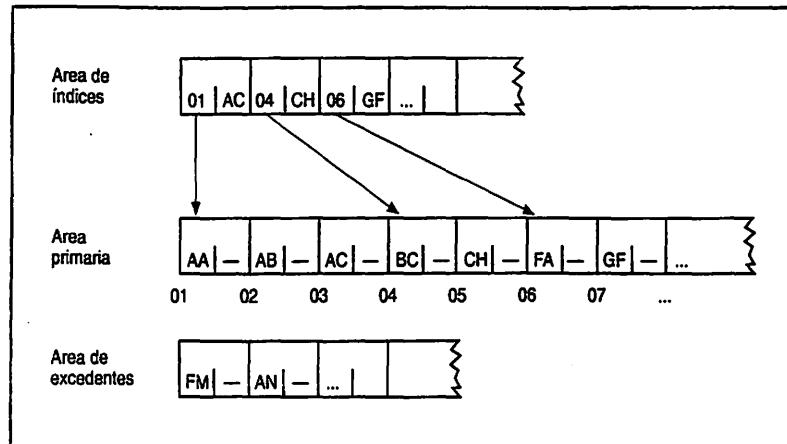


Figura 6.7. Esquema lógico de un archivo secuencial indexado.

6.6. MODOS DE ACCESO

Sea un soporte de información que contiene un archivo. Se denomina modo de acceso a la forma en que el dispositivo que maneja el soporte se posiciona en un determinado lugar del mismo para realizar una operación de lectura o escritura de un registro.

El modo de acceso lo decide el programador de la aplicación en función del soporte utilizado y del tipo de organización.

Hay dos modos básicos: secuencial y directo.

El acceso secuencial a un registro supone acceder inicialmente al primer registro del archivo y después, consecutivamente, a todos los sucesivos hasta llegar al registro deseado. Este modo de acceso se puede utilizar con cualquier soporte y organización.

El acceso directo solamente se puede realizar en los denominados soportes direccionables, como los discos magnéticos, y consiste en el posicionamiento sobre cualquier registro sin necesidad de haber accedido antes a los anteriores.

En los archivos de organización directa, este acceso se consigue proporcionando al dispositivo la posición del registro que se desea acceder. En ocasiones es conveniente programar una función de aleatorización o *hashing*, la cual permite calcular la posición de cualquier registro a partir del valor de su clave.

En los archivos indexados, el acceso directo lo realiza de forma automática el sistema a partir del valor del campo clave; para ello utiliza, como se ha descrito en el apartado anterior, un conjunto auxiliar de índices que relacionan las claves con las posiciones de los registros.

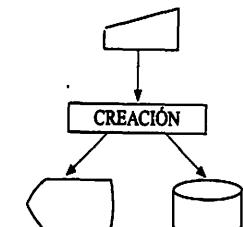
6.7. OPERACIONES SOBRE ARCHIVOS

Entre las operaciones más usuales que se realizan con archivos destacan la creación, copia, consulta, clasificación, concatenación, intersección, fusión, partición, actualización, reorganización y borrado.

Estas operaciones se llevan a cabo bien por un programa de usuario o bien por un programa del propio sistema operativo de la computadora.

• Creación

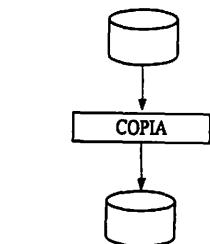
Consiste en la escritura o grabación en un soporte determinado de todos los registros que van a formar el archivo. Los datos pueden ser introducidos desde un teclado, pueden proceder de otro archivo o ser obtenidos como resultado de algún proceso.



• Copia

Es una de las operaciones más usadas y consiste en crear un nuevo archivo como duplicación de otro existente. La copia puede realizarse en el mismo o en diferente soporte de información.

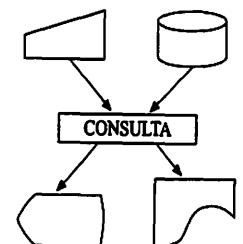
Un caso particular de esta operación es la impresión (copia en impresora) de un archivo.



• Consulta

Se realiza para obtener el contenido de uno o varios registros. En muchos casos irá precedida de una búsqueda de los mismos.

Por ejemplo, si se desean conocer todos los datos de un alumno, almacenados en el archivo de alumnos, lo haremos mediante un programa al que proporcionamos el número de matrícula como dato de entrada, que será utilizado para realizar la búsqueda y sacar por pantalla o impresora el resto de campos almacenados en el registro correspondiente a ese número de matrícula.



• Clasificación u ordenación

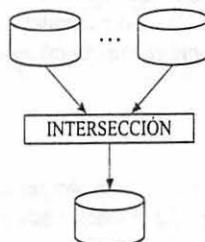
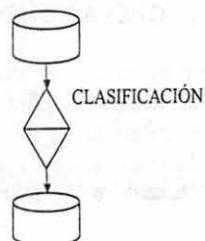
Es la operación consistente en reubicar los registros de tal forma que queden ordenados con respecto a los va-

lores de un campo que denominamos *clave de ordenación*.

En un archivo clasificado serán mucho más rápidas las consultas que se realicen por medio del campo que rige la ordenación. Por ejemplo, será muy útil clasificar alfabéticamente el archivo de alumnos por el campo nombre, ya que la mayoría de las consultas se harán utilizando este campo.

• Concatenación

Dados dos archivos con registros de igual estructura, se trata de obtener uno solo en que figuren todos los registros del primero y a continuación todos los del segundo. Esta operación se puede generalizar para más de dos archivos.



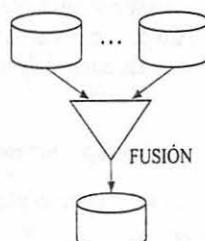
• Intersección

Dados dos archivos de igual estructura, se trata de obtener otro en el que figuren los registros comunes a ambos.

Por ejemplo, si tenemos el archivo de alumnos matriculados en un centro en primer curso y deseamos saber quiénes son repetidores, realizaremos una intersección con el archivo de alumnos matriculados en primer curso el año anterior.

• Fusión o mezcla

A partir de dos archivos de igual estructura clasificados por un mismo campo, se obtiene como resultado un archivo que contiene los registros de ambos y que mantiene la ordenación.



Fusión de dos listas de nombres clasificadas alfabéticamente:

F1
ÁLVAREZ DELGADO, ANA ANTÓN SANZ, LUIS LOZANO GARCÍA, MARTA OLIVA DÍEZ, MIGUEL

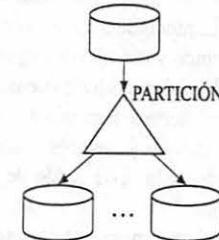
F2
AGUILAR LÓPEZ, JUAN CEREZO SOLER, JORGE GÓMEZ BLANCO, DANIEL GÓMEZ SALA, CECILIA SALINAS BLANCO, RAÚL

F3
DE ARCHIVO AGUILAR LÓPEZ, JUAN ÁLVAREZ DELGADO, ANA ANTÓN SANZ, LUIS CEREZO SOLER, JORGE GÓMEZ BLANCO, DANIEL GÓMEZ SALA, CECILIA LOZANO GARCÍA, MARTA OLIVA DÍEZ, MIGUEL SALINAS BLANCO, RAÚL

• Partición

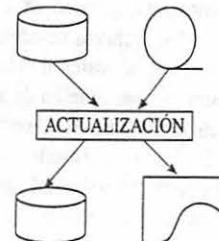
Consiste en descomponer un archivo en dos, atendiendo a alguna característica de sus registros.

Por ejemplo, podemos realizar una partición del archivo de alumnos en dos, según el valor del campo EDAD; el primero contendrá los mayores de edad y el segundo los menores.



• Actualización

Es la operación de modificar un archivo de situación por medio de un archivo de movimientos, conteniendo *altas*, *bajas* y *modificaciones* que hay que realizar sobre el archivo maestro para ponerlo al día.





Actualización de un archivo MAESTRO a partir de un archivo de MOVIMIENTOS, obteniendo como resultado de la actualización el archivo NUEVO MAESTRO.

ARCHIVO MAESTRO	
Nº MAT.	NOMBRE
1012	GÓMEZ SALA, CECILIA
1021	ÁLVAREZ DELGADO, ANA
1113	SALINAS BLANCO, RAÚL
1457	OLIVA DÍEZ, MIGUEL
1475	LOZANO GARCÍA, MARTA

ARCHIVO DE MOVIMIENTOS		
TIPO	Nº MAT.	NOMBRE
ALTA	1010	ANTÓN SANZ, LUIS
ALTA	1013	GÓMEZ BLANCO, DANIEL
BAJA	1021	
MOD.	1113	SEGURA BLANCO, RAÚL
ALTA	1420	CEREZO SOLER, JORGE
BAJA	1457	
ALTA	1673	AGUILAR LÓPEZ, JUAN

ARCHIVO NUEVO MAESTRO	
Nº MAT.	NOMBRE
1010	ANTÓN SANZ, LUIS
1012	GÓMEZ SALA, CECILIA
1013	GÓMEZ BLANCO, DANIEL
1113	SEGURA BLANCO, RAÚL
1420	CEREZO SOLER, JORGE
1475	LOZANO GARCÍA, MARTA
1673	AGUILAR LÓPEZ, JUAN

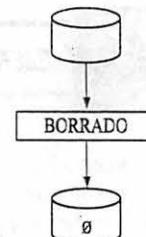
• Reorganización

Operación consistente en reubicar los registros de un archivo que ha sufrido actualizaciones, de tal manera que se ocupen los posibles huecos libres intermedios resultantes de bajas de registros para optimizar la ocupación de la memoria, liberando la que no estaba aprovechada.



• Borrado

Eliminación total del archivo, cuando ya no se necesite, dejando libre el espacio de memoria que ocupaba en el soporte utilizado.



6.8. TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN DE ARCHIVOS

Se dice que un archivo está clasificado ascendente o descendente si tiene todos sus registros en secuencia ascendente o descendente respecto al valor de un campo que denominamos *clave de ordenación*.

Un algoritmo de clasificación tiene por objeto redistribuir los registros para que se cumpla la condición de ordenación.

Si la información del archivo que hay que ordenar, por su tamaño, cabe íntegramente en la memoria central, se carga en una tabla y se realiza una clasificación interna, recopilando el resultado en el archivo original.

Las clasificaciones externas se realizan cuando la información contenida en el archivo no cabe en la memoria central. Tienen la desventaja de que su tiempo de ejecución es mucho mayor por la gran cantidad de operaciones de entrada y salida que lleva.

Algunos algoritmos de clasificación son una combinación de ordenación externa e interna, aprovechando al máximo la capacidad de la memoria central.

Se presentan a continuación tres ejemplos de métodos de clasificación externa, de entre los muchos existentes, seleccionados por su sencillez.

6.8.1. Clasificación por mezcla directa

La clasificación por mezcla directa consiste en la realización sucesivas veces de una partición y una mezcla que produce secuencias ordenadas de longitud cada vez mayor.

La primera partición se hace en secuencias de longitud 1, y la mezcla correspondiente produce sobre el archivo inicial secuencias ordenadas de longitud 2.

La segunda partición se hace en secuencias de longitud 2, y la mezcla produce secuencias ordenadas de longitud 4.

A cada nueva partición y mezcla, se duplica la longitud de las secuencias ordenadas.

El proceso termina cuando la longitud de la secuencia ordenada excede la longitud del archivo que hay que ordenar.



Sea un archivo F cuyos valores del campo clave son los que figuran a continuación. Se utilizan dos archivos auxiliares, F1 y F2, con la misma estructura que F, para realizar las sucesivas particiones y mezclas.

F: 15, 18, 7, 75, 14, 13, 43, 40, 51, 93, 75, 26, 64, 27, 13

- *Partición en secuencias de longitud 1:* El proceso que se realiza sobre el archivo F se reduce a trasladar sus registros, uno a uno y alternativamente, a los archivos auxiliares F1 y F2.

F1: 15, 7, 14, 43, 51, 75, 64, 13
F2: 18, 75, 13, 40, 93, 26, 27

- *Fusión de secuencias de longitud 1:* Se lee un registro de cada uno de los archivos F1 y F2 y se introducen ordenadamente en el archivo F.

F: 15, 18, 7, 75, 13, 14, 40, 43, 51, 93, 26, 75, 27, 64, 13

- *Partición en secuencias de longitud 2:* Se copian los registros de F alternativamente en F1 y F2 de dos en dos (obsérvese que cada par de registros ya está ordenado).

F1: 15, 18, 13, 14, 51, 93, 27, 64
F2: 7, 75, 40, 43, 26, 75, 13

- *Fusión de secuencias de longitud 2:* Se leen dos registros de F1 y dos de F2, trasladando a F cada bloque de cuatro registros de forma ordenada.

F: 7, 15, 18, 75, 13, 14, 40, 43, 26, 51, 75, 93, 13, 27, 64

- *Partición en secuencias de longitud 4:* Se introducen los registros de F en F1 y F2 de cuatro en cuatro de forma alternativa (obsérvese que cada bloque de cuatro registros está ordenado).

F1: 7, 15, 18, 75, 26, 51, 75, 93
F2: 13, 14, 40, 43, 13, 27, 64

- *Fusión de secuencias de longitud 4:* Se leen cuatro registros de F1 y cuatro de F2, introduciendo en F cada bloque de ocho registros de forma ordenada.

F: 7, 13, 14, 15, 18, 40, 43, 75, 13, 26, 27, 51, 64, 75, 93

- *Partición en secuencias de longitud 8:* Los registros se trasladan de forma alternativa a F1 y F2 de ocho en ocho (obsérvese de nuevo que cada bloque ya está ordenado).

F1: 7, 13, 14, 15, 18, 40, 43, 75
F2: 13, 26, 27, 51, 64, 75, 93

- *Fusión de secuencias de longitud 8:* Se han de leer ocho registros de F1 y ocho de F2 (si los hubiere), introduciendo en F cada bloque de dieciséis registros de forma ordenada (quince en el ejemplo, puesto que F2 sólo tiene siete).

F: 7, 13, 13, 14, 15, 18, 26, 27, 40, 43, 51, 64, 75, 75, 93

El proceso se termina al detectarse que la nueva longitud de la secuencia para partición es mayor o igual que el número de registros de F.

6.8.2. Clasificación por mezcla equilibrada

Es una optimización del método anterior, consistente en realizar la partición tomando las secuencias ordenadas de máxima longitud posible y realizando la mezcla de secuencias ordenadas alternativamente sobre dos archivos, lo que hace que la siguiente partición quede realizada.

Utiliza tres archivos auxiliares, junto con el original, siendo alternativamente dos de ellos de entrada y los otros de salida, para la realización simultánea de mezcla y partición.

Durante el proceso de mezcla-partición, dos o más secuencias ascendentes que estén consecutivas, pueden constituir una única secuencia para el paso siguiente.

El proceso termina cuando, como consecuencia de la realización de una mezcla-partición, el segundo archivo quede vacío. El archivo totalmente ordenado estará en el primero.



Sea F el archivo a ordenar, y F1, F2 y F3 los auxiliares. Con las mismas claves del ejemplo anterior, el proceso es el siguiente:

F : 15, 18, 7, 75, 14, 13, 43, 40, 51, 93, 75, 26, 64, 27, 13
F1:

- **Partición inicial:** Se leen los registros de F introduciéndolos alternativamente en F2 y F3 en secuencias ordenadas de la máxima longitud posible.

F2: 15, 18, 14, 40, 51, 93, 26, 64, 13
 F3: 7, 75, 13, 43, 75, 27

- **Primera mezcla-partición:** Se lee un registro de F2 y otro de F3, trasladando el de clave menor a F y leyendo en el archivo del que procedía. Esta operación se repite mientras se permanezca en secuencia ascendente. A continuación se repite el mismo proceso, pero llevando los nuevos registros a F1, y así sucesivamente hasta terminar con todos los registros de F2 y F3.

F : 7, 15, 18, 75, 26, 27, 64
 F1: 13, 14, 40, 43, 51, 75, 93, 13

- **Segunda mezcla-partición:** Se repite el proceso anterior leyendo de F y F1, y escribiendo las secuencias obtenidas en F2 y F3.

F2: 7, 13, 14, 15, 18, 40, 43, 51, 75, 75, 93
 F3: 13, 26, 27, 64

- **Tercera mezcla-partición:** El proceso es análogo, leyendo de F2 y F3, y escribiendo en F y F1.

F : 7, 13, 14, 15, 18, 26, 27, 40, 43, 51, 64, 75, 75, 93
 F1:

El proceso termina cuando se consigue que el segundo archivo resultante de una mezcla-partición quede vacío, y entonces en el primero (en este caso F) quedarán todos los registros ordenados.

6.8.3. Clasificación de raíz

Se utiliza para claves de ordenación numéricas. Consiste en distribuir los registros en diez archivos auxiliares, numerados del 0 al 9, según el dígito de la clave que corresponde al número de pasada que se está realizando. A continuación se concatenan los diez archivos en el archivo original.

Los dígitos de la clave se toman de derecha a izquierda, completándose la ordenación en tantos pasos como dígitos tenga el campo clave.



Sea F el archivo de los ejemplos anteriores, y F0, F1, ... F8, F9 los diez archivos auxiliares. El proceso necesitará dos pasadas, compuestas por una partición y una concatenación.

F: 15, 18, 07, 75, 14, 13, 43, 40, 51, 93, 75, 26, 64, 27, 13

- **Primera partición:** Cada registro leído de F se lleva al archivo correspondiente al primer dígito de la derecha de la clave, de tal manera que el archivo F0 contendrá los registros cuya clave termine en 0, el F1 los que tengan su clave terminada en 1, y así sucesivamente.

F0: 40
 F1: 51
 F2:
 F3: 13, 43, 93, 13
 F4: 14, 64
 F5: 15, 75, 75
 F6: 26
 F7: 07, 27
 F8: 18
 F9:

- **Primera concatenación:** Se introducen todos los registros de los archivos F0 a F9 en el orden en que están, concatenándose la secuencia de registros de cada archivo con la del siguiente.

F: 40, 51, 13, 43, 93, 13, 14, 64, 15, 75, 75, 26, 07, 27, 18

- **Segunda partición:** El proceso es similar al de la primera partición, pero considerando el segundo dígito de la derecha (el de las decenas) para la asignación del archivo de destino.

F0: 07
 F1: 13, 13, 14, 15, 18
 F2: 26, 27
 F3:
 F4: 40, 43
 F5: 51

F6: 64
 F7: 75, 75
 F8:
 F9: 93

- Segunda concatenación: Idéntica a la concatenación anterior.

F: 07, 13, 13, 14, 15, 18, 26, 27, 40, 43, 51, 64, 75, 75, 93

El proceso se termina, con todos los registros ordenados en el archivo F, en un número de pasadas (partición y concatenación) igual al número de dígitos de la clave. En el ejemplo, dos pasadas por tener una clave de dos dígitos.

6.9. BASES DE DATOS

La gestión de archivos se ha demostrado insuficiente para cubrir las necesidades de almacenamiento y proceso de datos en la actualidad. Los sistemas de información de las empresas son cada vez más grandes y complejos, y su gestión mediante el uso de archivos presenta algunos inconvenientes, como el hecho de que los datos estén repartidos por distintos departamentos de la empresa, lo que supone tener que desplazarse o solicitarlos cada vez que se necesitan en un lugar diferente de donde se generan; además, pueden estar repetidos varias veces, con el inconveniente de que su actualización dará lugar a inconsistencias si no se realiza en todos los lugares en que se ubican. Las aplicaciones que se creen deberán tener en cuenta las distintas estructuraciones de los datos, y los cambios que se realicen tanto en hardware como en software presentarán numerosas complicaciones.

Otro problema derivado de la dispersión de los datos radica en la dificultad para establecer sistemas de control y seguridad en los mismos.

Los sistemas de bases de datos pretenden dar solución a los problemas expuestos mediante la integración de los archivos de datos, de su estructura y de las aplicaciones que los manejan.

Podemos definir una **base de datos** como un conjunto integrado de datos interrelacionados, junto con una serie de aplicaciones para su manejo, accesibles simultáneamente por diferentes usuarios y programas.

Sus principales características son:

- Control centralizado de los datos.
- Integridad de los datos.

- Minimización de las redundancias.
- Independencia de los datos y las aplicaciones.
- Acceso concurrente a los datos.
- Coste mínimo de almacenamiento y mantenimiento.
- Versatilidad para la representación de relaciones.
- Establecimiento de medidas de seguridad.
- Facilidad para el cambio (hardware y software).

6.10. MODELOS DE BASES DE DATOS

El modelo de base de datos hace referencia a la estructura que se utiliza para expresar las relaciones existentes entre las diferentes unidades de datos que la constituyen. De entre las varias posibilidades útiles para ello, son tres los modelos que se han afianzado y están actualmente en uso:

1. Modelo jerárquico.
2. Modelo en red.
3. Modelo relacional.

• Modelo jerárquico

Utiliza la estructura de *árbol* para establecer relaciones del tipo 1:n (uno a muchos). Una base de datos de este tipo consistirá en uno o varios árboles que expresarán las distintas agrupaciones entre los datos. Cada árbol tiene un nodo distinguido denominado raíz y, a partir de él, se establecen relaciones de sucesión, denominándose nodos hijos a los descendientes de otro. Mientras que un nodo padre sólo puede tener una ocurrencia, los nodos hijos pueden tener varias (Figura 6.8).

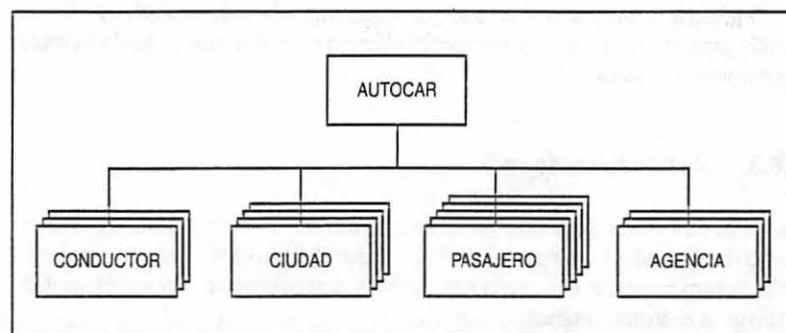


Figura 6.8. Modelo jerárquico.

- **Modelo en red**

Utiliza la estructura de *red* o *grafo*, que permite definir entre todos los nodos relaciones n:n (muchos a muchos). Mediante el establecimiento de apuntadores entre nodos se puede relacionar cualquier unidad de datos con cualquiera de las otras (Figura 6.9).

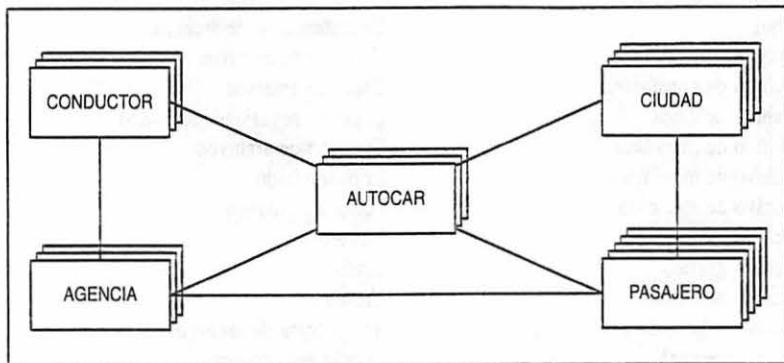


Figura 6.9. Modelo en red.

- **Modelo relacional**

Se basa en el Álgebra relacional. Las relaciones entre las unidades de datos o entidades se expresan mediante tablas de dos dimensiones. Una base de datos de este tipo estará formada por varias de estas tablas en las que una fila (tupla) contiene una ocurrencia de valores interrelacionados y una columna contiene los diferentes valores posibles de cada entidad (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Modelo relacional

AUTOCAR	CONDUCTOR	CIUDAD	PASAJERO	AGENCIA
105	JULIÁN PÉREZ	MÉRIDA	ELÍAS PEINADO	TOURISA
105	JULIÁN PÉREZ	LISBOA	ANA MARTORELL	PRISA
105	PEDRO ROSALES	BADAJOZ	MARTA SÁNCHEZ	TOURISA
107	JULIÁN PÉREZ	TALAVERA	JULIO ARRANZ	TOURISA
...

6.11. SEGURIDAD Y CONTROL DE DATOS

La información almacenada en un archivo o base de datos puede llegar a tener una gran importancia y su pérdida o destrucción podría suponer un desastre para sus propietarios.

Por ello, será preciso establecer determinadas medidas de seguridad y control que minimicen o anulen ese riesgo.

Asimismo, habrá que determinar otras protecciones que garanticen la privacidad y confidencialidad de los datos, con el fin de que éstos no puedan ser utilizados para otros propósitos diferentes de los usos correctos para los que se crearon.

Distinguiremos dos aspectos diferentes con respecto a la protección que se puede establecer sobre los datos:

1. Seguridad contra fallos del sistema o del soporte.
2. Seguridad contra usos incorrectos o no autorizados.

- **Seguridad contra fallos del sistema o del soporte**

Es preciso proteger no sólo los datos, sino también las operaciones de actualización que se realizan con ellos, de tal manera que si en un momento dado se produce una caída del sistema o la rotura del soporte, se pueda recuperar la información según estaba antes del fallo.

Para ello se emplean las siguientes técnicas:

- Realización de *copias de seguridad (back-up)* periódicamente, por ejemplo, una vez por semana, guardando estas copias en un lugar seguro hasta que dejen de tener validez al realizar nuevas copias.
- *Registro de operaciones* que se realicen con los datos, recopilando estos registros periódicamente, por ejemplo, una vez por día.
- Establecimiento de *procedimientos de recuperación* capaces de reconstruir la información en su estado anterior a producirse el fallo, por medio de la copia de seguridad y de los registros de operaciones.

De esta forma, cuando se produzca un fallo o avería, una vez subsanada y realizado el procedimiento de recuperación, se tendrá la información según estaba cuando se efectuó el último registro de operaciones y sólo será preciso repetir las operaciones que se hicieron sobre el archivo o base de datos desde ese momento hasta el fallo.

- **Seguridad contra usos incorrectos o no autorizados**

Una de las principales características de los archivos y de las bases de datos es la posibilidad de acceso a sus datos por parte de diferentes programas y usuarios. Esta característica implica la posibilidad de que los datos puedan ser dañados por error o que puedan ser utilizados ilegítimamente por usuarios no autorizados. Para evitarlo, habrá que establecer medidas de seguridad al efecto.

Físicamente el acceso a un archivo se protege por medio de *etiquetas*, cuyas claves están controladas por el sistema operativo. En algunos casos se puede aumentar aún más esta protección por medio del *criptografiado* de los datos almacenados, consistente en el encubrimiento de la información por algún método de cifrado.

La protección queda establecida mediante diferentes niveles de acceso a los archivos, relativos a las operaciones permitidas o prohibidas: lectura, escritura y borrado de registros.

A cada usuario se le asigna un nivel de acceso, que es aceptado por el sistema operativo tras el reconocimiento de su *código de usuario (password)* y que le restringe el acceso a determinados archivos y a determinadas operaciones sobre ellos. Es conveniente que el código de usuario se cambie con frecuencia para reforzar la seguridad.



RESUMEN

Los archivos y bases de datos son las estructuras más adecuadas para el almacenamiento permanente de grandes cantidades de datos, consiguiéndose gran rapidez y precisión en el proceso de los mismos por medio de la computadora.

Los archivos están compuestos por registros (registros lógicos), y éstos se subdividen en campos y subcampos.

Dependiendo de las características físicas de la computadora utilizada, los registros pueden ser bloqueados (caben varios en un bloque o unidad física de acceso) o expandidos (necesitan más de un acceso para ser leídos o escritos).

Los archivos se caracterizan por residir en memoria externa, por ser independientes de los programas, por su permanencia en el tiempo y por no tener límite en cuanto a tamaño.

Según su uso pueden ser permanentes, de movimientos y de maniobra, y según su organización pueden ser secuenciales, directos o indexados.

Las operaciones más comunes que se realizan con ellos son: creación, copia, consulta, clasificación, concatenación, intersección, mezcla, partición, actualización, reorganización y borrado.

Una de las operaciones principales que se realizan con los archivos es la de clasificación u ordenación de sus registros con respecto a uno de sus campos. Entre los métodos más conocidos para realizarla están la mezcla directa, la mezcla equilibrada y la clasificación de raíz.

Las bases de datos surgen para resolver algunos inconvenientes presentes en la gestión de archivos. Integran en una única estructura todos los datos que se necesiten y las relaciones existentes entre ellos.

Denominamos modelo de base de datos a la forma en que se representan las relaciones entre las unidades de datos. Los modelos de bases de datos en uso son el jerárquico o en árbol, el modelo en red y el relacional.

Para proteger la integridad de los datos almacenados se deben realizar periódicamente copias de seguridad o *back-ups*, y para proteger su confidencialidad se pueden establecer diversas medidas de seguridad como el criptografiado y el empleo de códigos de usuario (*password*).

LISTA DE TÉRMINOS



- Actualización de archivos
- Árbol
- Archivo
- Archivo de constantes
- Archivo de datos
- Archivo de maniobra
- Archivo de movimientos
- Archivo de situación
- Archivo fuente
- Archivo gráfico
- Archivo histórico
- Archivo informático
- Archivo manual
- Archivo objeto
- Archivo permanente
- Área de excedentes
- Área de índices
- Área primaria
- Base de datos
- Bloque
- Borrado de archivos
- Campo
- Campo clave
- Clasificación de archivos
- Clasificación de raíz
- Clasificación por mezcla directa
- Clasificación por mezcla equilibrada
- Clave de ordenación
- Clave primaria
- Código de usuario
- Concatenación de archivos
- Consulta de archivos
- Copia de archivos
- Copia de seguridad (*back-up*)
- Creación de archivos
- Criptografiado
- Factor de bloqueo
- Fichero
- Grafo
- Hashing*
- Intersección de archivos
- Mezcla de archivos
- Modelo en red
- Modelo jerárquico
- Modelo relacional
- Ordenación de archivos
- Organización directa o relativa
- Organización secuencial
- Organización secuencial indexada
- Partición de archivos
- Registro
- Registro bloqueado
- Registro expandido
- Registro físico
- Registro lógico
- Reorganización de archivo
- Subcampo

CUESTIONES

1. ¿Cuál es la diferencia entre registro físico y registro lógico?
2. ¿Qué se entiende por registros bloqueados y expandidos?
3. ¿Para qué sirve el campo clave de un registro?
4. ¿Cuáles son las principales características de los archivos?
5. ¿Qué tipos de registros tiene un archivo de movimientos?
6. ¿Qué es un archivo de maniobra?
7. ¿Qué ventajas e inconvenientes presenta la organización secuencial de archivos frente a la directa?
8. ¿Qué áreas conforman un archivo indexado?
9. ¿En qué consiste la operación de clasificar un archivo?
10. ¿Qué archivos intervienen como mínimo en un proceso de actualización (secuencial)?
11. ¿Qué es una base de datos?
12. ¿Cuáles son los modelos de bases de datos?
13. ¿Qué dos aspectos afectan a la seguridad de los datos?
14. ¿Qué es un *back-up*?
15. ¿En qué consiste el criptografiado de los datos?
16. ¿Para qué sirve el *password* en una computadora?
17. ¿Qué método de clasificación de archivos utiliza los dígitos del campo clave y su posición?
18. ¿Qué método de clasificación necesita menos archivos auxiliares?

TEST DE REPASO

1. Un archivo informático reside físicamente en:
 - a) La memoria central.
 - b) La memoria secundaria.
 - c) La memoria intermedia.
 - d) Cualquiera de las anteriores.
2. La unidad de acceso en un archivo es:
 - a) El índice.
 - b) El registro.
 - c) El campo.
 - d) Ninguno de los anteriores.
3. La clave principal de un archivo se denomina:
 - a) Primaria.
 - b) Relativa.
 - c) Alterna.
 - d) Candidata.
4. Un registro que ocupa más de un bloque se denomina:
 - a) Extenso.
 - b) Bloqueado.
 - c) Expandido.
 - d) Segmentado.
5. Un archivo desaparece del soporte en que reside si:
 - a) Se termina el programa.
 - b) Se corta el fluido eléctrico.
 - c) Se copia en otro soporte.
 - d) Nada de lo anterior.
6. El archivo que refleja la situación actual de los datos de una empresa se denomina:
 - a) Maestro.
 - b) De trabajo
 - c) Histórico.
 - d) De actualización.
7. La organización de archivos que mejor aprovecha el espacio del soporte es:
 - a) Aleatoria.
 - b) Relativa.
 - c) Secuencial.
 - d) Indexada.

8. Si se accede al primer registro de un archivo y después a los siguientes en orden, se denomina:

- a) Acceso ordenado.
- b) Acceso secuencial.
- c) Acceso relativo.
- d) Nada de lo anterior.

9. La operación que mueve de lugar los registros de un archivo para dejarlos en secuencia ascendente o descendente se denomina:

- a) Actualización.
- b) Fusión.
- c) Concatenación.
- d) Clasificación.

10. ¿Cuántos archivos auxiliares necesita una clasificación de raíz?

- a) Uno.
- b) Dos.
- c) Nueve.
- d) Diez.

11. ¿Cuál de las siguientes no es una característica de las bases de datos?

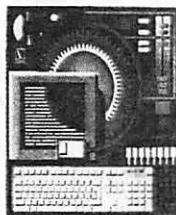
- a) Integridad de los datos.
- b) Control centralizado.
- c) Acceso concurrente.
- d) Potenciación de redundancias.

12. ¿Qué estructura se emplea en el modelo jerárquico de bases de datos?

- a) Árbol.
- b) Reticulo.
- c) Tabla.
- d) Grafo.

13. Para limitar el acceso a los datos se establece:

- a) Protección física de los datos.
- b) Protección lógica de los datos.
- c) Uso de *password*.
- d) Control de personal.



CAPÍTULO 7

Sistemas operativos y traductores

7.1. INTRODUCCIÓN

En un sistema informático, para que el hardware o parte material pueda realizar el trabajo para el que ha sido construido, es necesario tener un conjunto de normas y órdenes que coordinen todos los procesos que se realicen. Este conjunto de órdenes se denomina software o parte inmaterial del sistema. Por ello, a través del software (integrado por un gran número de programas que interactúan unos con otros) pueden ser manejados todos los recursos de un sistema informático para resolver cualquier problema empresarial.

El término software, en su origen (del inglés: producto etéreo, pensamiento), lo constituye un conjunto de ideas, producto de la inteligencia de las personas para solucionar problemas de muy diversos tipos. Ahora bien, estas ideas por sí solas no las puede conocer la computadora sino que hay que fijarlas (grabarlas) sobre un soporte físico para que pueda entenderlas la máquina. En otros términos, podríamos decir que es necesario hardware el software para que pueda ser utilizado.

Todos los programas que conforman el software, pueden ser divididos en dos grupos bien diferenciados según sus función:

- **Software de sistema.** Compuesto por el conjunto de programas imprescindibles para el funcionamiento del hardware, más un conjunto cuya misión es la de facilitar el uso del sistema y optimizar sus recursos.
- **Software de aplicación.** Es el conjunto de programas que se desarrollan para que una computadora realice cualquier trabajo controlado por el usuario.

La Figura 7.1 representa gráficamente la relación entre los dos grupos anteriores y el hardware de un sistema.

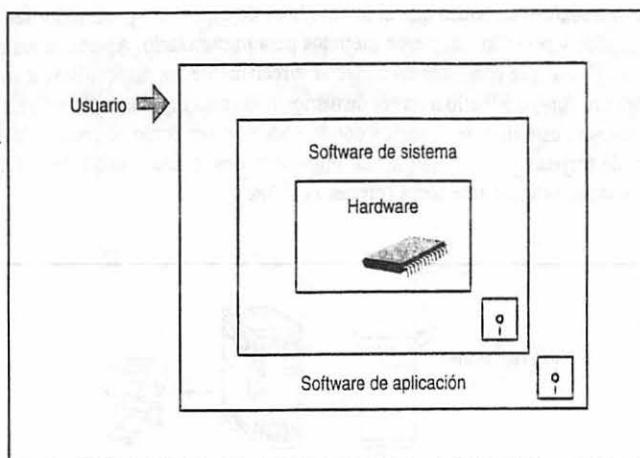


Figura 7.1. Software de sistema y de aplicación.

7.2. DEFINICIÓN DE SISTEMA OPERATIVO

En este capítulo, vamos a estudiar el software básico del sistema creado por la firma constructora para sus computadoras, o por una empresa de software, al que desde ahora vamos a denominar **sistema operativo**.

Un sistema operativo es, en principio, el soporte lógico que controla el funcionamiento del equipo físico o hardware haciendo que el trabajo con la computadora sea sencillo. Desde este punto de vista podemos definirlo de la siguiente manera:

Un sistema operativo es un conjunto de programas y funciones que controlan el funcionamiento del hardware ocultando sus detalles, ofreciendo al usuario una vía sencilla y flexible de acceso a la computadora.

Por otra parte, una computadora es una máquina que posee un conjunto de elementos que denominaremos **recursos**, que deben ser racionalmente distribuidos y utilizados, para obtener de ellos el mejor rendimiento. Estos recursos son los siguientes:

- **El procesador.** Como sabemos, es el lugar donde se ejecutan las instrucciones y por ello, deben controlarse los programas que se ejecuten y su secuenciamiento.
- **La memoria interna.** Todo programa que se ejecute en una computadora, así como todo dato que se desee procesar, debe residir en la memoria interna, por tanto, es necesario regular su uso y ocupación.

- **La entrada/salida.** Todo programa, en general, necesita realizar operaciones de entrada/salida sobre sus unidades periféricas para el control y direccionamiento de las mismas.
- **La información.** Los datos, sus tipos, tamaños y métodos de representación tienen que estar perfectamente controlados para evitar operaciones erróneas o falsas interpretaciones.

Desde el punto de vista del control de los recursos de una computadora podemos establecer la siguiente definición:

Un sistema operativo es el administrador de los recursos ofrecidos por el hardware para alcanzar un eficaz rendimiento de los mismos.

La Figura 7.2 nos muestra una imagen donde se refleja la función del sistema operativo como un eficaz gestor de los recursos de una computadora.

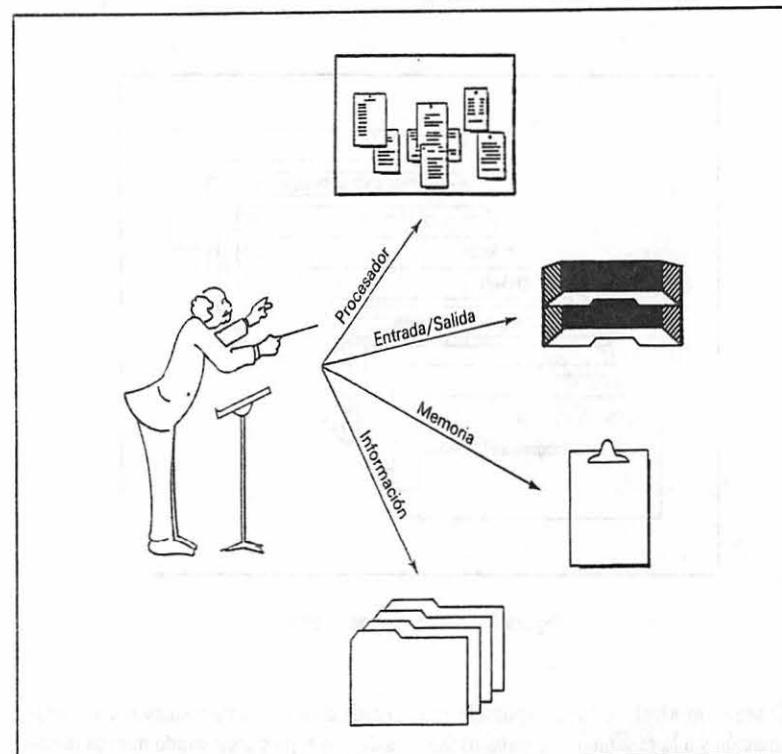


Figura 7.2. El sistema operativo como gestor de recursos.

7.3. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS

La evolución de los sistemas operativos ha sido una consecuencia de los avances producidos en el hardware de las computadoras, desde las primeras que se construyeron, hasta la gran variedad de ellas que existen hoy en día; por esta razón, hablaremos de cuatro niveles de sistemas operativos:

- El primer nivel, constituido por los sistemas operativos básicos, que surgieron en los años cincuenta con las primeras computadoras, donde todo el trabajo consistía en controlar y secuenciar la ejecución de los programas y sus datos, que en aquella época estaban sustentados en tarjetas perforadas. Apareció la denominada secuencia automática de trabajos consistente en intercalar entre las tarjetas de un programa y otro, una serie de tarjetas de control con instrucciones o comandos del lenguaje de control de trabajos (JCL-Job Control Language). El programa que controlaba el secuenciamiento de los trabajos se denominó monitor y constituyó el primer sistema operativo. En la Figura 7.3 puede apreciarse un programa escrito en lenguaje FORTRAN junto con sus datos y entre medias las mencionadas tarjetas de control.

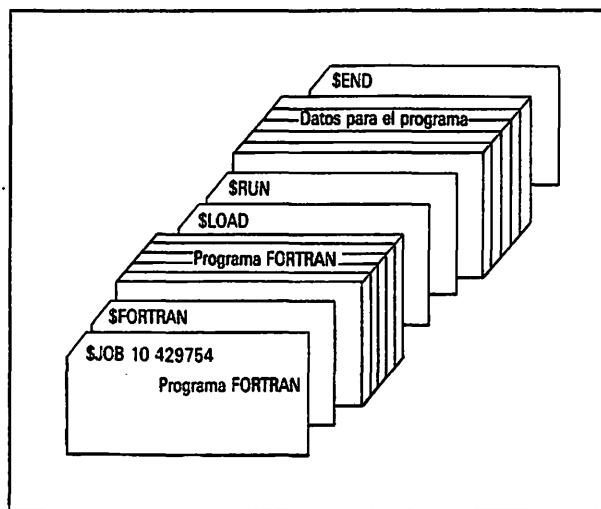


Figura 7.3. Tarjetas de control.

- El segundo nivel estuvo disponible en la década de los sesenta y su ayuda a la programación y a la gestión de los trabajos fue más decisiva, proporcionando nuevos métodos de trabajo con el fin de aumentar el rendimiento de utilización del procesador. La diferencia de velocidad entre el procesador y los periféricos para la realización de ope-

raciones de entrada/salida, hacen que el tiempo libre de espera del procesador sea excesivamente grande y por ello, surgieron métodos para minimizarlo. Aparecen los procesos *on-line* y *off-line* que consisten en conectar directamente los dispositivos lentos a la computadora (*on-line*) o hacerlo a través de dispositivos más rápidos (*off-line*). La Figura 7.4 nos muestra este tipo de procesos donde podemos ver como se recogen datos de una lectora de tarjetas y se envían a una impresora desde una unidad de cinta cuya velocidad es superior a las anteriores (proceso *off-line*).

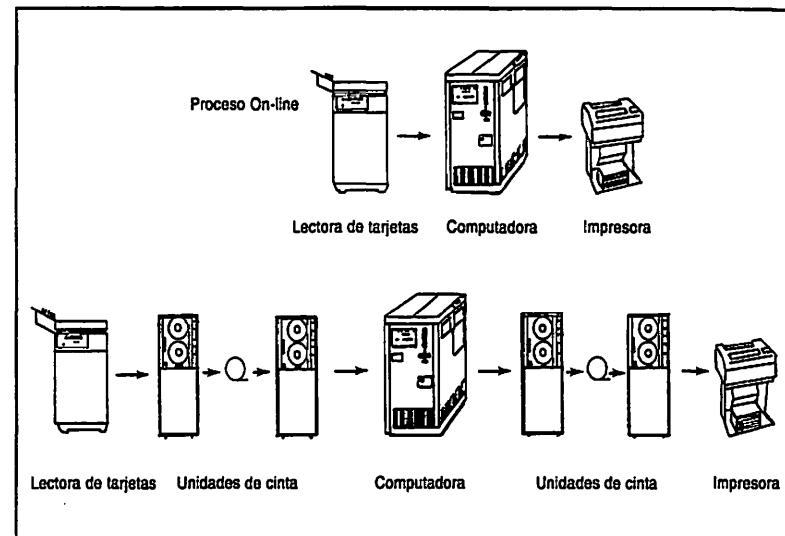


Figura 7.4. Procesos *on-line* y *off-line*.

Otras técnicas para mejorar el rendimiento que han venido utilizando los sistemas operativos de este nivel son las denominadas *buffering* y *spooling* consistentes en el almacenamiento de datos procedentes de los periféricos en memorias intermedias (*buffer*) en el primer caso o en discos magnéticos para el segundo caso (ver Figura 7.5). También se utilizan técnicas de acceso directo a memoria (DMA-Direct Memory Access) en las que no interviene el procesador para la realización de algunas operaciones de lectura/escritura en la memoria.

- El tercer nivel de sistemas operativos apareció en la década de los setenta. Para mejorar aún más el rendimiento en los sistemas informáticos se utiliza el concepto de multi-programación consistente en la ejecución, en un mismo procesador, de varios programas a la vez. Para ello existen las modalidades de proceso por lotes (*batch*), el tiempo compartido (*time sharing*) y el tiempo real (*real time*) en el que, a través de políticas de asignación, se ejecutan varios programas intercalando la ejecución de sus instrucciones en el procesador. El proceso *batch* consiste en ir solicitando la ejecución de procesos que

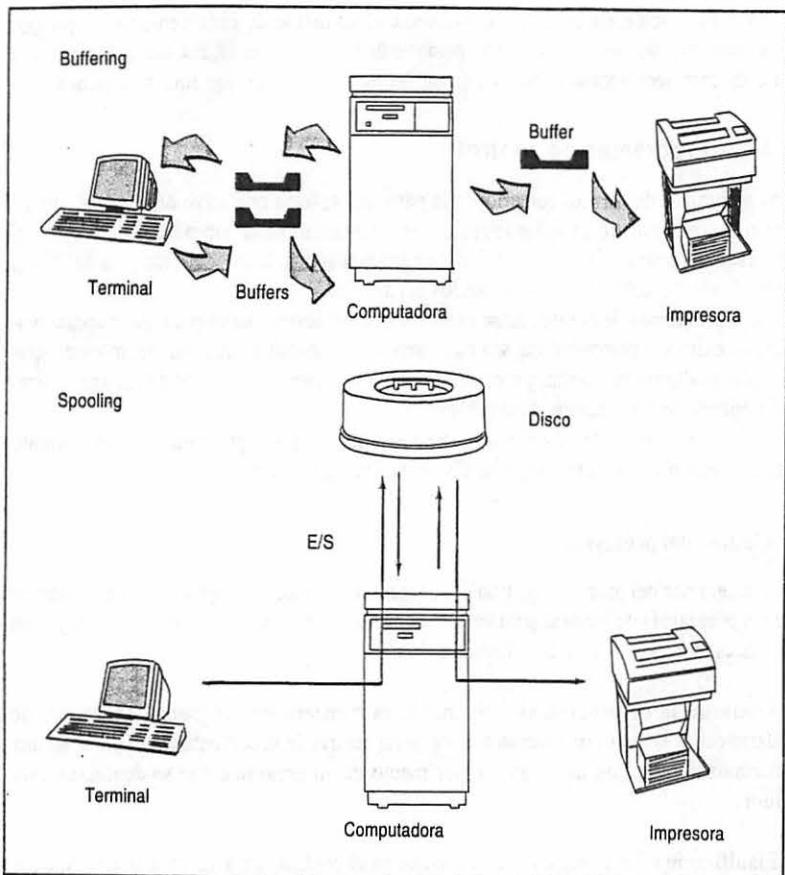


Figura 7.5. Buffering y spooling.

no precisan conversación con el usuario (no conversacionales) y estas peticiones van situándose en una cola, siendo el sistema operativo el que da entrada a un conjunto de ellos para su ejecución.

Los procesos actuales son en su mayoría interactivos o conversacionales y necesitan un determinado diálogo con el usuario. Por ello aparece el tiempo compartido, consistente en un conjunto de terminales que están continuamente solicitando atención del procesador, siendo el sistema operativo quien va intercalando dicha atención entre los distintos usuarios. Por último, el tiempo real es la posibilidad que tienen determinados procesos en un sistema multiprogramado de obtener respuestas del procesador en un tiempo muy pequeño. Estas tres modalidades pueden aparecer combinadas simultáneamente. La Figura 7.6 nos muestra un esquema de tiempo compartido.

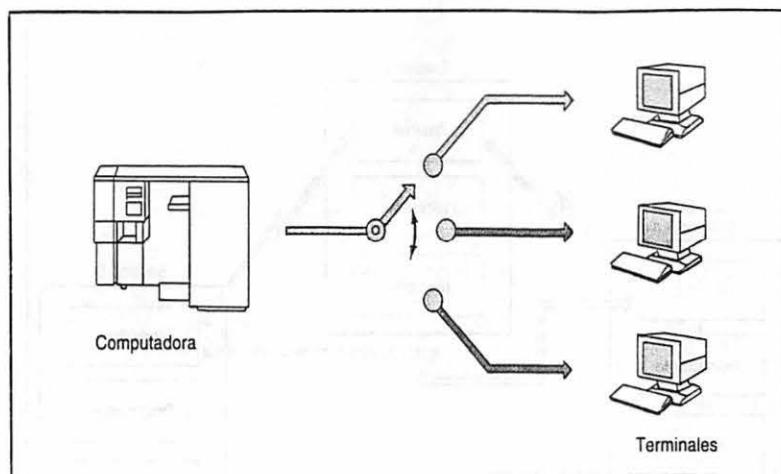


Figura 7.6. Multiprogramación en tiempo compartido.

- El cuarto nivel es el constituido por las últimas innovaciones en los sistemas operativos aparecidas todas ellas a partir de la década de los ochenta. En primer lugar indicaremos que no se trata, en estos casos, de aumentar el rendimiento en la utilización del procesador, sino de aumentar la seguridad, la velocidad de proceso y las prestaciones que pueden ofrecerse al usuario. Existen sistemas operativos que controlan lo que se denomina **proceso distribuido**, consistente en la conexión en paralelo de varias computadoras compartiendo memoria, buses y terminales con el fin de ganar seguridad en el servicio, debido a que el sistema operativo va repartiendo el trabajo solicitado entre las distintas computadoras e incluso ante el fallo o caída de una de ellas no se interrumpe el servicio por parte del resto. Para aumentar la velocidad de proceso, existe el **multiproceso** consistente en computadoras que poseen más de un procesador, con lo que el sistema operativo controla el reparto de trabajo entre los distintos procesadores, aumentando el número de instrucciones que la máquina puede ejecutar por unidad de tiempo. Por último, existen **sistemas operativos en red** para control del trabajo que se realiza en una red de computadoras y **entornos operativos** que permiten la utilización de un sistema operativo con mayor facilidad y además, aumentando sus prestaciones. La Figura 7.7 nos muestra un esquema de proceso distribuido.

7.4. ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA OPERATIVO

Un sistema operativo, en general, está compuesto por un conjunto de programas que, según la función que realizan, se pueden clasificar como se indica en el Esquema 7.1.

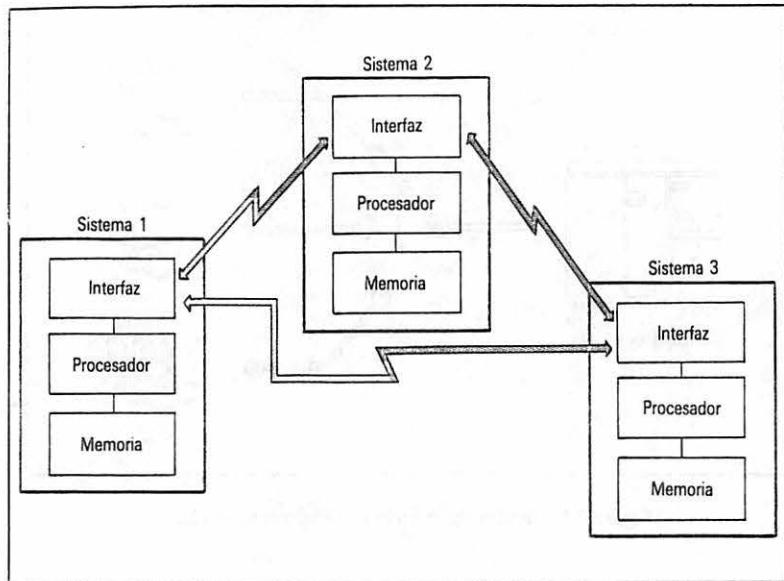
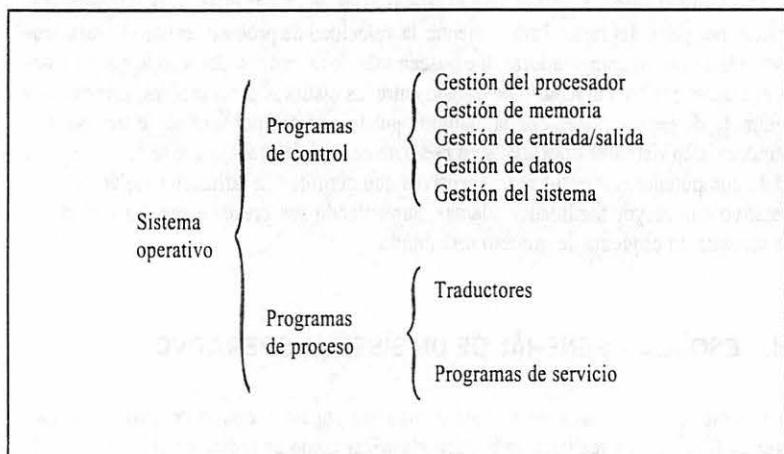


Figura 7.7. Proceso distribuido.

Esquema 7.1. Esquema general de un sistema operativo



A continuación comentamos brevemente el cometido de cada conjunto de programas, entendiendo que cada sistema operativo de los existentes es distinto de los demás y en cada caso será necesario particularizar las ideas generales que aquí se exponen.

7.4.1. Programas de control

Los programas de control constituyen la parte del sistema operativo dedicada a coordinar el funcionamiento de todos los recursos y elementos de la computadora, es decir, el procesador, la memoria, las operaciones de entrada/salida, la información y en definitiva todo el entorno del sistema incluidos los periféricos.

Los programas de control están específicamente desarrollados para que puedan ayudar con éxito a la computadora, sea cual fuere la modalidad en que trabaje: monoprogramación, multiprogramación, proceso distribuido, etcétera, consiguiendo así una utilización óptima de los recursos disponibles.

En general, un sistema operativo tiene englobados estos programas en un conjunto denominado núcleo (*kernel*) que se divide en los siguientes grupos:

■ Gestión del procesador

Los programas del grupo de gestión del procesador son los encargados de la preparación de los programas de usuario para su ejecución, así como de la asignación de tiempos en el procesador. Sus principales funciones son:

- **Preparación de programas.** Su misión es transferir los programas ejecutables de usuario desde la memoria externa a la memoria central de la computadora a partir de una determinada dirección de memoria, por medio de un programa que se denomina cargador.
- **Planificación del procesador.** Consiste en el control, a través de una determinada política de asignación de tiempos, de utilización del procesador a los distintos procesos que en un momento determinado se encuentren en el sistema. En los sistemas operativos actuales existe una gran variedad de formas de planificar el tiempo del procesador.
- **Asignación de periféricos.** En un programa, generalmente, nunca se especifica el periférico concreto que se va a utilizar, sino que se solicita una impresora, un disco, etc. Este grupo de programas de asignación transforma las solicitudes simbólicas, hechas en el programa, en las asignaciones físicas y concretas de cada periférico.
- **Relanzamiento de programas.** A veces, durante la ejecución de un programa en una computadora, se producen interrupciones fortuitas que causan la parada del proceso que se estaba ejecutando, o bien se interrumpe porque se están ejecutando varios procesos a la vez y se tienen que ir turnando. Este grupo de programas se encarga de establecer un punto de control en el instante de la interrupción para que se pueda reproducir el estado que tenía el proceso cuando se vuelve a reactivar. Para ello, se reestablecen los

valores de cada elemento en el momento de la interrupción, hasta conseguir el estado de la ejecución del programa. Una vez subsanada la causa de la parada o le vuelve a tocar el turno, se pone en funcionamiento nuevamente el proceso.

■ Gestión de memoria

Un sistema operativo contiene un conjunto de programas cuya misión es la de asignar y controlar el almacenamiento en la memoria interna y externa de la computadora, fundamentalmente la interna por ser un recurso escaso y caro.

- **Gestión de memoria central.** Existen multitud de métodos de asignación y control de la memoria central o interna según se trate de un sistema operativo monoprogramado (un solo programa en ejecución) o multiprogramado (varios programas en ejecución simultáneamente). Los programas que controlan y gestionan la memoria interna asignan los espacios que deben ocupar los programas y datos estableciendo zonas de seguridad para que no se produzcan colisiones.

Además, en caso de sistemas operativos con memoria virtual donde se procesan programas que se van cargando parcialmente en la memoria, los programas de control gestionan la paginación o segmentación del programa para que el proceso no se interrumpa en ningún momento.

- **Gestión de memoria secundaria.** Los programas de control y gestión de la memoria secundaria tienen como misión hacer ver al usuario el tratamiento de la información almacenada en la memoria externa, desde el punto de vista lógico ocultándole la realidad física.

Por otra parte, un sistema puede mantener en un mismo instante un gran número de usuarios y procesos, y éstos pueden estar solicitando y manejando continuamente archivos en memoria externa, en ocasiones hasta compartiéndolos, y por ello será necesario la existencia de una serie de programas en el sistema operativo que nos aseguren el correcto funcionamiento del almacenamiento secundario.

■ Gestión de entrada/salida

El control de las operaciones de entrada/salida es otra de las misiones de un sistema operativo para facilitar el uso de los distintos dispositivos externos que forman parte del sistema informático. Estos programas de control tienen como misión gestionar las operaciones que un proceso realice sobre un dispositivo externo, ocultándole las peculiaridades del mismo.

■ Gestión de datos

Los programas del grupo de gestión de datos son los que controlan y coordinan todas aquellas operaciones relativas al movimiento de datos e informaciones en la computadora, como pueden ser las de transferencia, tratamiento o manejo de archivos de datos, etc. Estos programas realizan las siguientes funciones:

- **Control de periféricos.** Esta función la realiza un procesador (PIO, *Processor Input Output*) que cuando recibe una petición de entrada/salida comprueba si el periférico está desocupado; realiza la conexión y luego pasa el control al programa que se está ejecutando para que se inicie la operación de entrada/salida. Cuando el periférico solicitado está ocupado, coloca la petición en cola para que sea atendida por turno cuando le corresponda. Existe generalmente, una cola para cada periférico de la computadora.

- **Control de transferencia de la información.** La transferencia de información desde la memoria central a los periféricos o viceversa se realiza de dos formas: en modo multiplex (octeto a octeto) o en ráfagas de bloques (palabra a palabra, doble palabra a doble palabra, etcétera); en cualquier caso es necesario aplicar un control de integridad de la información en este tipo de operaciones. Este control consiste en comprobar que el total de caracteres transferidos en cada bloque coincida con el especificado previamente según las características físicas de los soportes que se van a utilizar.

Cuando no existe coincidencia, toma el control del proceso un programa especial de corrección o recuperación de caracteres que informa al usuario sobre las particularidades de la anomalía y/o cancela el programa que se estaba ejecutando.

- **Tratamiento de cada bloque de información.** Cuando un bloque de información se almacena en la memoria central de una computadora, interviene un nuevo programa del sistema operativo, que se encarga de descomponer cada bloque físico de información en las unidades lógicas definidas en el programa, que en definitiva son las que van a ser procesadas.

Cuando se presenta la operación contraria, consistente en extraer información de la memoria central, el mismo programa se encarga de agrupar estas informaciones conformando el bloque físico para que pueda ser transferido al periférico correspondiente.

- **Apertura y cierre de archivos.** Un archivo se conecta a un programa cuando se abre, quedando desde ese momento asignado automáticamente al mismo mediante una vía o canal de datos. Esta vía de datos se mantiene activa hasta que el archivo es cerrado, bien por el programa que se está ejecutando o por el propio sistema operativo.

- **Acceso a los archivos.** Como es sabido, existen diversas maneras de acceder a un archivo: secuencialmente, de forma aleatoria, etcétera. Pues bien, este grupo de programas de control se encarga de transformar las direcciones lógicas que figuran en el programa en ejecución en las correspondientes direcciones físicas sobre el soporte (en el caso de disco magnético: cilindro, pista, sector, bloque) donde están o van a ser grabados los datos.

■ Gestión del sistema

Este grupo de programas es el verdadero motor del sistema operativo ya que se encarga de la coordinación y supervisión del funcionamiento del resto de programas, por ello se le denomina supervisor. Sus cometidos fundamentales son:

- Protección de memoria.** Cuando en la memoria central se encuentran almacenados varios programas (multiprogramación) ejecutándose solapada o concurrentemente, es necesario fijar unas fronteras de separación de memoria, para que, ante posibles errores de direccionamiento, sea imposible tomar información de un programa para que sea procesada por otro. Esta misión la realizan los programas de protección de memoria.

- Errores en la memoria.** Cuando mediante algún control de paridad se detecta que cierta información de la memoria no es correcta (debido a algún defecto físico del hardware o a alguna transmisión errónea) se activa este grupo de programas para averiguar dónde se produjo el error y reenviar nuevamente el dato, subsanando el error sobre la marcha.

- Errores de programa.** Cuando la unidad de control, al analizar las dos partes básicas de una instrucción (código de operación y operandos), no reconoce la operación que debe realizar, la ubicación donde se encuentran los datos o sencillamente se trata de una operación errónea, se debe diagnosticar un error, cediendo el control a este grupo de programas que se encargarán de cancelar el programa del usuario y enviar los correspondientes mensajes para informarle sobre las características del error encontrado.

7.4.2. Programas de proceso

Los programas de proceso están enfocados preferentemente para ayudar al programador en la puesta a punto de los programas, llegando incluso a proporcionarle pseudoprogramas estándares semiescritos, que completados con unas pocas instrucciones más quedan perfectamente listos para su ejecución.

Todo sistema operativo posee en su entorno un conjunto de programas para este fin. Existen dos tipos de programas de proceso, los **programas traductores** y los **programas de servicio**.

■ Programas traductores

Los programas traductores son metaprogramas que toman como entrada un programa escrito en lenguaje simbólico alejado de la máquina denominado **programa fuente** y proporcionan como salida otro programa equivalente escrito en un lenguaje comprensible por el hardware de la computadora denominado **programa objeto**. En algunos casos, un programa objeto necesita antes de su ejecución una pequeña preparación y la inclusión de rutinas del propio lenguaje. Esta preparación la realiza un programa que complementa al traductor, denominado **montador**, produciéndose finalmente un programa listo para ser ejecutado que se denomina **programa ejecutable**. En la Figura 7.8 podemos ver el esquema general del proceso de traducción de un programa fuente a un programa ejecutable.

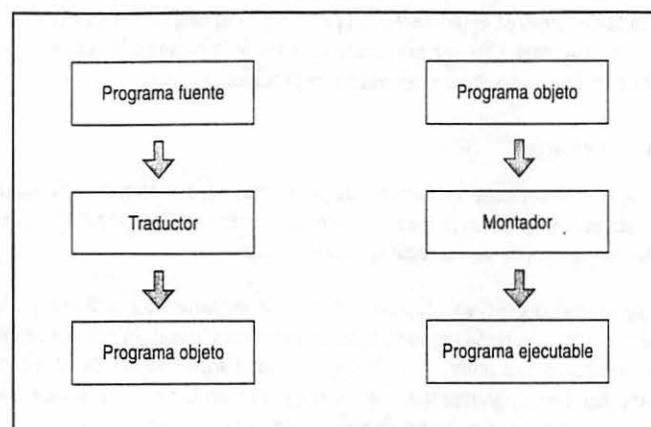


Figura 7.8. Esquema general del proceso de traducción.

Existen tres tipos de programas traductores: los ensambladores, los compiladores y los intérpretes.

- Programas ensambladores.** Son programas traductores que transforman programas fuente escritos en lenguajes simbólicos de bajo nivel (denominados **lenguajes ensambladores** o **assemblers**), en programas objeto, escritos en lenguaje máquina y ejecutables directamente por el hardware de la computadora. La traducción del programa de usuario se efectúa de forma que cada instrucción en lenguaje fuente se transforma en una única instrucción en lenguaje objeto. Se puede decir que el lenguaje ensamblador es una simplificación simbólica del lenguaje máquina y el programa ensamblador es su traductor. Actualmente existen varios tipos de ensambladores: ensamblador cruzado (*cross assembler*), macroensamblador (*macroassembler*), microensamblador (*microassembler*) y ensambladores de una o más pasadas.

- Programas compiladores.** Son programas traductores encargados de transformar programas fuente escritos en lenguaje simbólico de alto nivel, en programas objeto escritos en lenguaje máquina. La traducción no suele ser directa, apareciendo un paso intermedio situado en un nivel similar al de ensamblador. Una característica fundamental de este tipo de traductores es que se realiza la traducción completa, y en el caso de no existir errores se pasa a la creación del programa objeto. La traducción del programa fuente se efectúa, además, de forma que cada instrucción del programa fuente se transforma en una o más instrucciones en el programa objeto.

- Programas intérpretes.** Son programas traductores que transforman programas fuente escritos en lenguaje de alto nivel en programas objeto escritos en lenguaje máquina. En estos programas intérpretes la traducción se realiza de forma que después de transformar

una instrucción del programa fuente en una o varias instrucciones en lenguaje máquina no esperan a traducir la siguiente instrucción, sino que inmediatamente la ejecutan.

■ Programas de servicio

Los programas de servicio son un grupo de programas que realizan funciones útiles para el sistema o para el usuario (denominadas comúnmente *utilidades* o *utilities*).

Teniendo en cuenta el campo de actuación de los programas de servicio, se pueden clasificar en dos grupos:

- **Programas de manipulación de datos.** Son aquellos que liberan al programador de trabajos engorrosos, ya que realizan de forma automática alguna de las siguientes funciones:

- Transferencias de informaciones o archivos entre soportes.
- Recodificación (transcodificación) o transformación de informaciones.
- Reorganización de la información en archivos.
- Ordenación de datos en archivos.
- Etcétera.

- **Programas de servicio del sistema.** Tienen como misión la generación del sistema operativo completo sobre la computadora, la preparación de los programas y la creación y mantenimiento de las bibliotecas de programas.

7.5. PROCESO DE COMPILACIÓN

Por ser los compiladores el tipo de traductor más utilizado en la actualidad, desarrollamos el **proceso de compilación**, que consiste en la traducción de un programa fuente escrito en lenguaje de alto nivel en su correspondiente programa objeto escrito en lenguaje máquina, dejándolo listo para la ejecución con poca o ninguna preparación adicional.

La Figura 7.9 representa el esquema general del proceso de compilación de un programa, donde en primer lugar se crea el mencionado programa fuente, normalmente mediante un programa de utilidad denominado **editor** o con cualquier procesador de texto de que se disponga en la computadora.

Para ejecutar la compilación de un programa, éste debe estar en memoria central simultáneamente con el compilador. El resultado de la compilación puede dar lugar a la aparición de errores, en cuyo caso no se genera el programa objeto sino que se realiza lo que se denomina **listado de compilación**, que nos permite ver dichos errores para volver al programa editor, corregirlos y empezar de nuevo el proceso de compilación.

Obtenido el programa objeto es necesario someterlo a un proceso de montaje donde se enlazan los distintos módulos, en caso de programas que poseen subprogramas. Además se incorporan las denominadas rutinas de librería en caso de solicitarlas el propio programa. Como ya hemos mencionado, este montaje lo realiza un programa denominado **montador** que también recibe el nombre de **editor de enlace** o *linker*.

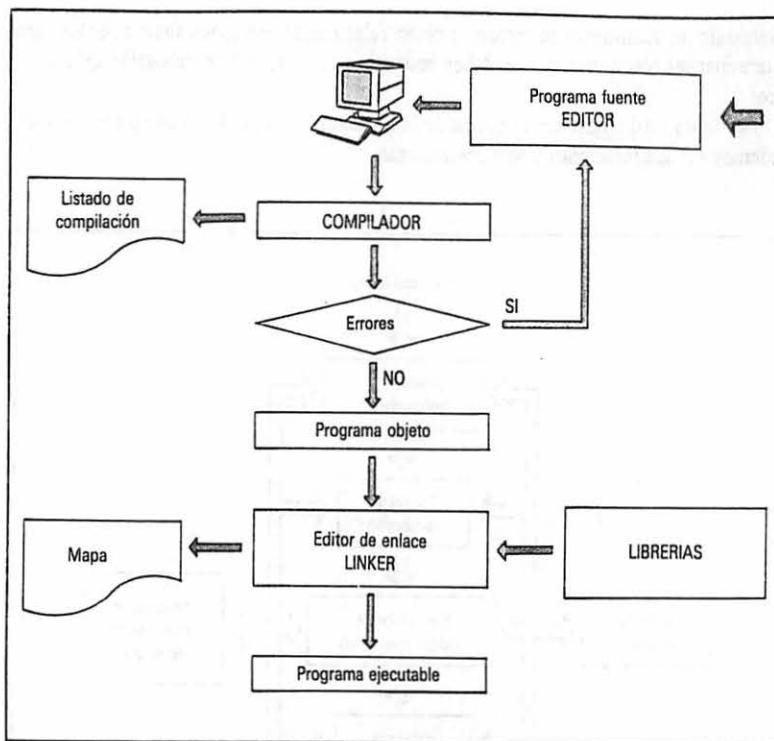


Figura 7.9. Compilación y montaje de un programa.

7.5.1. Estructura general de un compilador

Un compilador, además de traducir, realiza una serie de funciones que en su mayoría están enfocadas a la detección de errores en la escritura del programa fuente. Por lo general, está constituido por los siguientes bloques:

- Analizador lexicográfico (*Scanner*).
- Analizador sintáctico (*Parser*).
- Generador de código intermedio.
- Optimizador de código.
- Generador de código final.
- Tabla de símbolos.
- Módulo de tratamiento de errores.

El compilador utiliza internamente una tabla de símbolos para introducir determinados datos que necesita y que está relacionada con todos sus elementos; asimismo, posee

un módulo de tratamiento de errores también relacionado con todos sus elementos para determinar las reacciones que se deben producir ante la aparición de cualquier tipo de error.

La Figura 7.10 muestra el esquema de la estructura general de un compilador donde podemos ver sus relaciones y secuenciamento.

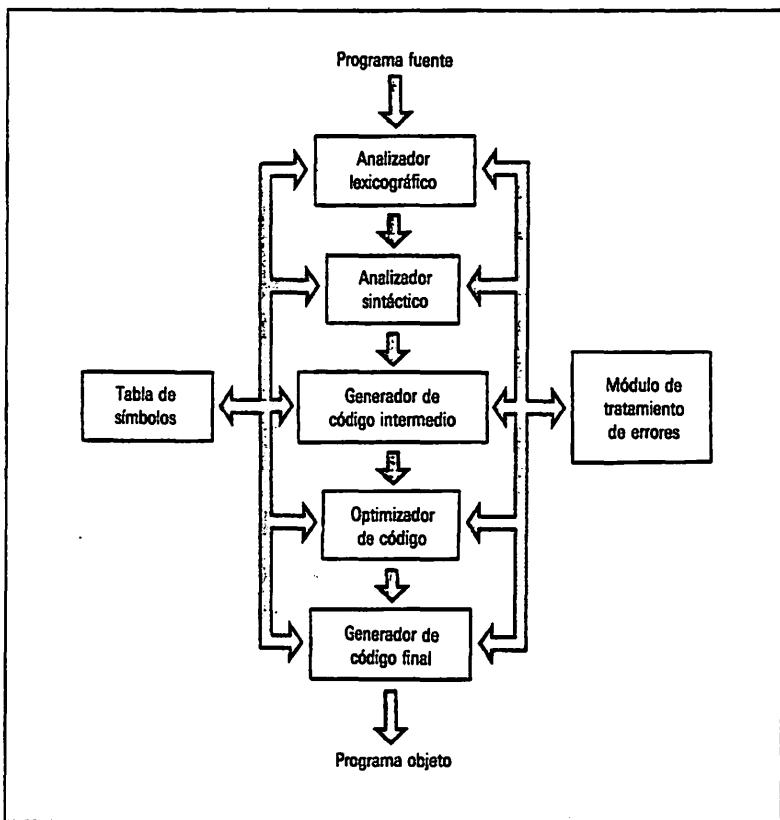


Figura 7.10. Estructura general de un compilador.

■ Analizador lexicográfico

El analizador lexicográfico también denominado *scanner*, examina en el programa fuente las unidades básicas de información pertenecientes al lenguaje. Estas unidades básicas se denominan unidades léxicas o *tokens*. En el caso de no existir errores en este primer análisis, se realiza una primera traducción a un código propio del compilador (general-

mente de tipo numérico), eliminando a su vez toda información superflua como pueden ser los comentarios y espacios en blanco no significativos del programa fuente.

Un *token* es un elemento o cadena con significado propio en el programa fuente, como por ejemplo pueden ser las palabras reservadas del lenguaje, los identificadores, los operadores, etcétera. El resultado de este análisis y traducción es lo que se denomina tira de *tokens* que es la información que recibe el siguiente elemento del compilador.

Un ejemplo de error lexicográfico puede ser una palabra reservada mal escrita, un identificador no permitido, etcétera.



■ Analizador sintático

El analizador sintático o *parser* recibe la tira de *tokens* del *scanner* e investiga en ella los posibles errores sintáticos que aparezcan, estos errores suelen ser de formatos de instrucciones, duplicidad de identificadores de distintas variables, etcétera.

Tanto en un analizador como en otro, todo error detectado es comunicado al programador por medio del listado de compilación, en el que se indica dónde está situado y qué tipo de error es. En ocasiones, se indican al programador determinados errores que pueda haber sin que éstos perjudiquen el resto del proceso de compilación e incluso pueden permitir el funcionamiento del programa final. Estos mensajes de error se denominan advertencias o *warnings*.

■ Generador de código intermedio

El generador de código intermedio traduce el resultado del análisis anterior (en caso de ausencia de errores) a un código intermedio propio del compilador, para con él permitir la portabilidad del lenguaje (posibilidad de utilización en distintas computadoras).

Debido a que el lenguaje máquina es distinto entre una computadora y otra, para un lenguaje de alto nivel determinado, se hace común todo el proceso de análisis, con lo que además se abaratán los costes de construcción de un compilador al aplicar el mismo lenguaje a computadoras de distinta naturaleza. Este código intermedio a continuación se particulariza para cada familia de procesadores.

La Figura 7.11 muestra el esquema de construcción de un compilador que se pretende llevar a distintas máquinas (portabilidad). En este esquema podemos ver la parte común que se corresponde con el análisis al que sigue una segunda fase donde se trata de encontrar el programa objeto correspondiente a cada procesador.

■ Optimizador de código

La misión del optimizador de código consiste en tomar el código intermedio y optimizarlo, adaptándolo a las características del procesador al que va dirigido.

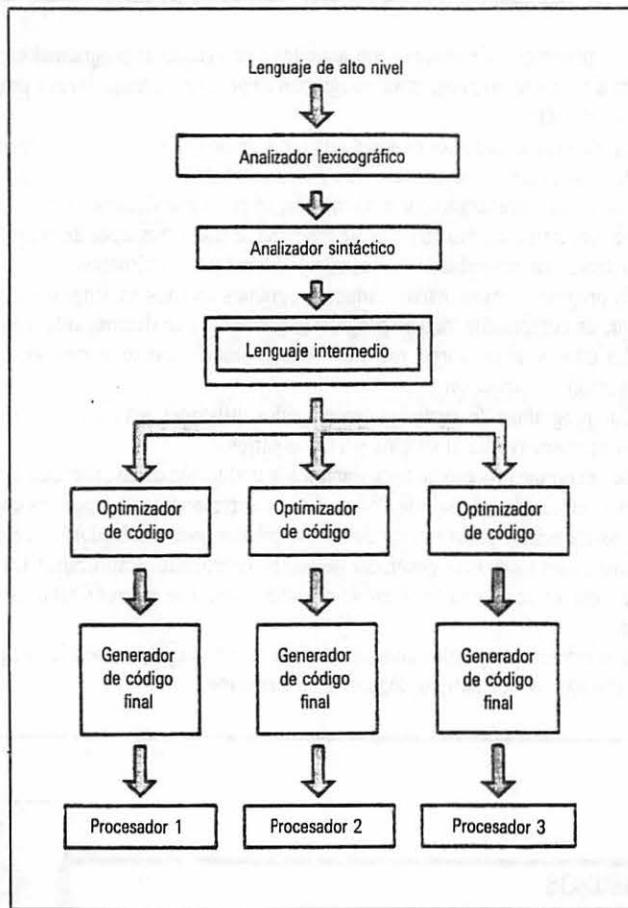


Figura 7.11. Portabilidad de un lenguaje de alto nivel.

Es conveniente tener en cuenta que el código intermedio está enfocado a que un programa en dicho código pueda ser, con algunas modificaciones, interpretado por cualquier procesador. Por tanto, podemos decir que el optimizador de código, además de su misión, realiza la de adaptar el código a un procesador concreto.

■ Generador de código final

La misión del generador de código final es la de traducir el código intermedio optimizado en el código final, es decir, en el lenguaje máquina del procesador al que el compilador va dirigido.

■ Módulo de tratamiento de errores

La misión del módulo de tratamiento de errores es facilitar la detección y, en algún caso, la recuperación de errores en las distintas fases de la compilación. Un compilador, cuando detecta un error, trata de buscar su localización exacta y la posible causa del mismo para ofrecer al programador un mensaje de diagnóstico que será incluido en el listado de la compilación.

Los tipos de errores que puede tener un programa son los siguientes:

- **Errores lexicográficos.** Son errores que se producen por la aparición de *tokens* no reconocibles. Los detecta el *scanner* en el tiempo en que se ejecuta el analizador lexicográfico.
- **Errores sintácticos.** Son los que no cumplen las reglas de sintaxis del lenguaje, detectándolos el *parser* al no reconocer una tira completa de *tokens* como un formato válido de sentencia.
- **Errores semánticos.** Se detectan en alguna fase de la compilación y en algún caso en la de ejecución y son aquellos que no interrumpen el proceso, pero se detecta alguna incorrección. Son los denominados *warnings*.
- **Errores lógicos.** Son los debidos a la utilización de un algoritmo o expresión incorrecta para el problema que se trata de resolver. Se detectan en la fase de pruebas de un programa por medio de la utilización de los juegos de ensayo.
- **Errores de ejecución.** Son errores relacionados con desbordamientos, operaciones matemáticamente irresolubles, etcétera. Ejemplos de este tipo de errores son: división por 0, cálculo de la raíz cuadrada de un número negativo, desbordamientos y subdesbordamientos, leer de un archivo no abierto o sin información, salir o exceder el rango de una tabla, bucles infinitos, etcétera.

■ Tabla de símbolos

La tabla de símbolos es el elemento que almacena todos los datos referidos a variables y estructuras de datos del programa que se está compilando. Estos datos suelen ser el tipo de cada variable o estructura, sus dimensiones, características, etcétera.



RESUMEN

En un sistema informático el software se divide en dos grandes grupos; el primero se denomina software de sistema y se compone de los programas que controlan el funcionamiento del hardware y de aquellos que hacen sencilla la utilización de la computadora y optimizan sus recursos; el segundo grupo es el denominado software de aplicación, compuesto por los programas que desarrollan cualquier trabajo para el usuario.

El elemento más importante del software de sistema es el sistema operativo, que se define como el conjunto de programas y funciones que controlan el funcionamiento del hardware ocultando sus detalles y haciendo sencillo y flexible el uso de la computadora.

Los recursos que posee una computadora son el procesador, la memoria interna, la entrada/salida y la información, y el sistema operativo es el elemento encargado de su administración para alcanzar un eficaz rendimiento de los mismos.

El primer sistema operativo que existió en la década de los cincuenta se denominó programa monitor y su función era controlar la ejecución de los trabajos en la computadora a través de un lenguaje de control de trabajos (JCL). Posteriormente los sistemas operativos evolucionaron proporcionando métodos para mejorar el rendimiento de utilización del procesador. Por ello, aparecen los procesos *on-line*, *off-line* y las técnicas de *buffering* y *spooling*. Más tarde, con el fin de aprovechar aún más el tiempo de utilización del procesador de una computadora, aparece el concepto de multiprogramación o posibilidad de ejecutar varios programas a la vez en un mismo procesador, simultaneando sus instrucciones. Con este concepto se realizan procesos por lotes (*batch*), el tiempo compartido (*time sharing*) y el tiempo real (*real time*). Por último, los avances más próximos en el tiempo en los sistemas operativos, hacen que se gane seguridad, velocidad de proceso y prestaciones. Por ello aparece el proceso distribuido o la conexión de varias computadoras bajo un mismo sistema operativo, el multiproceso en el que el sistema operativo controla en una misma computadora varios procesadores, los sistemas operativos que controlan una red de computadoras y los denominados entornos operativos con los que se facilita aún más el uso de las computadoras.

Un sistema operativo se compone de una serie de programas de control y programas de proceso. Los programas de control son aquellos cuya misión es coordinar y controlar todos los elementos y recursos de la computadora. Para ello, existen programas de gestión del procesador, gestión de las memorias interna y externa, gestión de las operaciones de entrada y salida, gestión de la información y datos y, por último, del propio sistema.

Los programas de proceso son aquellos que ayudan al programador en la puesta a punto de los programas; se agrupan en programas traductores y programas de servicio.

Un programa traductor es aquel que toma un programa fuente escrito en un lenguaje no reconocible directamente por la computadora y produce un programa objeto que, preparado por el montador, se convierte finalmente en un programa ejecutable escrito en lenguaje máquina. Existen tres tipos de programas traductores, los ensambladores, los compiladores y los intérpretes.

El programa ensamblador traduce programas escritos en lenguaje ensamblador, un compilador traduce programas escritos en un determinado lenguaje de alto nivel y un intérprete realiza la misma función que un compilador pero instrucción a instrucción.

Los programas de servicios denominados utilidades realizan todo tipo de funciones para ayudar al sistema y a los usuarios.

Se denomina proceso de compilación a la traducción de un programa escrito en un determinado lenguaje de alto nivel en su correspondiente programa objeto.

Los elementos constitutivos de un compilador son: analizador lexicográfico, analizador sintáctico, generador de código intermedio, optimizador de código, generador de código final, módulo de tratamiento de errores y tabla de símbolos.

Los errores que pueden cometerse en un programa pueden ser: lexicográficos, sintácticos, semánticos, lógicos y de ejecución.

LISTA DE TÉRMINOS



Acceso directo a memoria (DMA)	Entrada/salida
Advertencia	Error de ejecución
Analizador lexicográfico	Error lexicográfico
Analizador sintáctico	Error lógico
Assembler	Error semántico
Buffering	Error sintáctico
Compilador	Generador de código final
Editor	Generador de código intermedio
Editor de enlace	Gestión de datos
Ensamblador	Gestión de entrada/salida
Ensamblador cruzado	Gestión de memoria
Entorno operativo	Gestión del procesador

Gestión del sistema	Programa ejecutable
Información	Programa fuente
Intérprete	Programa objeto
Lenguaje de control de trabajos	Programas de manipulación de datos
Lenguaje ensamblador	Programas de proceso
<i>Linker</i>	Programas de servicio
Listado de compilación	Programas de servicio del sistema
Macroensamblador	Programas traductores
Memoria central o interna	Recursos
Microensamblador	<i>Scanner</i>
Módulo de tratamiento de errores	Sistema operativo
Monitor	Sistema operativo en red
Montador	Software
Multiproceso	Software de aplicación
Multiprogramación	Software de sistema
Núcleo	<i>Spooling</i>
Optimizador de código	Supervisor
<i>Parser</i>	Tabla de símbolos
Procesador	Tiempo compartido
Proceso de compilación	Tiempo real
Proceso distribuido	<i>Token</i>
Proceso off-line	Unidad léxica
Proceso on-line	<i>Warning</i>
Proceso por lotes	

CUESTIONES

1. Dibuje un primer esquema de los elementos constitutivos del software de un sistema informático.
2. Defina con sus propias palabras el concepto de sistema operativo.
3. Describa cronológicamente la evolución que han sufrido los sistemas operativos desde el programa monitor hasta los que existen en la actualidad.
4. ¿Qué significa el término multiprogramación y qué beneficios reporta a un sistema informático?
5. ¿Qué significado tiene el término multiproceso y qué beneficios se obtiene con él en un sistema informático?
6. ¿Qué funciones realizan los programas de control de un sistema operativo?

7. ¿Qué funciones realizan los programas de proceso de un sistema operativo?
8. Explique brevemente qué función realiza un programa traductor y qué tipos existen.
9. ¿Cómo realiza la traducción un programa intérprete?
10. Defina y comente brevemente el proceso de compilación de un programa escrito en un lenguaje de programación de alto nivel.
11. Dibuje esquemáticamente la estructura general de un compilador.
12. ¿Qué tipos de errores se pueden cometer en un programa?

TEST DE REPASO

1. El conjunto de programas que desarrollan trabajo para un usuario de una computadora se denomina:
 - a) Software de sistema.
 - b) Software de aplicación.
 - c) Sistema operativo.
 - d) Entorno operativo.
2. ¿Cuál de los siguientes elementos no es un recurso en una computadora?
 - a) El procesador.
 - b) La memoria interna.
 - c) La entrada/salida.
 - d) El sistema operativo.
3. La conexión de varias computadoras en paralelo controladas por un mismo sistema operativo se denomina:
 - a) Multiprogramación.
 - b) Proceso distribuido.
 - c) Multiproceso.
 - d) Tiempo compartido.

4. Un programa escrito en lenguaje simbólico alejado de la máquina recibe el nombre de:
 - a) Programa fuente.
 - b) Programa objeto.
 - c) Programa ejecutable.
 - d) Programa traductor.

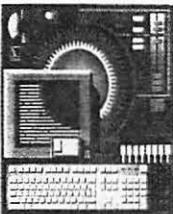
5. ¿Qué programa traductor realiza la transformación convirtiendo cada instrucción fuente en una sola instrucción objeto?
 - a) El programa ensamblador.
 - b) El compilador.
 - c) El intérprete.
 - d) El transformador.

6. ¿Cuál de los siguientes no es un elemento constitutivo de un compilador?
 - a) El analizador sintáctico.
 - b) El analizador lexicográfico.
 - c) El intérprete.
 - d) La tabla de símbolos.

7. Cuando se interrumpe la ejecución de un programa por haber aparecido un error de desbordamiento ¿qué tipo de error es?
 - a) Lexicográfico.
 - b) Sintáctico.
 - c) Semántico.
 - d) De ejecución.

8. El elemento que administra los recursos ofrecidos por el hardware para alcanzar un eficaz rendimiento de los mismos se denomina:
 - a) Sistema operativo.
 - b) Programa de aplicación.
 - c) Firmware.
 - d) Administrador.

9. El primer sistema operativo que existió se denominó:
 - a) Buffering.
 - b) Monitor.
 - c) Sistema operativo multiprogramado.
 - d) JCL.



CAPÍTULO 8

Teleinformática

8.1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales características de la sociedad actual es la gran importancia que ha adquirido la posesión y el uso de la información. Se ha acuñado el término de *sociedad de la información* para describir este fenómeno.

El almacenamiento, el manejo y la difusión de grandes cantidades de información es algo habitual en nuestros días, favorecido por el desarrollo de las denominadas *nuevas tecnologías de la información*.

La Informática ha facilitado este hecho, pero sucede, cada vez más, que la información que se obtiene o produce en un lugar, se precisa en otro lugar distinto, a veces muy lejano.

Es normal que los datos implicados en un determinado proceso haya que obtenerlos de distintos orígenes, físicamente dispersos. La sociedad actual exige, además, disponer de estos datos con rapidez y fiabilidad. Son ejemplos corrientes de ello la reserva de billetes de avión desde una agencia de viajes o el manejo de una cuenta corriente desde un terminal de una sucursal bancaria.

Ante este problema de distancia entre el lugar de producción de datos y el lugar de tratamiento, la obtención de información distante o la compartición de datos por sujetos ubicados en distintos lugares, ha surgido una nueva técnica que utiliza y aúna la Informática y las Telecomunicaciones, a la cual se denomina **Teleinformática**.

Mediante esta técnica se pueden interconectar a distancia computadoras, terminales y otros equipos, usando para ello algún medio adecuado de comunicación, como por ejemplo líneas telefónicas, cables coaxiales, microondas, etcétera.

Los problemas que se plantean para la puesta en funcionamiento de lo que llamaremos sistema teleinformático son muchos y complejos, incluyendo los siguientes:

- La transformación de la información digital que circula por la computadora en una clase de señal, analógica o digital, adecuada a los circuitos utilizados en la transmisión.

- La utilización óptima de la línea de telecomunicación, transmitiendo múltiples informaciones simultáneamente, según la capacidad de la misma.
- La eliminación o minimización de los errores que puedan producirse por ruidos e interferencias, así como la protección contra la pérdida o atenuación de la señal que se produce al ser enviada a grandes distancias.
- La conmutación de circuitos y de mensajes necesaria en una red para establecer diferentes orígenes y destinos.
- La compatibilidad entre los equipos y medios de comunicación, tanto a nivel físico como lógico, etcétera.

Todos estos problemas se van resolviendo de una manera cada vez más satisfactoria y en pocos años se han producido avances vertiginosos en esta técnica que tiende a implantarse en todos los niveles de nuestra sociedad.

8.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Se denomina Teleinformática o Telemática a la técnica que trata de la comunicación de datos y realización de procesos entre equipos informáticos distantes.

Al conjunto de equipos, medios de comunicación y software utilizados para la realización de una determinada aplicación teleinformática se le denomina sistema teleinformático.

Un sistema teleinformático básico consta de un terminal remoto desde el cual se envían los datos a una computadora central o *host*, a través de una línea de telecomunicación para su proceso y posterior recepción de resultados (Figura 8.1).

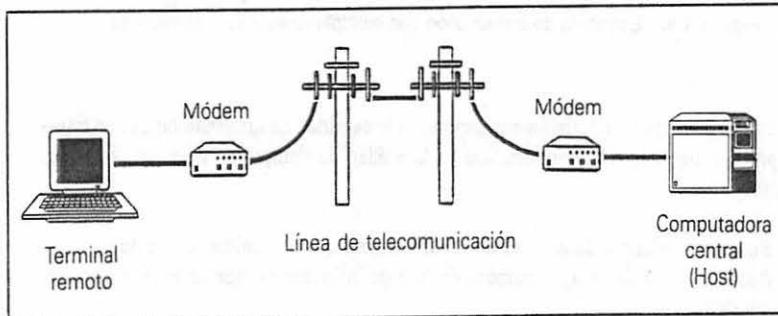


Figura 8.1. Esquema de un sistema teleinformático básico.

Al medio físico empleado para la transmisión de datos se le denomina red de telecomunicación. A través de ella se envía la información bien en forma de señal analógica (ondas sinusoidales) o bien en forma de señal digital, dependiendo del tipo de medio y de la tecnología utilizados.

Hasta fechas recientes se utilizaba señal analógica exclusivamente, ya que la señal digital se amortigua y se pierde a grandes distancias, pero actualmente se ha conseguido eliminar este problema y aprovechar las grandes ventajas que aporta la transmisión digital.

En cualquier caso es necesario intercalar entre el equipo y la red un dispositivo que transforme la señal digital que utiliza el primero en la clase de señal que se envía por la red, así como realizar la transformación inversa cuando se recibe la señal desde la red. Estos dispositivos se denominan *módem* o *adaptadores* según la clase de transformación que realizan.

Los módem, contracción de modulador-demodulador, transforman la señal digital en analógica y viceversa mediante algún tipo de modulación (Figura 8.2). También se ocupan de controlar la calidad de la comunicación detectando y en algunos casos corrigiendo los errores que se producen. Pueden ser internos o externos según su ubicación respecto del terminal (Figura 8.3).

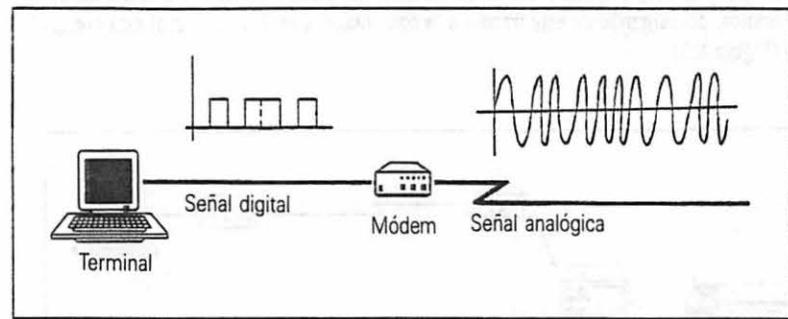


Figura 8.2. Esquema de transformación digital-analógica.

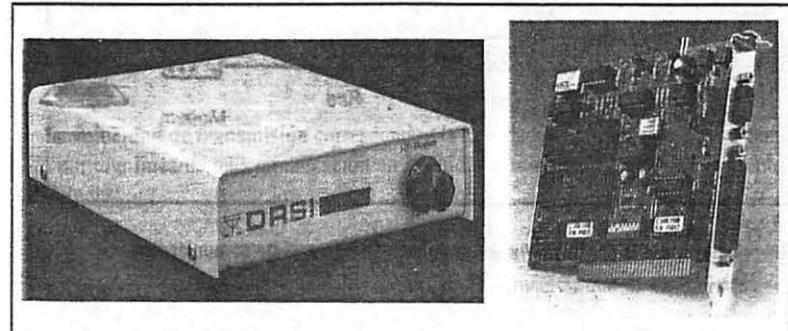


Figura 8.3. Modems externo e interno.

Los adaptadores, a diferencia de los modems, no varían la forma de la señal sino solamente la magnitud de ésta para adaptarla convenientemente al tipo de línea utilizada (Figura 8.4).

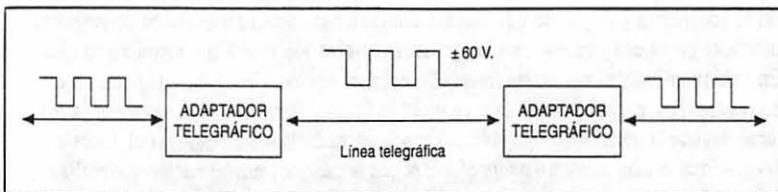


Figura 8.4. Esquema de adaptación digital-digital.

La unidad de control de comunicaciones o procesador *front-end* es un dispositivo especializado en la gestión de todas las tareas inherentes a la comunicación con terminales remotos, descargando de este trabajo a la computadora central, a la cual está conectado (Figura 8.5).

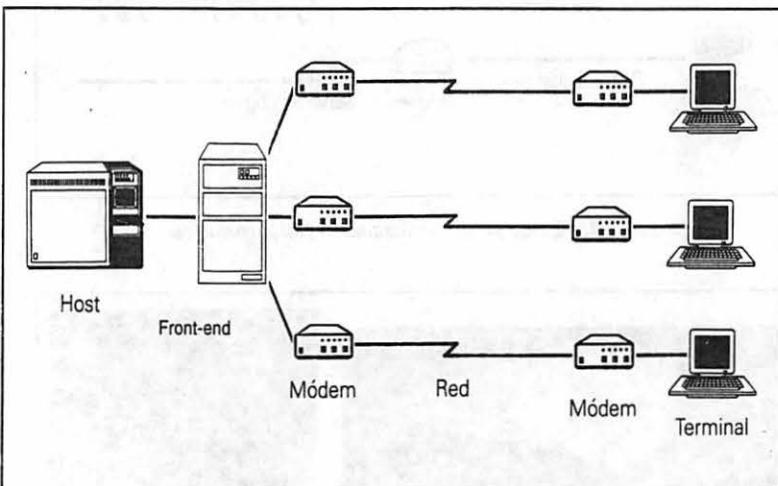


Figura 8.5. Esquema de una unidad de control de comunicaciones.

Se denomina canal de comunicación al enlace que se establece entre un equipo emisor y un equipo receptor, permitiendo la transmisión de datos en un único sentido.

Para optimizar el uso de las líneas de telecomunicación, permitiendo que fluyan por ellas varios canales de comunicación, se utilizan dos tipos de dispositivos: los multiplexores y los concentradores. La diferencia entre ambos consiste en que los segundos gestionan la transmisión de varios canales y los multiplexores sólo son capaces de unir y, en su caso, separar las diferentes señales (Figura 8.6).

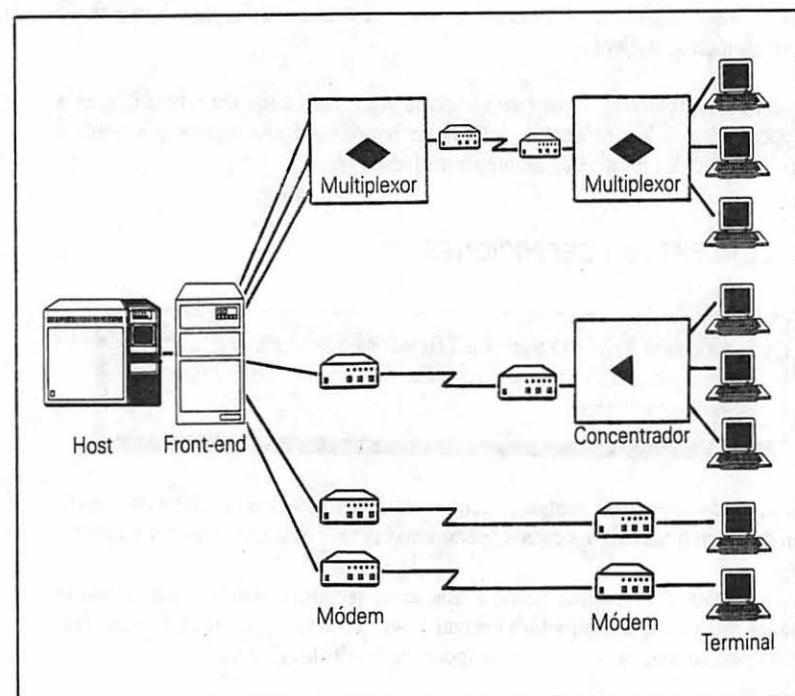


Figura 8.6. Esquema de transmisión con multiplexores y concentradores.

La velocidad de transmisión corresponde a la cantidad de información que se transmite por una línea de telecomunicación en la unidad de tiempo. Se mide en diferentes magnitudes:

- *Baudios*: número de *estados de señal* transmitidos por unidad de tiempo.
- *Bits por segundo (bps)*: número de bits de información que se envían cada segundo.
- *Caracteres por segundo (cps)*: número de caracteres o bytes que se envían por segundo.

Si se utilizan dos estados de señal (representando los dos bits de información 0 y 1), coincide el valor medido en baudios y bps. En cambio, si se utilizan más estados o niveles (*transmisión multinivel*), la relación entre los valores medidos corresponde a la siguiente expresión:

$$\text{baudios} = \log_2 N * \text{bps}$$

Por ejemplo, se tienen las siguientes equivalencias:

2 estados:	1 baudio	= 1 bps
4 estados:	1 baudio	= 2 bps
8 estados:	1 baudio	= 3 bps

8.3. MODOS DE TRANSMISIÓN

En el interior de la computadora e incluso con algunos periféricos próximos, la transmisión de información se realiza en paralelo, es decir, se transmite simultáneamente una palabra de información, utilizando para ello tantos hilos de comunicación como bits componen la palabra. En cambio, en las transmisiones a larga distancia no es rentable ni fiable la utilización de este sistema ya que aumenta considerablemente la complejidad y el coste de los circuitos; por ello se utiliza la transmisión en serie, enviándose un bit tras otro mediante un único circuito (Figura 8.7).

Se denomina sincronización al proceso mediante el cual el equipo receptor conoce los momentos exactos en que debe medir la magnitud de la señal para identificar la información transmitida.

Se distinguen tres niveles en el citado proceso, para el reconocimiento del inicio y final de cada elemento de información transmitido:

- Sincronización a nivel de bit.
- Sincronización a nivel de carácter.
- Sincronización a nivel de bloque.

Existen dos modos básicos de transmisión de caracteres:

■ Transmisión asíncrona

Envía la información octeto a octeto, en cualquier momento. Cada uno de ellos va precedido de un bit de arranque (*bit de START*) y seguido de uno de parada (*bit de STOP*) para ser identificados por el receptor (Figura 8.8).

Las velocidades de transmisión permitidas en este modo son muy bajas, inferiores a 1200 bps (bits por segundo).

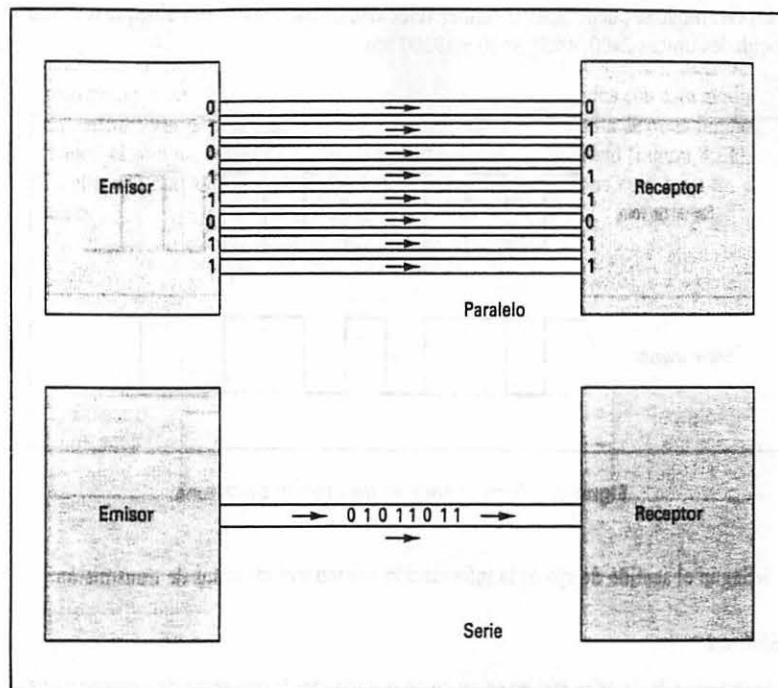


Figura 8.7. Transmisión en serie y paralelo.

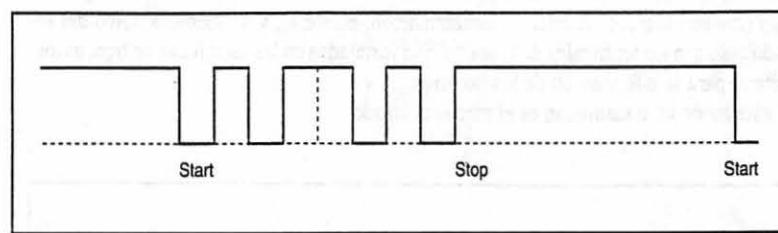
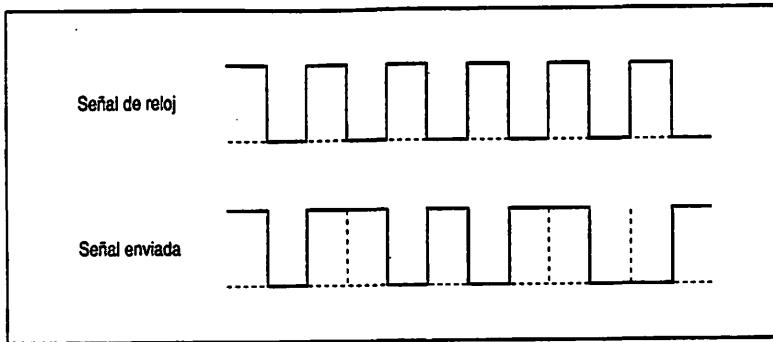


Figura 8.8. Señal enviada en una transmisión asíncrona.

■ Transmisión síncrona

El emisor y el receptor disponen de sendos relojes sincronizados por medio de los cuales controlan la duración constante de cada octeto transmitido. Estos se envían de una forma continuada agrupados en bloques de información (Figura 8.9).

En este modo se puede tener cualquier velocidad de transmisión por alta que sea. Son velocidades típicas 2400, 4800, 9600 y 19200 bps.



Según el sentido del flujo de la información existen tres modos de transmisión:

■ Simplex

La transmisión de datos se realiza en un único sentido, desde una *estación emisora* a una *estación receptora*, que generalmente corresponden a un terminal como origen y una computadora central como destino, o bien una computadora como origen y una impresora o unidad de visualización como destino (Figura 8.10.).

Como ejemplo del primer caso se tienen las denominadas *estaciones de recogida de datos* (meteorológicos, de tráfico, contaminación, etcétera), y un ejemplo típico del segundo caso son los terminales de visualización instalados en las estaciones de tren, avión, etcétera, para la información de los horarios.

Este modo de transmisión es el menos utilizado.

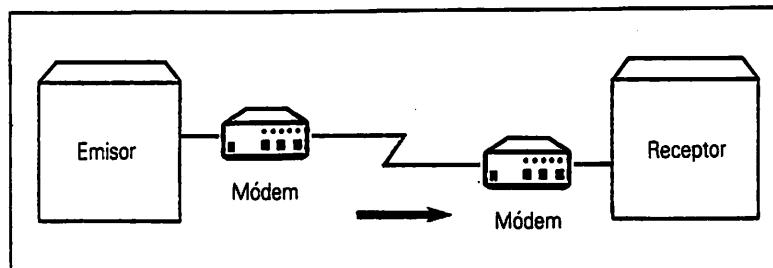


Figura 8.10. Transmisión simplex.

■ Semidúplex o *half-duplex*

Se denomina así al modo de transmisión en el que el envío de datos se realiza en ambos sentidos pero no simultáneamente. Por tanto, los equipos conectados con este modo son ambos *emisor* y *receptor*, aunque en cada momento realizan una sola de estas funciones, alternando el sentido de la comunicación cada vez que sea necesario (Figura 8.11).

Es el modo más utilizado por permitir comunicación en ambos sentidos a un coste reducido.

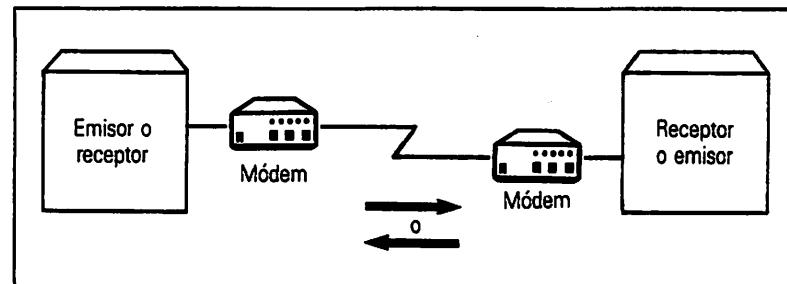


Figura 8.11. Transmisión semidúplex.

■ Dúplex o *full-duplex*

Mediante este modo se establece la comunicación de datos a través de la línea de teleproceso en ambos sentidos simultáneamente, lo que permite una mayor agilización de las operaciones de recepción de datos y envío de resultados (Figura 8.12).

A pesar de ser el más eficiente, no es el más utilizado, debido al coste superior que implica el uso de equipos y redes de telecomunicación más complejos.

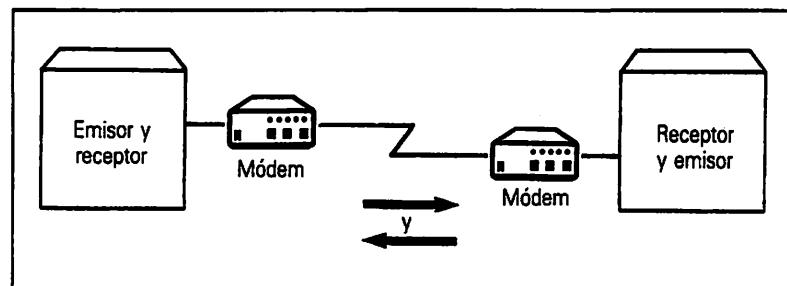


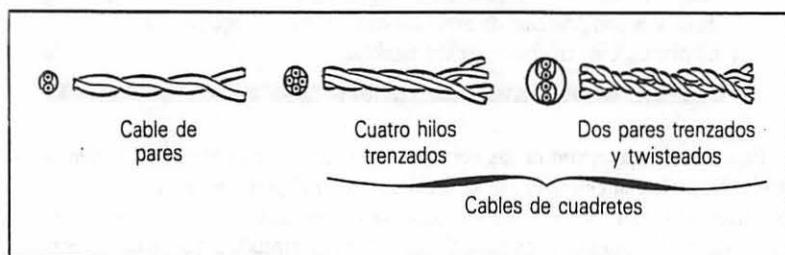
Figura 8.12. Transmisión dúplex.

8.4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

La información circula por la computadora en forma de señal digital, esto es, codificada utilizando un alfabeto de dos símbolos que corresponden a dos intensidades diferentes de corriente eléctrica. Esta forma de transmitir información se ha mostrado inadecuada para el caso de comunicaciones a grandes distancias, utilizándose para ello la señal analógica o una señal digital de diferentes características. Por tanto, no sólo se han diseñado medios de transmisión especializados sino que además se han podido utilizar los medios ya existentes en telefonía y telegrafía.

Actualmente los medios físicos más utilizados en transmisión de datos son los siguientes:

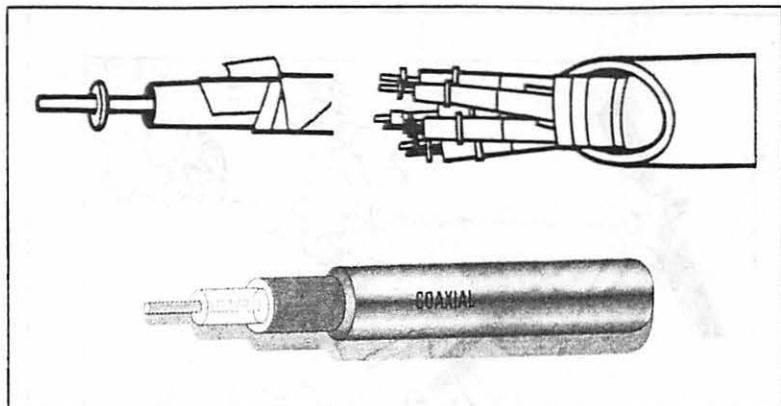
- **Cables de pares.** Empleados asimismo en comunicaciones telefónicas, consisten en dos hilos conductores recubiertos de material aislante y trenzados a fin de disminuir las posibles interferencias.
- **Cables de cuadretes.** Similares a los anteriores pero utilizando cuatro hilos conductores, de dos tipos diferentes según el trenzamiento. La Figura 8.13 muestra el esquema de los cables de pares y cuadretes.



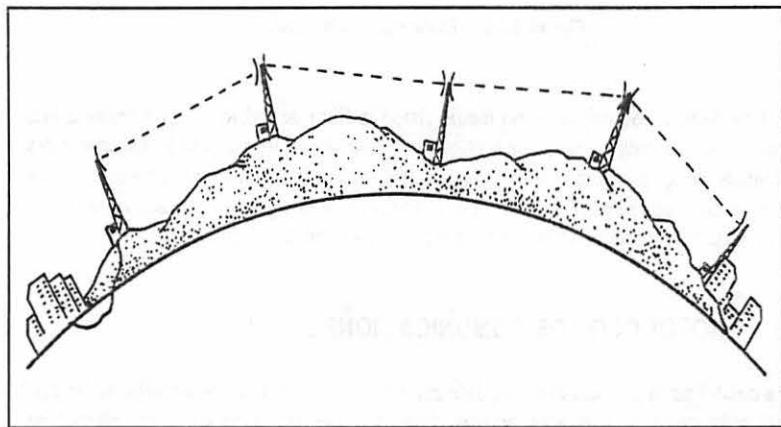
• **Cables coaxiales.** Formados por un hilo conductor central y otro cilíndrico exterior (rejilla de hilos o lámina de aluminio). El cable está recubierto de material aislante, ocupando también el espacio entre el cilindro conductor y el hilo central (Figura 8.14).

Este sistema reduce enormemente las interferencias, permite transmitir a altas frecuencias y su capacidad o *ancho de banda* es bastante grande, con lo cual un cable coaxial puede soportar un elevado número de canales de información.

• **Microondas.** La información se transmite por el aire mediante ondas electromagnéticas. Tiene la ventaja de que no se necesita un enlace físico y que el ancho de banda del aire es prácticamente ilimitado. No obstante es necesario un enlace visual entre los puntos emisor y receptor, por lo cual, debido a la orografía terrestre, su separación máxima



ronda los 50 km, salvo que se instalen repetidores intermedios que reciban la señal desde el emisor y la reemitan hacia el receptor (Figura 8.15).



• **Vía satélite.** Consiste en la utilización como repetidor, en un enlace por microondas, de un satélite artificial geoestacionario, lo que permite alcanzar grandes distancias al salvar la orografía terrestre, aunque presenta el inconveniente de que los cambios atmosféricos pueden afectar a la transmisión (Figura 8.16).

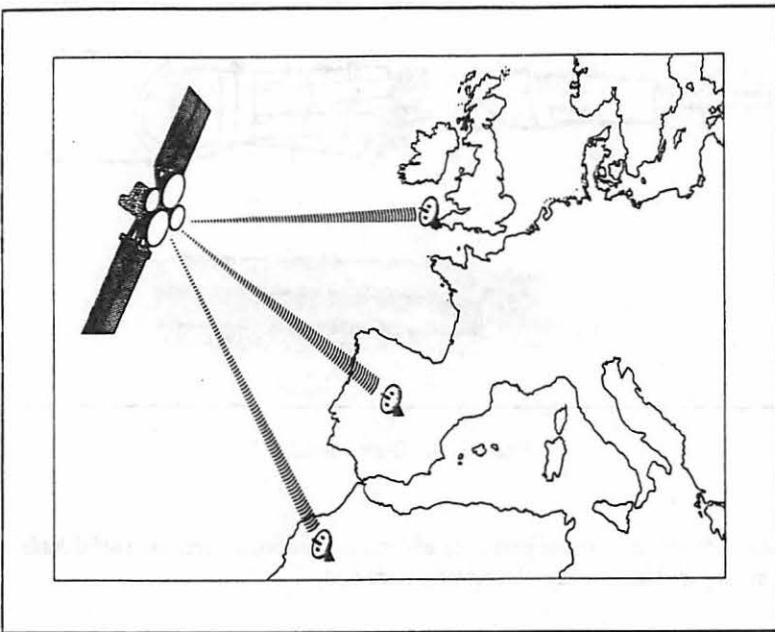


Figura 8.16. Transmisión vía satélite.

• Fibra óptica. Se utiliza como medio físico la fibra de vidrio y como señal la luz, normalmente emitida mediante un proyector de rayos láser, lográndose alcanzar grandes distancias sin apenas pérdidas. Tiene la ventaja de que la comunicación no es afectada por el ruido y las radiaciones, y entre sus inconvenientes figura su elevado coste y que las conexiones requieren un complejo proceso de soldadura (Figura 8.17).

8.5 PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

Para posibilitar la interconexión de diferentes equipos informáticos a través de las distintas redes de comunicaciones, obteniéndose lo que se denomina *sistemas abiertos*, ha sido necesario establecer una serie de convenciones que afectan a los requerimientos físicos y a los procedimientos a seguir. Para ello, diversos organismos internacionales se han encargado de dictar las normas necesarias, principalmente la ISO (*International Standard Organization*) a escala mundial y el CCITT (*Consultive Committee for International Telephone and Telegraph*) en el ámbito europeo.

Antes de sus normalizaciones, cada fabricante establecía sus propias normas o protocolos, lo que impedía la comunicación entre equipos de diferentes fabricantes y el uso de redes ajenas.

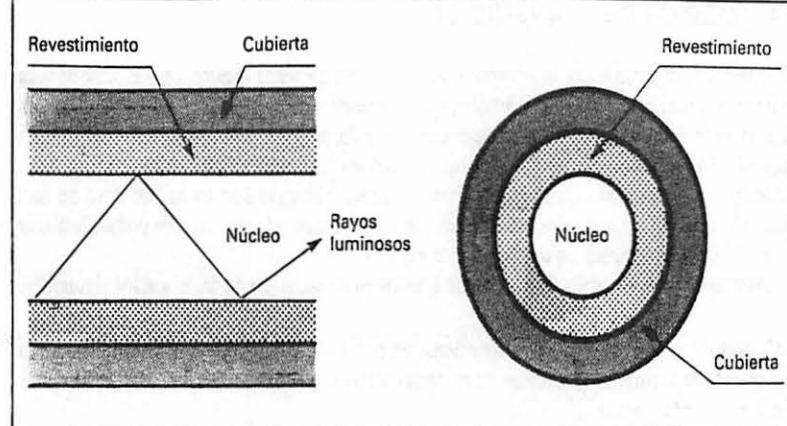


Figura 8.17. Fibra óptica.

Definimos como **protocolo de comunicaciones** al conjunto de normas, convenciones y procedimientos que regulan la comunicación de datos y la compartición de procesos entre diferentes equipos, bien totalmente o bien en alguno de sus aspectos.

Para el establecimiento de las normas, que afectan a gran cantidad de elementos implicados en la comunicación, se ha decidido dividir el problema en otros más pequeños, determinándose una serie de subconjuntos denominados *niveles de la comunicación*. Cada nivel contempla una parte de los elementos afectados. Sus requerimientos y convenciones se abordan de forma independiente, lo que permite que las modificaciones en un nivel no afecten a los restantes.

En general, al conjunto de niveles establecidos junto con sus protocolos se denomina *arquitectura de la red*.

La organización ISO ha definido la normalización de comunicaciones entre equipos informáticos estableciendo en su publicación de 1984, *ISO: Reference Model of Open System Interconnection*, siete niveles en cuanto a su arquitectura (Figura 8.18).

Cada uno de estos niveles trata de dar respuesta a cada uno de los interrogantes que se plantean en la utilización de una red teleinformática. Sirva como ejemplo el siguiente esquema simplificado de ello:

- ¿Qué se desea hacer? Aplicación
- ¿Cómo me entenderá el otro proceso Presentación
- ¿Con quién y cómo se establece la comunicación? Sesión
- ¿Dónde está el otro proceso? Transporte

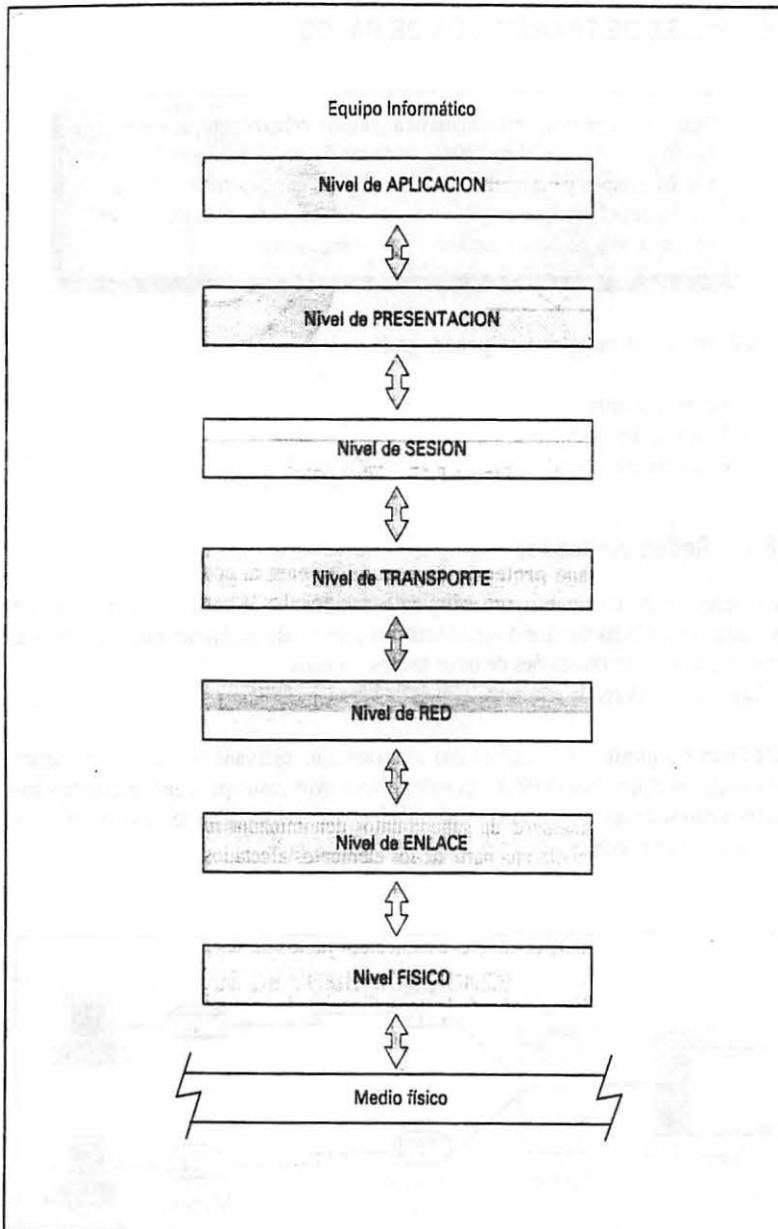


Figura 8.18. Los niveles de la arquitectura ISO.

- ¿Por qué ruta se llega allí? Red
- ¿Cómo ir a través de esa ruta? Enlace
- ¿Cómo se puede conectar al medio físico? Físico

1. Nivel físico. En él se definen los requerimientos de los equipos (unidades centrales y periféricos o *equipos terminales de datos* - ETD) y los módem o ETCD (*equipos terminales del circuito de datos*), así como las características de las señales y de los medios físicos empleados para la interconexión entre unos y otros

La norma V.24 (RS-232-C en la notación estadounidense) define este nivel, siendo el conector por ella definido el de más extendido uso, en el que se dispone de 25 tomas numeradas, correspondiente cada una a un circuito específico con una función determinada (Figura 8.19).

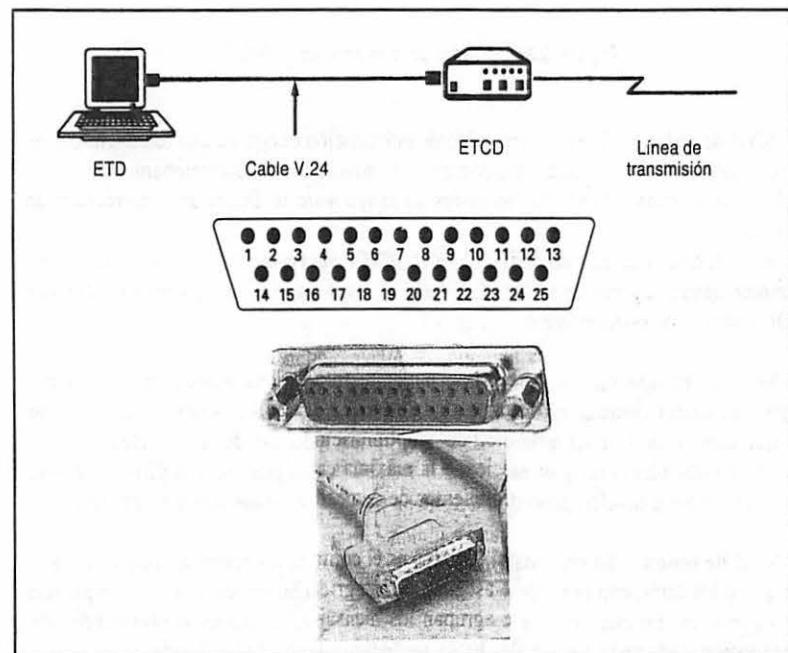


Figura 8.19. Norma V.24 (RS-232-C).

2. Nivel de enlace. Define los medios y procedimientos para el establecimiento, mantenimiento y desconexión de circuitos que permiten el envío de los bloques de información, controlando la correcta transferencia de los datos y articulando los mecanismos necesarios para la detección y corrección de los posibles errores que se pudieran producir.

Para este nivel está definido el protocolo **HDLC** (*High-level Data Link Control*), que opera sobre circuitos de comunicación dúplex y define cada bloque a transmitir, denominado trama, como el conjunto de la información propiamente dicha junto con otras informaciones de control organizadas de acuerdo con el formato presentado en la Figura 8.20.

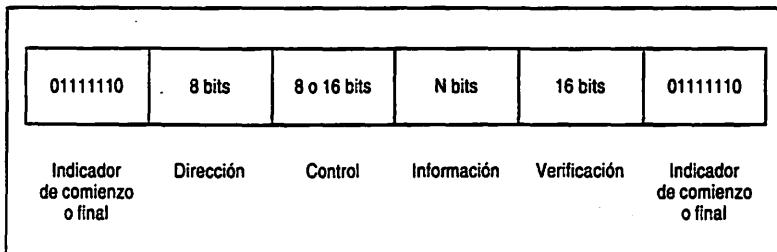


Figura 8.20. Trama para el protocolo HDLC

3. Nivel de red. Define el intercambio de información dentro de una red teleinformática, ocupándose del agrupamiento de tramas en paquetes, del direccionamiento y control de los mismos a través de los nodos de la red y de la detección y corrección de errores.

El protocolo **X.25** ha sido definido por el CCITT para este nivel y los dos anteriores, comprendiendo la recomendación X.21 para el nivel físico y una parte del protocolo HDLC para el nivel de enlace.

4. Nivel de transporte. Se ocupa del agrupamiento de los paquetes de datos en mensajes y su descomposición posterior, de la transferencia de los mismos, relacionándose de esta manera con el nivel inferior, de la optimización del uso de la red, seleccionando las conexiones adecuadas y ofreciendo la máxima calidad posible. Por último incluye, como en los otros niveles, procedimientos de detección y recuperación de errores.

5. Nivel de sesión. Su principal objetivo es el control de las operaciones que se realizan sobre los datos, con el fin de asegurar su integridad con respecto al uso compartido de los mismos. En este nivel se agrupan los mensajes relacionados conformando una transacción, cada una de las cuales ha de ser independiente de las demás.

6. Nivel de presentación. Se ocupa de la organización de las entradas y salidas, definiendo los formatos necesarios de los terminales, los archivos y los trabajos, con el fin de poder ser utilizados por la sesión y por la aplicación del usuario.

7. Nivel de aplicación. Su principal función consiste en el control y supervisión de los procesos de aplicaciones de usuario que necesitan intercomunicarse en algún momento o que están especializados en ello (correo electrónico, transferencia de archivos, etc.).

8.6. REDES DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Denominamos **red teleinformática**, **red de teleproceso** o, generalizando el término, **red de transmisión de datos**, al conjunto formado por los equipos y los medios físicos y lógicos que permiten la comunicación de informaciones y la compartición de procesos entre diferentes usuarios a cualquier distancia que se encuentren.

Podemos clasificarlas en tres grandes grupos:

- Redes dedicadas.
- Redes de área extensa.
- Redes de área local.

8.6.1. Redes dedicadas

Estas redes, también denominadas **redes de uso exclusivo** se caracterizan por que son instaladas o alquiladas por uno o varios usuarios para su uso exclusivo, estando cerradas, por tanto, a las comunicaciones de otros usuarios ajenos.

Las principales son la **red punto a punto** y la **red multipunto**.

- **Red punto a punto.** Consiste en una conexión fija, reservada en exclusividad, entre dos estaciones. Ello tiene el inconveniente de un mayor coste, pero aporta diversas garantías como son mayor seguridad y fiabilidad, y altas velocidades de transmisión, permitiendo comunicaciones síncronas o asíncronas (Figura 8.21).

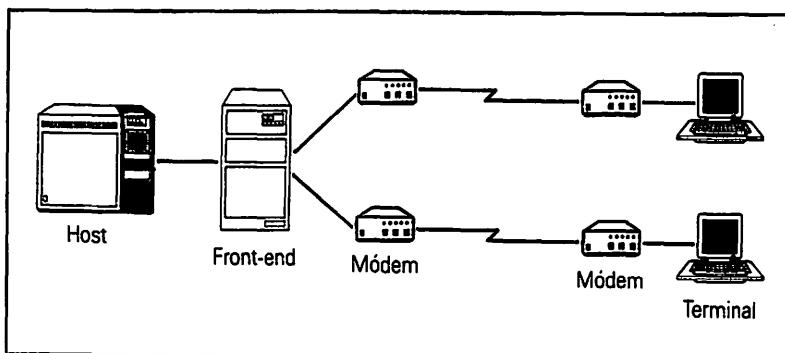


Figura 8.21. Red punto a punto.

Esta es la forma de conexión más utilizada hasta ahora si se desea disponer de las ventajas expuestas. Por ejemplo, un terminal bancario está conectado a su computadora central de esta forma en la mayoría de los casos.

- **Red multipunto.** En ella se conectan varios terminales a una computadora central por medio de una sola línea de teleproceso utilizando para ello un dispositivo denominado concentrador de comunicaciones (Figura 8.22).

Puede suceder que el concentrador no esté ubicado próximo a algunos terminales, con lo cual se tiene una red mixta ya que la parte de la misma comprendida entre el terminal y el concentrador es *punto a punto*.

Se suele utilizar esta red, por ejemplo, en aquellas oficinas bancarias que disponen de varios terminales conectados a una computadora central remota.

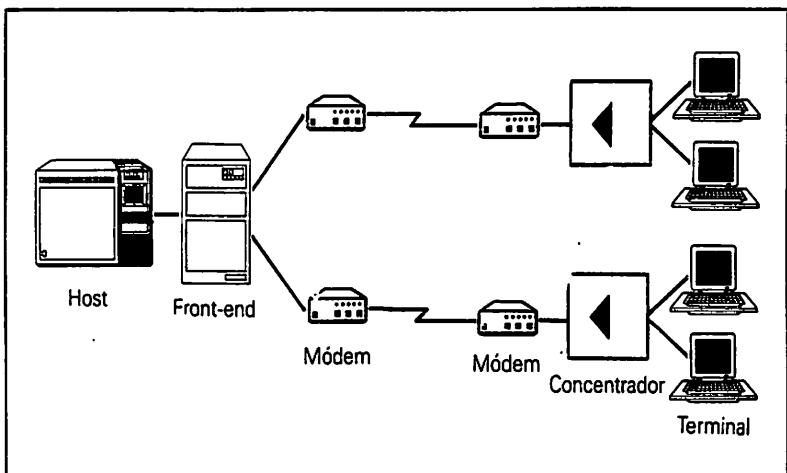


Figura 8.22. Red multipunto.

- **Red multipunto serie.** Es una variación de la anterior en la cual los terminales no se conectan a un concentrador de comunicaciones, sino entre ellos formando un lazo (Figura 8.23).

Otra posibilidad de compartición de redes dedicadas consiste en la utilización de multiplexores (Figura 8.24).

8.6.2. Redes de área extensa

Las redes de área extensa o WAN (*Wide Area Network*) son redes pertenecientes a grandes compañías u organismos oficiales, abiertas a la comunicación de cualquier usuario

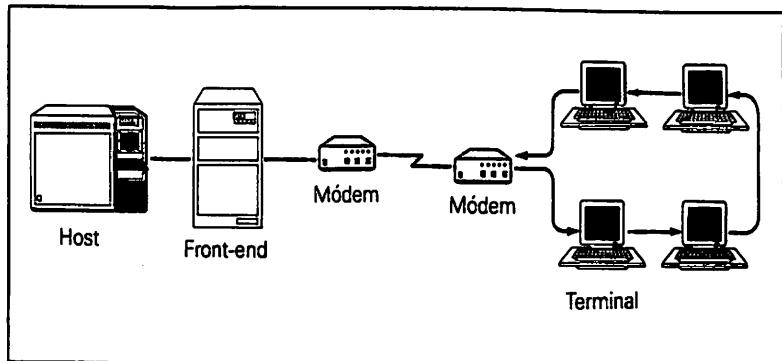


Figura 8.23. Red multipunto serie.

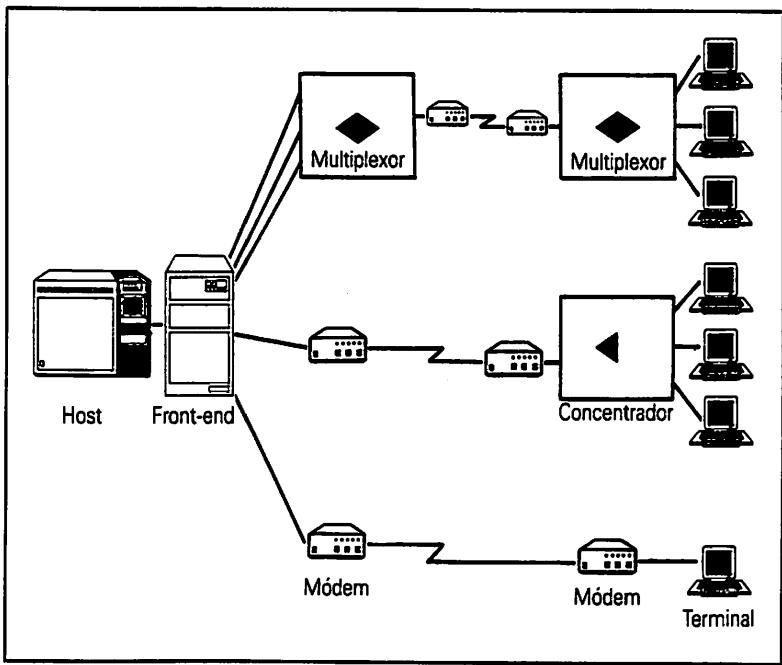


Figura 8.24. Red dedicada.

que se conecte a ellas, normalmente mediante un contrato de alquiler, asignándosele un identificativo que le permite intercambiar información con cualquier otro abonado.

Son redes de este tipo la red télex, la red telefónica comutada y la red Iberpac.

- **Red télex.** Es posiblemente la más antigua de las redes públicas de transmisión de datos y depende de la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones. Permite intercambio de información textual por medio de terminales denominadas *teleimpresoras* o *teletipos*, aunque también se pueden conectar computadoras y otro tipo de terminales para compartir su uso normal con la comunicación a través de la red.

La conexión se realiza por medio de un contrato de abono, al igual que en las otras redes públicas, disponiendo cada usuario de un número de abonado que le identifica frente a los demás usuarios y a la red, tanto para el envío como para la recepción de mensajes.

Tiene la desventaja de una muy lenta velocidad de transmisión (de 50 a 200 bps) y las ventajas de no sufrir interferencias y tener una cobertura internacional.

- **Red telefónica comutada.** También denominada red telefónica básica, depende de la Compañía Telefónica y es la red utilizada en las comunicaciones orales por teléfono. A través de esta red, que transmite señal audible, puede conectarse un usuario, por medio del correspondiente modem, a cualquier otro abonado, identificándose ambos por su número de teléfono.

Entre sus ventajas figuran su amplia cobertura, nacional e internacional, y su precio, en comparación con las redes de uso exclusivo, ya que se factura según la duración de la comunicación al igual que las conferencias telefónicas, y uno de sus inconvenientes es su baja calidad, al ser una red para voz con un ancho de banda inferior a lo deseable. Se utiliza principalmente para comunicaciones esporádicas y de corta duración. Las velocidades de transmisión oscilan de 1200 a 2400 bps.

- **Red Iberpac.** Promovida por las grandes empresas, sobre todo del sector bancario, depende de la Compañía Telefónica y su objetivo es el establecimiento de una red nacional especializada en transmisión de datos, fundamentada en unos grandes nodos de concentración situados en algunas capitales. Se caracteriza por su alta calidad y utiliza la técnica de conmutación de paquetes (Figura 8.25).

Está conectada a las redes públicas citadas en los apartados anteriores y asimismo a las grandes redes internacionales de transmisión de datos: Transpac en Francia, Tymney y Telenet en Estados Unidos, Datapac e Infoswitch en Canadá, etcétera.

8.6.3. Redes locales

Las redes de área local, redes locales o simplemente LAN (*Local Area Network*) son las instaladas en un dominio geográfico limitado, como puede ser el interior de una empresa u organismo, con el objetivo de satisfacer las necesidades informáticas, integrando todos los equipos existentes para aprovechar al máximo sus capacidades de proceso y almacenamiento.

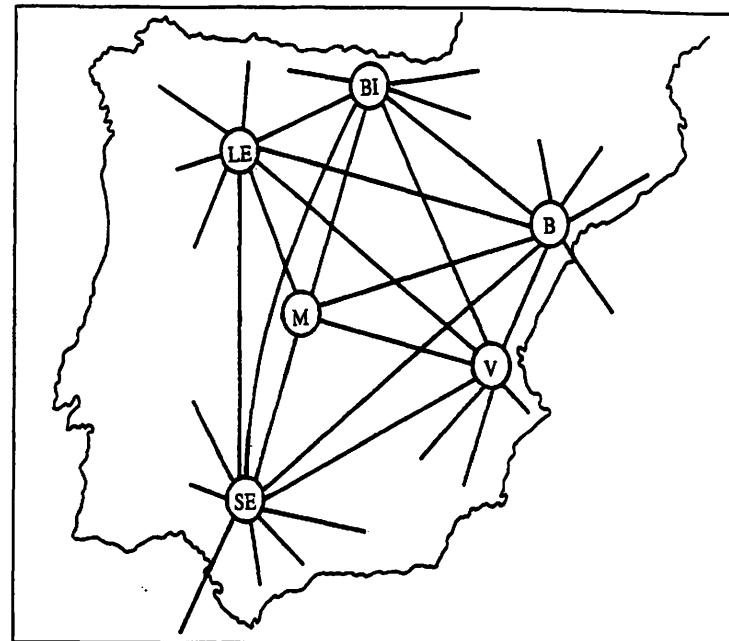


Figura 8.25. Nodos de concentración de la red Iberpac.

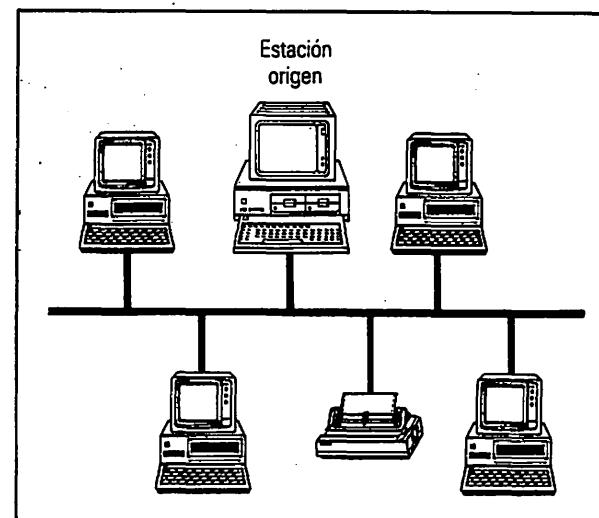


Figura 8.26. Red en bus.

Existe la posibilidad de establecer un punto de enlace con otras redes locales o extensiones, ampliando de esta manera las posibilidades de comunicación de todos los usuarios de la red mediante diferentes conexiones que según sus características pueden ser: puentes (*bridges*), pasarelas (*gateways*) o encaminadores (*routers*).

Denominamos topología de una red a la estructura utilizada en la distribución de los equipos conectados a la misma. Las principales topologías para redes locales son: bus, anillo y estrella.

- **Red en bus.** La comunicación queda establecida de todos a todos por medio de una línea bus que los recorre (Figura 8.26).
- **Red en anillo.** Consiste en un bus cerrado en sus extremos al cual están conectados todos los equipos (Figura 8.27).
- **Red en estrella.** Todos los equipos están conectados mediante líneas independientes a un controlador central encargado de realizar la comutación de comunicaciones y la gestión de los recursos de la red (Figura 8.28).

8.7. MÉTODOS DE ACCESO EN REDES LOCALES

Las redes locales utilizan un canal de comunicación común que conecta sus distintos nodos. Sólo uno de ellos puede transmitir en cada momento, por lo que es necesario

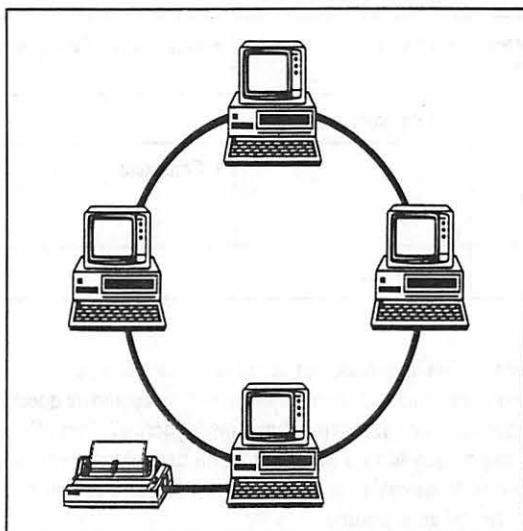


Figura 8.27. Red en anillo.

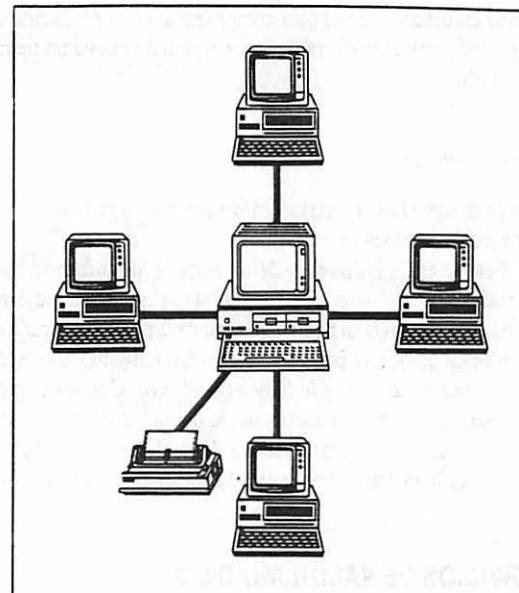


Figura 8.28. Red en estrella.

establecer algún método que permita el mejor aprovechamiento del canal, distribuyendo su utilización de una manera racional.

El factor más característico de una red local es su protocolo de control de acceso al medio. De él dependen los parámetros básicos del funcionamiento de la red como son el rendimiento, la fiabilidad y la gestión de la red.

El estudio de los muy diversos métodos de acceso empleados en redes locales excede el objetivo de esta obra, por lo que nos limitaremos a la presentación de los dos más utilizados: el método CSMA/CD y el de paso de testigo.

■ Método CSMA/CD

Este método, denominado de acceso múltiple con detección de portadora y de colisiones o CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect*), forma parte del grupo de los denominados de *colisión* y *contienda*, es el más perfeccionado de ellos y el más habitual en redes con topología en bus.

El sistema empleado es el siguiente. Cada nodo de la red que desea acceder a la misma, primero escucha para detectar si hay otra transmisión en proceso. Si es así, espera un periodo de tiempo aleatorio antes de volver a intentarlo. Pero puede suceder que dos o más nodos inicien una transmisión a la vez, con lo que se produce una colisión y la señal se deteriora haciéndose irreconocible. Por ello, cada nodo que ha iniciado una

transmisión continúa escuchando la red para comprobar si se ha producido una colisión, en cuyo caso cesa inmediatamente de transmitir y espera de nuevo un tiempo aleatorio hasta volver a intentarlo.

■ Método de paso de testigo

El método de paso de testigo (*Token Pass*) se utiliza sobre todo en redes con topología en anillo y en menor medida en redes en bus.

Consiste este método en la utilización de un paquete de información especial, el testigo, que cada nodo recibe del anterior y retransmite al siguiente, indicándole de este modo que la red está libre. Cuando un nodo desea transmitir ha de esperar a que le llegue el testigo, a continuación coloca su paquete de información junto con la dirección del nodo destinatario y el mismo testigo, y lo transmite a la red. Cuando es recibido por el destinatario, éste, después de copiar su contenido, lo devuelve al emisor con una indicación de que lo ha recibido, y finalmente cuando llega al emisor y éste comprueba la correcta recepción, retira la información y vuelve a poner en circulación el testigo.

8.8. LOS SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO

Son servicios ofrecidos por distintas empresas u organismos a través de las redes de transmisión de datos, caracterizados por las siguientes propiedades:

- Están abiertos a cualquier usuario.
- Permiten conexión de equipos de diferentes características mediante los correspondientes interfaces.
- Proporcionan un buen aprovechamiento de los recursos y una alta rentabilidad al ser utilizados por un gran número de usuarios.
- Son servicios relativamente económicos, estando determinado su coste, principalmente, por el uso que se hace de ellos.

La gama de servicios de valor añadido existentes actualmente viene reflejada en la Tabla 8.1, en la que además figuran las empresas y organismos que se ocupan de la explotación de dichos servicios.

• **Servicio Teletex.** Es un servicio internacional, que en España utiliza como soporte la red Iberpac, cuya función es la transferencia de archivos de texto, formateados en páginas. Los terminales empleados permiten el almacenamiento, la edición y la impresión de los textos.

Este servicio se concibió como una extensión del servicio télex, al cual está conectado, proporcionando mejoras en cuanto a su velocidad de transmisión, corrección de errores producidos y formato de los documentos; no obstante, en la actualidad está en recesión debido a la existencia de mejores alternativas.

Tabla 8.1. Servicios de valor añadido

SERVICIO	EXPLOTADORES	
	Públicos	Privados
Bases de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Administraciones • Universidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones especializadas • Centros bibliográficos y documentales
Videotex	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas o Asociaciones • Entidades Financieras
Transferencia electrónica de fondos (EFT)		<ul style="list-style-type: none"> • Entidades Financieras
Telealarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de Seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Compañías de Seguridad
Audioconferencias	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de Servicios
Videoconferencias	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de Servicios
Intercambio de datos electrónicos (EDI)	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones Comerciales • Entidades Financieras • Fabricación y Distribución
Telefax	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica (terminales liberalizados) 	
Mensajería o correo electrónico	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de Servicios
Ibercom	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	
Redes de comunicaciones móviles		<ul style="list-style-type: none"> • Consorcios
Teletex	<ul style="list-style-type: none"> • Telefónica 	

• **Servicio Telefax.** Está soportado por la red telefónica conmutada, por lo que también posee cobertura internacional. Permite el envío y recepción de documentos, textos, gráficos o imágenes mediante el sistema denominado *facsimil*. Para ello el equipo emisor considera la página que se va a transmitir como una matriz formada por pequeñas cuadrículas, cada una de las cuales es transformada en señal eléctrica para ser convertida en su imagen original en el destino.

Aunque se utilizan en general terminales específicos, también pueden ser sustituidos por computadoras personales que dispongan de una tarjeta y del software adecuado. Con

ellas se obtienen algunas ventajas, como la posibilidad de editar el documento que se desea enviar o almacenar en memoria el que se reciba.

- Servicio Videotex y red Ibertex. Este servicio está concebido para acceder, por medio de terminales de bajo coste, a bases de datos proporcionadas por empresas públicas y privadas. En España es ofrecido por la Compañía Telefónica, denominándose *Ibertex*, y apoyándose en la red telefónica conmutada para la conexión de los terminales de usuario y en la red Iberpac para su enlace con los *centros proveedores de servicio*.

Inicialmente este servicio se pensó para usar los televisores como terminales de visualización, además de los específicos (Figura 8.29), pero la gran difusión y abaratamiento de las computadoras personales ha hecho que se diseñen tarjetas y software para incorporar esta función en ellas.

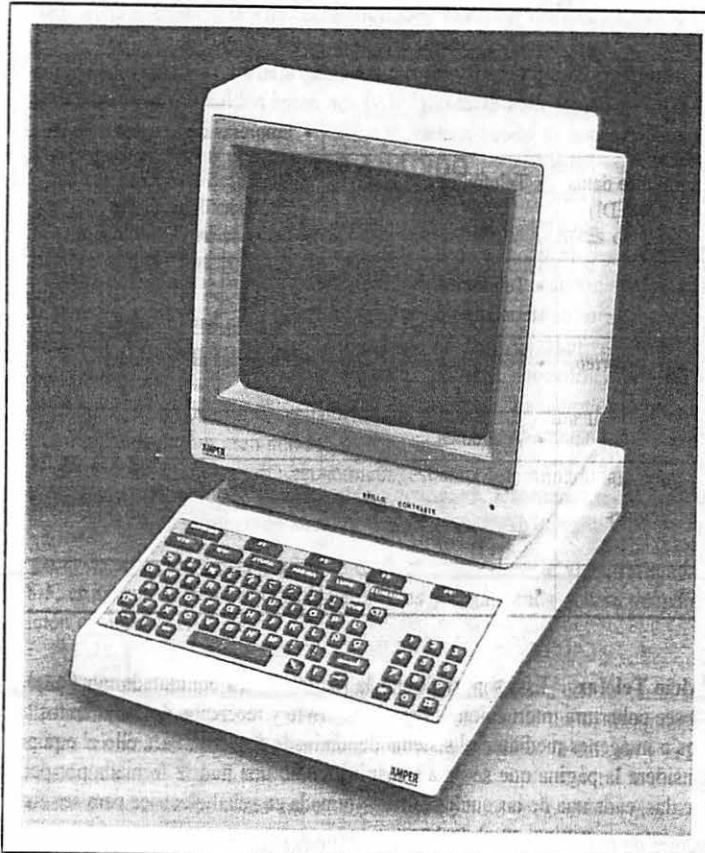


Figura 8.29. Terminal Videotex.

8.9. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

De acuerdo con la definición que da el CCITT, una red digital de servicios integrados (RDSI) es una red evolucionada de la de telefonía integrada digital que, proporcionando una conectividad digital extremo a extremo, da soporte a una amplia gama de servicios a los cuales los usuarios tienen acceso a través de un conjunto limitado de interfaces normalizadas de propósito general.

El objetivo principal de las RDSI es poner a disposición del usuario la capacidad de acceder fácilmente, integrar y compartir información de todo tipo: voz, sonido, texto, imagen, datos y vídeo, sin limitaciones geográficas o tecnológicas.

Los servicios proporcionados por esta red se agrupan en tres categorías: portadores, teleservicios y suplementarios (Figura 8.30).

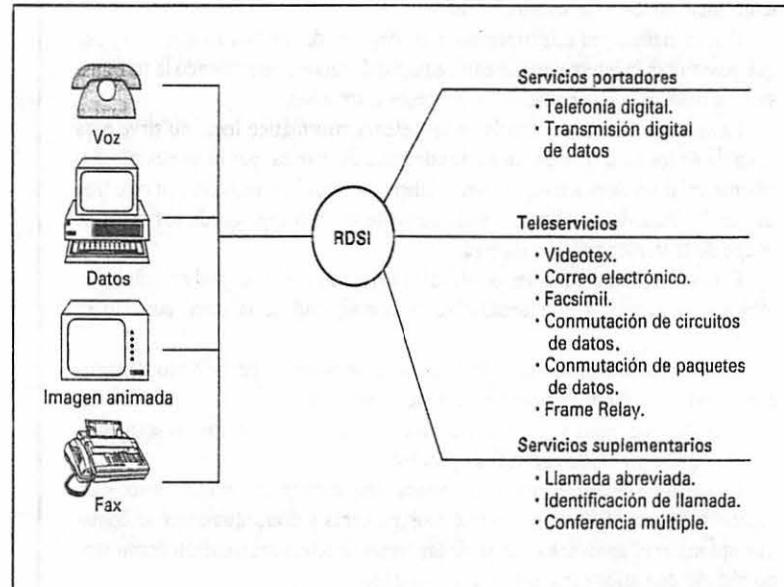


Figura 8.30. Servicios RDSI.

Los servicios portadores son los que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos, los teleservicios comprenden fundamentalmente los servicios de valor añadido, y los servicios suplementarios se ofrecen como complemento a los anteriores y dependientes de ellos.



RESUMEN

La actual sociedad de la información se caracteriza por la importancia que tiene en la misma el poder disponer, manejar y transmitir grandes cantidades de información. Para dar respuesta a esta necesidad se han aunado las técnicas informáticas y de telecomunicaciones dando lugar a una nueva denominada teleinformática.

Un sistema teleinformático es el conjunto de equipos de tratamiento de datos, medios de comunicación y software utilizados para la realización de una determinada aplicación teleinformática.

Un sistema básico consta de una computadora central o *host*, una línea de telecomunicación y un terminal remoto.

Denominamos red teleinformática al conjunto de medios físicos y lógicos que posibilitan la interconexión entre equipos distantes, permitiendo la transmisión de datos y la compartición de procesos entre ellos.

La señal eléctrica que circula en un sistema informático local no sirve para el envío de los datos por una línea de telecomunicaciones, por lo que es necesario intercalar un dispositivo, modem o adaptador, que la transforme en otro tipo de señal adecuada a la línea, y análogamente en la recepción de los datos se ocupe de la transformación inversa.

El módem (modulador-demodulador) convierte la señal digital en señal analógica y viceversa, y el adaptador varía la magnitud de la señal pero no su forma.

Las computadoras centrales utilizan un procesador especializado denominado unidad de control de comunicaciones o procesador *front-end* para el control y gestión de todas sus comunicaciones con equipos remotos, descargando de esta tarea a su unidad central de proceso.

Un canal de comunicación es un enlace simple entre un equipo emisor y un equipo receptor. Mediante el uso de multiplexores y concentradores se consigue optimizar el aprovechamiento de las líneas de telecomunicación permitiendo el flujo de varios canales por una sola línea.

En una red se utiliza siempre transmisión en serie por la complejidad técnica y el coste que supone la transmisión en paralelo.

A efectos de reconocimiento de la señal por el equipo receptor es necesario que éste sepa el momento exacto en que ha de medir la magnitud de la señal. Existen dos modos básicos de transmisión de caracteres: transmisión asíncrona, en la que cada carácter va precedido y seguido de un bit de sincronización (bit de start y bit de stop), y transmisión síncrona en la que los caracteres se envían de forma constante acompañados de una señal de reloj.

Según el flujo de los datos las transmisiones pueden ser simplex (de emisor a receptor), semidúplex (en ambos sentidos alternativamente) y dúplex (en ambos sentidos simultáneamente).

Existe una gran variedad de medios físicos utilizados en la transmisión de datos: cables de pares y cuadretas, cables coaxiales, enlace mediante microondas, enlace vía satélite, fibra óptica, etcétera, utilizándose en cada situación el que proporciona mejores prestaciones en función de su coste y características.

Al conjunto de normas, convenciones y procedimientos que regulan la comunicación entre equipos informáticos distantes se denomina protocolo. La organización ISO ha desarrollado un modelo de referencia estructurado en siete niveles, separando los diferentes aspectos que intervienen en el teleproceso: físico, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

Podemos clasificar las redes teleinformáticas en tres grandes grupos: dedicadas, de área extensa y de área local.

Las redes dedicadas dan servicio en exclusividad a un sistema teleinformático aislado. Las de área extensa (*WAN*) son redes públicas accesibles a cualquier usuario que se abone a ellas, y su ámbito geográfico es prácticamente ilimitado. Las redes locales (*LAN*) tienen un ámbito geográfico reducido, normalmente, a un edificio o recinto limitado.

Los principales métodos de acceso utilizados en redes locales son el CSMA/CD y el de paso de testigo. Su finalidad es solucionar el problema de compartir el canal de comunicación común con el mejor aprovechamiento del mismo.

Los servicios de valor añadido son los ofrecidos por empresas u organismos a través de las redes de telecomunicación a cualquier usuario que lo desee. Entre los más utilizados están el teletex, el telefax y el videotex (Ibertex).

Las redes digitales de servicios integrados (RDSI) son aún una tendencia, pero no tardarán demasiado tiempo en implantarse. Consisten en, tomando como base la red telefónica integrada digital, poner a disposición del usuario la capacidad de acceder fácilmente, integrar y compartir todo tipo de información (voz, sonido, texto, imagen, datos y video) sin limitaciones geográficas o tecnológicas.

LISTA

DE TÉRMINOS

Adaptador

Ancho de banda

Arquitectura de red

Baudio

Bit de *start*

Bit de *stop*

Bits por segundo (bps)

Bloque

Cables coaxiales

Cables de cuadretas



Cables de pares
Canal de comunicación
Caracteres por segundo (cps)
CCITT
Círculo de comunicación
Computadora central
Concentrador
Dúplex
Emisor
Encaminadores
Facsimil
Fibra óptica
<i>Front-end</i>
<i>Full-duplex</i>
<i>Half-duplex</i>
<i>Host</i>
Ibertex
ISO
Línea de telecomunicación
Mensaje
Método CSMA/CD
Método de acceso
Método de paso de testigo
Microondas
Módem
Multiplexor
Nivel de aplicación
Nivel de enlace
Nivel de presentación
Nivel de red
Nivel de sesión
Nivel de transporte
Nivel físico
Norma V.24
Paquete
Pasarelas
Protocolo de comunicaciones
Protocolo HDLC
Protocolo X.25
Puentes
RDSI
Receptor
Red de área extensa

- Red de área local
- Red de telecomunicación
- Red de teleproceso
- Red de transmisión de datos
- Red dedicada
- Red digital de servicios integrados
- Red en anillo
- Red en bus
- Red en estrella
- Red Iberpac
- Red multipunto
- Red multipunto serie
- Red punto a punto
- Red telefónica comutada
- Red teleinformática
- Red télex
- Semidúplex
- Señal analógica
- Señal digital
- Servicios de valor añadido
- Servicios portadores
- Servicios suplementarios
- Símplex
- Sincronización
- Sistema teleinformático
- Sistemas abiertos
- Telecomunicaciones
- Telefax
- Teleimpresora
- Teleinformática
- Telemática
- Teleproceso
- Teleservicios
- Teletex
- Teletipo
- Terminal
- Terminal remoto
- Topología
- Trama
- Transacción
- Transmisión asíncrona
- Transmisión de datos
- Transmisión en paralelo

- Transmisión en serie
- Transmisión multinivel
- Transmisión síncrona
- Unidad de control de comunicaciones

Velocidad de transmisión
Vía satélite
Videotex

CUESTIONES



1. ¿Cuáles son los principales problemas que plantea la instalación de un sistema teleinformático?
 2. ¿Qué es un módem?
 3. ¿Cómo se denomina al medio físico empleado para la transmisión de datos a distancia?
 4. ¿Qué dispositivo se encarga de gestionar la comunicación entre una computadora y sus terminales remotos?
 5. ¿En qué se diferencia un multiplexor de un concentrador?
 6. ¿Cómo se denominan los bits que delimitan un octeto transmitido de forma asíncrona?
 7. ¿Cuál es el modo de transmisión más rápido?
 8. ¿En qué consiste la transmisión full-duplex?
 9. ¿Cuál es el modo de transmisión según el flujo de datos más costoso y el más económico?
 10. ¿Qué ventaja presenta el cable coaxial frente a los cables de pares y cuadretes?
 11. ¿Cuál es el medio de transmisión del enlace por microondas?
 12. ¿Cuál es la misión de un satélite artificial en teleproceso?
 13. ¿Qué tipo de señal se envía por fibra óptica?
 14. ¿Qué es un protocolo de comunicaciones?
 15. ¿Cuáles son las principales redes públicas de transmisión de datos en España?
 16. ¿Cómo se clasifican las redes locales de transmisión de datos?
 17. ¿Cuáles son los principales métodos de acceso en redes locales?

TEST DE REPASO

1. El tipo de señal eléctrica representada mediante ondas sinusoidales se denomina:
 - a) Señal digital.
 - b) Señal ondular.
 - c) Señal analógica.
 - d) Señal discreta.

2. Los equipos convertidores de señal que varían la magnitud de la misma pero no su forma son:
 - a) Los modems.
 - b) Los adaptadores.
 - c) Los *front-end*.
 - d) Ninguno de los anteriores.

3. El equipo especializado en la gestión de las comunicaciones es:
 - a) La computadora.
 - b) El procesador de entrada/salida
 - c) El gestor de transmisiones.
 - d) El procesador *front-end*.

4. Al enlace que se establece entre un equipo emisor y un equipo receptor, que permite transmisión en un único sentido se le denomina:
 - a) Multiplexor.
 - b) Enlace de datos.
 - c) Canal de comunicación.
 - d) Circuito de comunicación.

5. La medida de la velocidad de transmisión coincide en baudios y bits por segundo en el caso de que:
 - a) Se use transmisión síncrona.
 - b) Se utilicen dos estados de señal.
 - c) Se utilice transmisión simplex.
 - d) Se utilice transmisión dúplex.

6. Utilizando una misma línea de telecomunicación, el modo de transmisión que consigue mayor velocidad es:
 - a) Simplex.
 - b) Semi-dúplex.
 - c) Dúplex.
 - d) Es indiferente.

7. El cable utilizado en transmisión de datos más inmune a las interferencias es:
 - a) Cable de pares.
 - b) Cable de cuadretes.
 - c) Cable coaxial.
 - d) Cable óptico.

8. Dentro del modelo de referencia ISO, la norma V.24 define el nivel:
 - a) Físico.
 - b) De enlace.
 - c) De red.
 - d) Todos ellos.

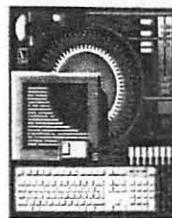
9. La red multipunto se clasifica como:
 - a) Local.
 - b) Pública.
 - c) Dedicada.
 - d) Extensa.

10. La red pública que utiliza la técnica de conmutación de paquetes es:
 - a) Telefónica conmutada.
 - b) Télex.
 - c) Iberpac.
 - d) Ninguna de las anteriores.

11. La topología de red en que todos los equipos se conectan a uno central se denomina:
 - a) Bus.
 - b) Anillo.
 - c) Estrella.
 - d) Centralizada.

12. El servicio de valor añadido que proporciona acceso a diversas bases de datos es:

- a) Teletex.
- b) Telefax.
- c) Videotex.
- d) Teledata.



CAPÍTULO 9

Organización de los servicios informáticos

9.1. INTRODUCCIÓN

La realización de trabajos utilizando los medios informáticos de una empresa requiere una cierta organización y destreza relativa tanto a los equipos, donde incluimos los físicos y los lógicos, como al personal encargado de su realización.

Se puede utilizar, en este sentido, una frase típica en todo entorno empresarial que dice lo siguiente:

De una buena organización depende la consecución de los objetivos fijados en una empresa, asegurando el óptimo aprovechamiento de los recursos disponibles.

9.2 CENTRO DE PROCESO DE DATOS

La utilización de los recursos informáticos en una empresa puede alcanzar un volumen lo suficientemente grande como para que sea necesaria la existencia de un Departamento de Informática o Centro de Proceso de Datos encargado de centralizar todas las tareas que requieran el uso de un sistema informático.

En ocasiones, los servicios informáticos que necesita una empresa son contratados o alquilados a otra empresa ajena especializada en la prestación de estos servicios. Este tipo de empresas reciben el nombre de empresas de servicios informáticos.

En general, el lugar donde se ubican los equipos informáticos de una empresa se denomina Centro de Proceso de Datos y podemos definirlo de la siguiente manera:

Un Centro de Proceso de Datos (CPD) es el conjunto de recursos físicos, lógicos y humanos necesarios para la organización, realización y control de las actividades informáticas de una empresa.

Actualmente, podemos encontrar diversos nombres referidos al Centro de Proceso de Datos, como pueden ser Departamento de Informática, Departamento de Proceso de Datos, Centro de Informática, Sala de Computadoras, e incluso la denominación más extendida en centros de enseñanza, Centro de Cálculo. En realidad, todas ellas agrupan el conjunto de equipos físicos y lógicos, las personas y la organización para el desarrollo de las actividades informáticas en la empresa o ámbito correspondiente.

La Figura 9.1 nos muestra una imagen de un Centro de Proceso de Datos donde podemos observar una computadora central y a varias personas trabajando para el control de equipos y procesos.



Figura 9.1. Centro de Proceso de Datos.

9.2.1. Funciones de un Centro de Proceso de Datos

Dentro de una empresa, el Centro de Proceso de Datos cumple diversas funciones que justifican los puestos de trabajo establecidos que existen en él. Estas funciones son las siguientes:

- Desarrollo de sistemas informáticos.
- Explotación de sistemas o aplicaciones.
- Soporte técnico a usuarios.
- Gestión y administración del propio Centro de Proceso de Datos.

Un sistema informático, como se definió en el Capítulo 1, es el conjunto de elementos necesarios para la realización de aplicaciones. Se trata del conjunto de programas, junto con el equipo físico, que operan sobre unos datos de entrada para producir la salida deseada en cualquier problema empresarial.

El desarrollo de un sistema informático se compone del estudio y análisis del sistema actual y el que se pretende crear, el diseño de todos sus detalles y elementos, el diseño y la programación de todos sus algoritmos, las pruebas de buen funcionamiento de los mismos, la implantación del sistema en la computadora donde va a realizar su trabajo y, por último, la evaluación del sistema y su mantenimiento.

La explotación u operación de un sistema informático o aplicación informática consiste en la utilización y aprovechamiento del sistema desarrollado. Consta de previsión de fechas de realización de trabajos, operación general del sistema, control y manejo de soportes, seguridad del sistema, supervisión de trabajos, etc.

El soporte técnico, tanto para los usuarios como para el propio sistema, se ocupa de seleccionar, instalar y mantener el sistema operativo adecuado, del diseño y control de la estructura de la base de datos, la gestión de los equipos de teleproceso, el estudio y evaluación de las necesidades y rendimientos del sistema y, por último, la ayuda directa a usuarios.

Finalmente, las funciones de gestión y administración de un Centro de Proceso de Datos engloban operaciones de supervisión, planificación y control de proyectos, seguridad general de las instalaciones y equipos, gestión financiera y gestión de los propios recursos humanos.

9.2.2. Localización del Centro de Proceso de Datos

La ubicación física e instalación de un Centro de Proceso de Datos en una empresa depende de muchos factores, entre los que podemos citar: el tamaño de la empresa, el servicio que se pretende obtener, las disponibilidades de espacio físico existente o proyectado, etc. Generalmente, la instalación física de un Centro de Proceso de Datos exige tener en cuenta los siguientes puntos:

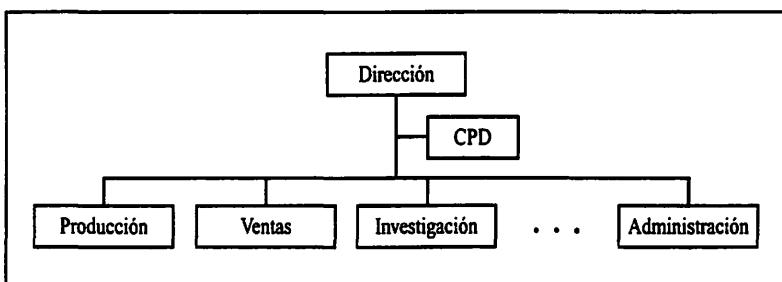
- **Local físico.** Donde se analizará el espacio disponible, el acceso de equipos y personal, instalaciones de suministro eléctrico, acondicionamiento térmico y elementos de seguridad disponibles.
- **Espacio y movilidad.** Características de las salas, altura, anchura, posición de las columnas, posibilidades de movilidad de los equipos, suelo móvil o falso suelo, etc.
- **Iluminación.** El sistema de iluminación debe ser apropiado para evitar reflejos en las pantallas, falta de luz en determinados puntos, y se evitará la incidencia directa del sol sobre los equipos.

- **Tratamiento acústico.** Los equipos ruidosos como las impresoras con impacto, equipos de aire acondicionado o equipos sujetos a una gran vibración, deben estar en zonas donde tanto el ruido como la vibración se encuentren amortiguados.
- **Seguridad física del local.** Se estudiará el sistema contra incendios, teniendo en cuenta que los materiales sean incombustibles (pintura de las paredes, suelo, techo, mesas, estanterías, etc.). También se estudiará la protección contra inundaciones y otros peligros físicos que puedan afectar a la instalación.
- **Suministro eléctrico.** El suministro eléctrico a un Centro de Proceso de Datos, y en particular la alimentación de los equipos, debe hacerse con unas condiciones especiales, como la utilización de una línea independiente del resto de la instalación para evitar interferencias, con elementos de protección y seguridad específicos y en muchos casos con sistemas de alimentación ininterrumpida (equipos electrógenos, instalación de baterías, etc.).

Por otra parte, desde el punto de vista funcional, el Centro de Proceso de Datos se ubica, dentro del organigrama de una empresa, de cuatro posibles formas diferentes:

- **Dependiente de la dirección de la empresa.** En esta ubicación, el Centro de Proceso de Datos es gestionado directamente por la dirección y a través de ésta presta servicio a los diferentes departamentos. Posiblemente fue la primera ubicación que existió cuando los equipos y sus necesidades de instalación y personal resultaban muy costosos. Actualmente no se presenta mucho este tipo de enclave, que aparece representado en el Esquema 9.1.

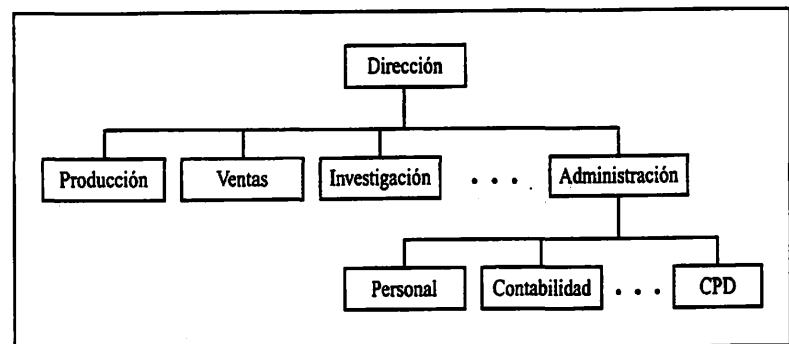
Esquema 9.1. Ubicación dependiente de la dirección



- **Dependiente del departamento de administración o financiero.** Como la mayor parte de las necesidades informáticas de una empresa se dan en el departamento de administración o en el departamento financiero, desde que el uso de las computadoras se extendió a la gestión de las empresas, suele ser ésta una ubicación bastante usual. En este caso, el resto de departamentos recibe el servicio informático a través del departamento

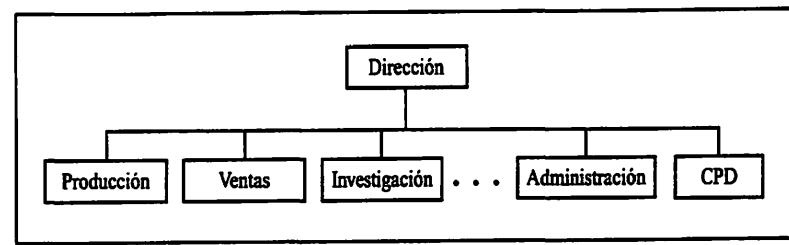
de administración o financiero. El Esquema 9.2 representa la ubicación del Centro de Proceso de Datos dependiente del departamento de administración.

Esquema 9.2. Ubicación dependiente del departamento de administración



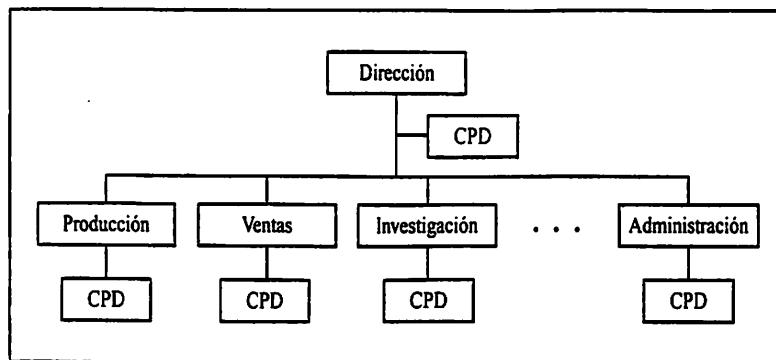
- **Ubicación independiente.** En este caso, el Centro de Proceso de Datos se constituye en un departamento más de la empresa, cuyo objetivo es prestar sus servicios al resto de departamentos. En el Esquema 9.3 vemos que el Centro de Proceso de Datos se encuentra como un departamento más en el organigrama de una empresa.

Esquema 9.3. Ubicación independiente



- **Ubicación descentralizada o distribuida.** Debido a la gran aceptación que ha tenido recientemente lo que se denomina proceso distribuido, al gran desarrollo de la microinformática y, por último, al grado de conectividad actual de los equipos, aparece en muchas empresas una ubicación donde no existe el Centro de Proceso de Datos como tal, sino que está constituido por diferentes secciones asignadas a cada uno de los diferentes departamentos, según sus propias necesidades. El Esquema 9.4 nos muestra este tipo de ubicación.

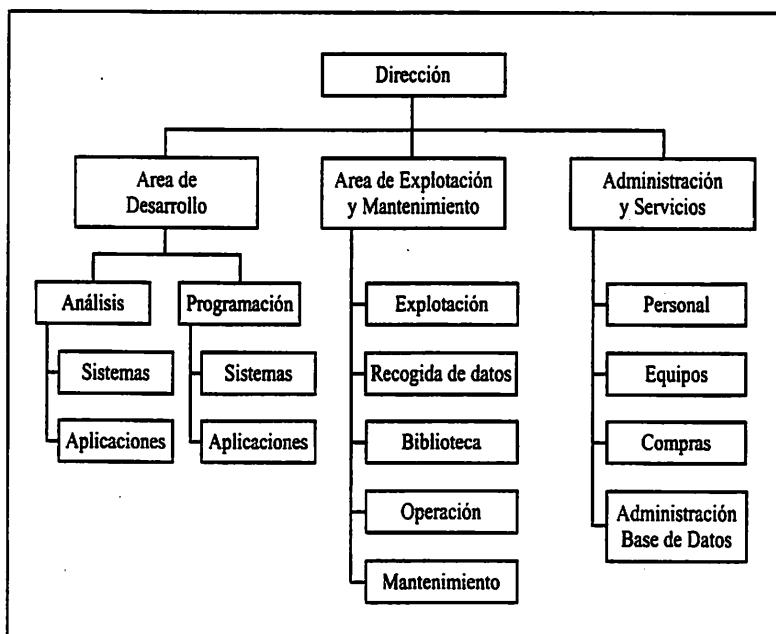
Esquema 9.4. Ubicación descentralizada o distribuida



9.2.3. Organización de un Centro de Proceso de Datos

No existe un modelo único de organización de un Centro de Proceso de Datos. Éste se estructura de muy diversas maneras, según su tamaño, su ubicación funcional y el tipo de aplicaciones o trabajos que desarrolle.

Esquema 9.5. Organigrama funcional de un Centro de Proceso de Datos



La organización más usual que podemos encontrar en un Centro de Proceso de Datos desde el punto de vista funcional es la representada en el Esquema 9.5.

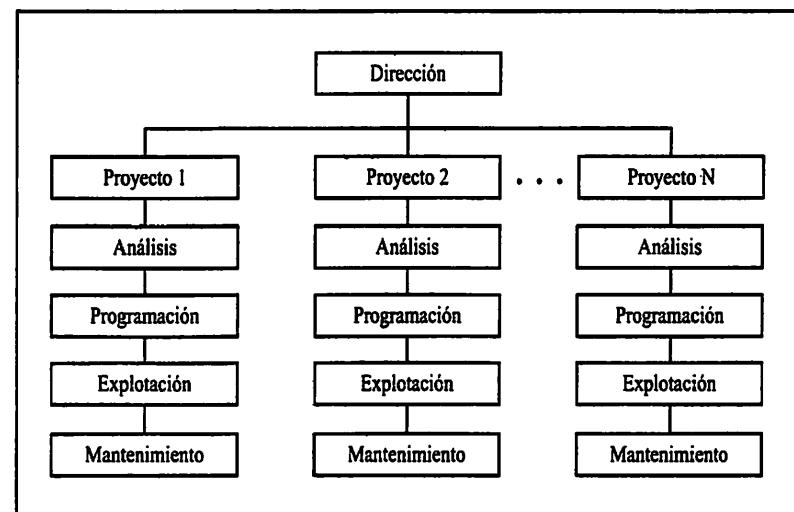
La sección de análisis y programación se encarga del desarrollo de aplicaciones tanto para el sistema como para usuarios finales. Esta sección en ocasiones también recibe el nombre de sección de estudios o desarrollo de proyectos.

La sección de explotación y mantenimiento se encarga de planificar, organizar, dirigir y controlar el funcionamiento de los equipos, la ejecución de los procesos, la recogida de datos, el tratamiento teleinformático y el mantenimiento de los equipos y aplicaciones existentes.

La sección de administración y servicios tiene como funciones el control de todo lo relativo al personal, presupuestos, distribución y asignación de equipos, compra y suministro de materiales, etc.

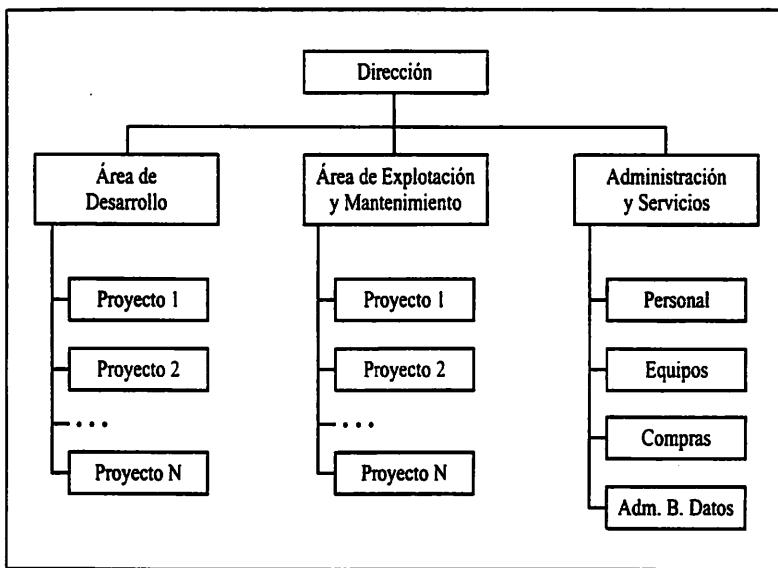
Otra organización bastante extendida es la que se basa en la separación de equipos, personal y funciones por proyectos, cada uno de ellos dirigidos a un área de la empresa o a una necesidad concreta. Cada proyecto agrupa a un determinado número de especialistas coordinados por un jefe de proyectos. La organización por proyectos se encuentra representada en el Esquema 9.6.

Esquema 9.6. Organigrama por proyectos



En fin, existe una organización recientemente aparecida que incluye las dos anteriores de manera simultánea; es decir, sobre un esquema de organización funcional aparece una organización por proyectos. Este tipo de organización se denomina matricial y se encuentra representado en el Esquema 9.7.

Esquema 9.7. Organigrama matricial



9.3. SISTEMA INFORMÁTICO

El término sistema se aplica generalmente al conjunto de acciones, personal y procedimientos relacionados con el desempeño de una tarea. De manera similar, un sistema o aplicación informática es el conjunto de personas, máquinas y procedimientos que se utilizan para llevar a cabo una tarea informática o de proceso de datos.

Son sistemas informáticos típicos de las aplicaciones de gestión los sistemas de gestión comercial, de control de almacenes, de ventas, nóminas, gestión de personal, etc.

9.3.1. Ciclo de vida de un sistema informático

Se denomina ciclo de vida de un sistema o aplicación informática al periodo comprendido desde el planteamiento de un problema o tarea que hay que realizar, incluyendo su resolución y ejecución por medios informáticos, hasta que deja de tener validez bien por la creación de un nuevo sistema más actualizado que lo sustituya o por la terminación de la tarea que el propio sistema desempeña. Podemos adoptar como definición del ciclo de vida la siguiente:

Ciclo de vida de un sistema informático es el conjunto de fases que ocurren desde que se plantea un determinado problema a informatizar, hasta que este sistema deja de tener utilidad.

En general, el ciclo de vida de un sistema informático se compone de las siguientes fases según el *método clásico*:

■ Fase de análisis

En ella se estudia el problema en todos sus aspectos hasta tener construida una solución del mismo en la computadora. Esta fase se divide en las siguientes subfases:

- Análisis previo.
- Análisis funcional.
- Análisis orgánico.
- Programación.

■ Fase de instalación y explotación

En ella se implanta el sistema en la computadora realizando las pruebas necesarias para la comprobación de su correcto funcionamiento, pasando posteriormente a la ejecución o explotación normal del sistema. Su composición es la siguiente:

- Pruebas del sistema.
- Implementación.
- Explotación.
- Mantenimiento.

En cada una de estas fases se confeccionan diversos informes escritos que sirven de enlace entre ellas y globalmente de documentación del sistema. Entre los informes figuran el esquema director en el análisis previo, el análisis funcional, el análisis orgánico, el cuaderno de carga, el manual de usuario, los códigos fuente y el cuaderno de mantenimiento.

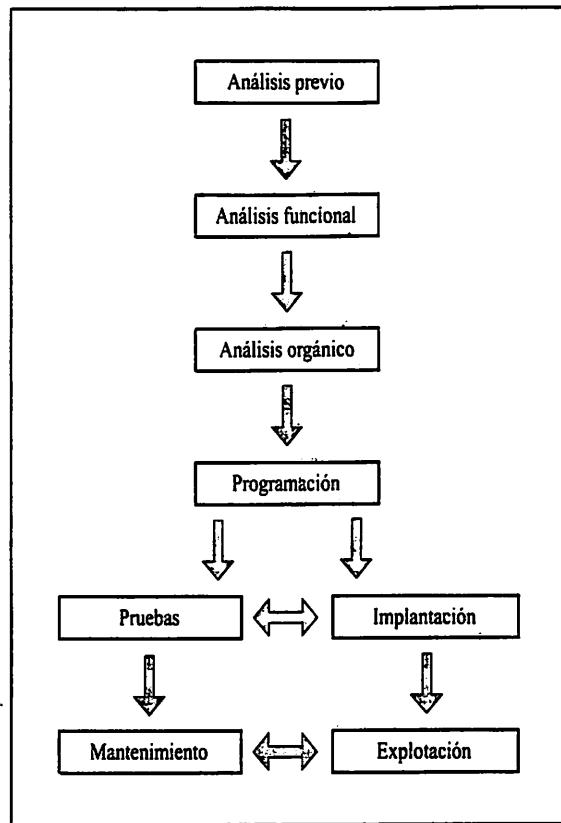
El Esquema 9.8 nos muestra el desarrollo de las fases del ciclo de vida de un sistema o aplicación informática.

• **Análisis previo.** El objetivo del análisis previo es obtener una visión aproximada de la aplicación que hay que desarrollar, la estimación de su coste, los plazos de desarrollo, sus posibles alternativas y los recursos que se van a utilizar.

En dicho análisis se estudia la viabilidad del proyecto, la situación actual, los requerimientos hardware y software y el coste total del proyecto, decidiéndose la realización del mismo o su supresión. El ciclo de vida puede terminarse en este punto en aquellos casos en que la viabilidad del proyecto no aconseje su ejecución o puede quedar en espera de nuevas campañas o asignación de recursos para su activación o desarrollo.

• **Análisis funcional.** Una vez decidida la viabilidad del proyecto, comienza la construcción teórica del sistema configurando y describiendo todas sus funciones. En este análisis se determinan las necesidades del usuario con el fin de diseñar una solución que las satisfaga.

Esquema 9.8. Ciclo de vida de un sistema informático



El análisis funcional se compone del estudio de los métodos y equipos que se deben utilizar, los lenguajes y herramientas de programación, el diseño de los procesos, el diseño de los datos de entrada y salida (registros, archivos, documentos), así como los soportes en los que van a sustentarse los mismos.

- **Análisis orgánico.** Podemos considerar este análisis como la realización práctica y detallada del anterior, siendo el encargado de conectar el análisis funcional con la programación y teniendo en cuenta los equipos físicos y lógicos que van a sustentar el sistema.

En este análisis se realiza el diseño completo de la solución informática, se establecen las cadenas de tratamiento o uniones entre los distintos módulos y se especifican sus soluciones algorítmicas.

- **Programación.** Con la programación de los algoritmos en su correspondiente lenguaje de programación se implementa el análisis orgánico, convirtiendo sus especificaciones en conjuntos de instrucciones capaces de desarrollar trabajo.

Consta de la definición de la lógica del tratamiento de cada módulo o programa, escritura del pseudocódigo o dibujo del diagrama correspondiente a cada uno de ellos, la codificación en el lenguaje, su traducción a lenguaje máquina y la prueba de los diferentes módulos, unidades de tratamiento y cadenas que componen la aplicación.

- **Pruebas del sistema.** Las pruebas del sistema consisten en la verificación del correcto funcionamiento global del sistema, que se desarrolla conjuntamente con la implantación. Los juegos de ensayo a que se somete la aplicación deben ser diseñados en el análisis funcional por expertos (analistas y usuarios) para tratar de averiguar y corregir los posibles fallos del sistema.

- **Implantación.** La implantación del sistema se realiza en paralelo con las pruebas, con el objetivo final de dejar el sistema listo para su explotación por parte del usuario.

Se recibe toda la documentación necesaria del grupo de análisis y programación para con ella y el resultado de las pruebas, llevar a cabo la aceptación del sistema y hacerse cargo de su explotación en el plazo más breve posible.

- **Explotación.** Terminadas las pruebas del sistema y su implantación, éste se incorpora al plan de explotación, que consiste en la ejecución de los procesos para los que fue creado.

Otros trabajos correspondientes a este periodo son la realización de copias de seguridad, controles, planificación general, preparación de listados, etc.

- **Mantenimiento.** Tiene como objetivo garantizar el correcto funcionamiento del sistema durante el tiempo que dure su explotación. Para ello, lo mantendrá actualizado incorporando las posibles modificaciones que surjan en la evolución natural del propio sistema en lo referente al entorno, la legislación, la organización de la empresa o las propias necesidades cambiantes de los usuarios. Por otra parte, en un sistema informático aparecen errores con el tiempo, que se subsanan a medida que son detectados en este periodo.

A consecuencia de los sucesivos cambios que se introducen en el sistema, éste se degrada, por lo que es aconsejable la revisión a fondo y su reorganización cada cierto periodo de tiempo, variable según el tipo de aplicación.

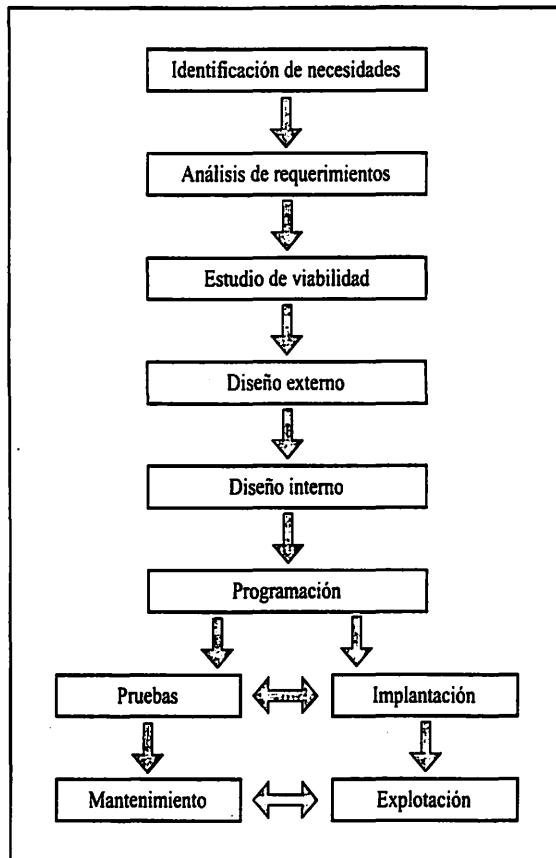
Actualmente se está utilizando, cada día más, una nueva forma de llevar a cabo el ciclo de vida de un sistema, que consiste en desarrollar los siguientes puntos:

- Identificación de necesidades.
- Análisis de requerimientos.
- Estudio de viabilidad.
- Diseño externo.
- Diseño interno.

- Programación.
- Pruebas del sistema.
- Implantación.
- Explotación y mantenimiento.

Esta nueva forma de gestionar un proyecto informático o de desarrollar un sistema aparece representada en el Esquema 9.9.

Esquema 9.9. Gestión y desarrollo de un proyecto o sistema informático



- **Identificación de necesidades.** Se trata de una actividad que lleva a cabo el usuario como petición al departamento de desarrollo, consignando las pautas generales y necesidades del proyecto o sistema que se pretende realizar. Estas pautas contienen una visión

del sistema actual, el entorno, antecedentes y restricciones, etc. Esta fase reúne al usuario junto al jefe de desarrollo y al que pueda actuar como jefe del proyecto.

- **Análisis de requerimientos.** Se trata de adquirir un conocimiento suficiente sobre el sistema y sus necesidades comunicando al usuario la visión del sistema desde el punto de vista informático para su aprobación.
- **Estudio de viabilidad.** En esta fase se trata de definir el proceso para la realización del sistema contrastando las necesidades físicas, técnicas, económicas y los recursos humanos que serán necesarios. En este punto se producirá la aceptación final por parte del usuario o la paralización del proyecto.
- **Diseño externo del sistema.** En esta fase se diseña el sistema de manera teórica definiendo todas sus funciones y elementos, de forma similar a como se hace en el análisis funcional por el método clásico. Se estudian los equipos, procesos, lenguajes, entradas, salidas, archivos, etc.
- **Diseño interno del sistema.** Al igual que en el análisis orgánico, el diseño interno define los programas, módulos y cadenas de tratamiento junto con sus relaciones. En cada uno de ellos aparece su solución algorítmica.
- **Programación.** En esta fase se codifican los algoritmos en su correspondiente lenguaje de programación, convirtiendo sus especificaciones en conjuntos de instrucciones capaces de desarrollar trabajo. Se realiza la definición de la lógica del tratamiento de cada módulo o programa, se escribe el pseudocódigo o dibuja el diagrama correspondiente a cada uno de ellos y se codifican en el lenguaje, siendo posteriormente traducidos a lenguaje máquina.
- **Pruebas del sistema.** Una vez codificados los módulos o programas, se someten a un conjunto de pruebas con juegos de ensayo definidos en el diseño interno para conseguir que todo el sistema quede listo para su utilización. Los posibles errores que aparecen en esta fase serán arreglados volviendo a procesar las pruebas de conjunto correspondientes.
- **Implantación.** Una vez comprobado el correcto funcionamiento del sistema, se procede a su implantación en el equipo físico donde se realizará su explotación. Se adjunta toda la documentación necesaria, como el manual de usuario o cuaderno de mantenimiento, y se inicializa el sistema con la carga inicial de los correspondientes archivos. En esta fase se forma al personal encargado de la explotación del sistema.
- **Ejplotación y mantenimiento.** Una vez instalado el sistema en el equipo correspondiente se procede a su ejecución periódica para que realice el trabajo para el que ha sido diseñado. Al mismo tiempo se realiza el mantenimiento, que, como ya hemos dicho, consiste en la detección y arreglo de los errores que puedan aparecer, así como la adaptación del sistema a nuevas situaciones que se presenten con el paso del tiempo.

9.4. EL PERSONAL INFORMÁTICO

En un Centro de Proceso de Datos existen diversos puestos de trabajo para las distintas áreas y funciones que se realizan en el mismo. La clasificación que se presenta a continuación no puede ser rigurosa ni exhaustiva debido a las muchas matizaciones que se dan en el personal de informática, dependiendo del tipo de empresa, tamaño del Centro de Proceso de Datos y del tipo y volumen de las aplicaciones que se realicen.

Los puestos típicos en un Centro de Proceso de Datos son los siguientes:

- **Director de informática.** Es el responsable máximo. Se encarga de la selección, elección, estructura y dirección del personal y equipos del Centro de Proceso de Datos, coordina todos los trabajos que se realizan y controla los presupuestos. Por otra parte, es el encargado de las relaciones con la dirección de la empresa y el resto de directores de departamentos con quienes tiene que dialogar y estudiar las necesidades de mecanización de trabajos.
- **Jefe del área de desarrollo.** Es el responsable de la creación y desarrollo de nuevos sistemas y aplicaciones. Entre sus misiones se encuentra la de coordinar y distribuir el personal a su cargo entre los distintos proyectos, dependiendo de él todo el grupo de jefes de proyectos, analistas y programadores.
- **Jefe del área de explotación.** Es el responsable de la explotación de las aplicaciones y del funcionamiento del sistema; se encarga de planificar los trabajos que se deben llevar a cabo, estimar los costes y establecer medidas de seguridad en la instalación. Tiene a su cargo todo el grupo de operadores y grabadores de datos.
- **Jefe de proyectos.** Depende directamente del jefe del área de desarrollo. Su misión consiste en la dirección de un proyecto informático a partir de las especificaciones y necesidades de usuario hasta su explotación. Se encarga del control de su desarrollo y de asegurar el perfecto funcionamiento de la aplicación una vez terminada; asimismo, debe estimar los recursos y el tiempo necesario para su puesta en marcha.
- **Técnico de sistemas.** Su misión fundamental es el conocimiento profundo de los equipos y del sistema operativo. Debe asesorar, en ese sentido, al director de informática y a los jefes de área, así como a los analistas y programadores. Es el encargado de imponer restricciones de seguridad a personal informático y usuarios.
- **Administrador de la base de datos.** Es el gestor de la base de datos del sistema; encargándose de facilitar su uso al personal informático y asesorando sobre la misma a jefes de área, jefes de proyectos y analistas.
- **Administrador del sistema.** Su misión consiste en controlar, en un determinado sistema operativo existente en el Centro de Proceso de Datos, los permisos, prioridades y privilegios del personal informático y los usuarios respecto a dicho sistema operativo.

- **Analistas.** A partir de los requerimientos de los usuarios y bajo las órdenes del jefe de proyectos, deben confeccionar el análisis de las aplicaciones y ayudar a los programadores en la puesta a punto de las mismas. Pueden ser analistas funcionales u orgánicos, según el tipo de análisis que realicen, y analistas de sistemas o aplicaciones, según se ocupen del sistema o de las aplicaciones de usuario.
- **Programadores.** Reciben el análisis de la aplicación de los analistas y, a partir de él, diseñan el diagrama o pseudocódigo, codificándolo en el lenguaje elegido. Además, se encargan de su puesta a punto y documentación dirigida al usuario. Pueden ser programadores de sistemas o de aplicaciones, dependiendo funcionalmente de los analistas correspondientes.
- **Operadores.** Se encargan del funcionamiento y operación directa del sistema, ejecución de los procesos, preparación de soportes, periféricos y material necesario. El operador de consola controla el funcionamiento de los equipos a través del sistema operativo y asiste a los usuarios en la explotación del sistema.
- **Grabadores de datos.** Son los encargados de la carga de datos al sistema. Dependen directamente del jefe del área de explotación.

En la Figura 9.2 podemos ver un gráfico con las relaciones internas entre el personal informático.

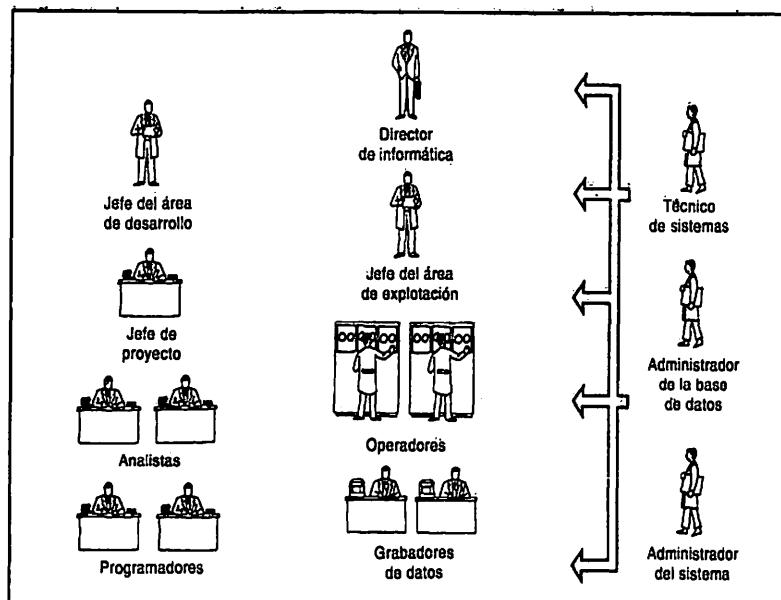


Figura 9.2. Personal informático.



RESUMEN

La realización de trabajos utilizando los medios informáticos de una empresa, requiere una cierta organización de la que depende la consecución de los objetivos, asegurando el óptimo aprovechamiento de los recursos físicos, lógicos y humanos.

Un Centro de Proceso de Datos (CPD) es el conjunto de recursos físicos, lógicos y humanos necesarios para la organización, realización y control de las actividades informáticas de una empresa.

Dependiendo de la empresa y el ámbito donde se encuentre, el Centro de Proceso de Datos también recibe los siguientes nombres: Departamento de Informática, Centro de Informática, Sala de Computadoras y Centro de Cálculo.

Las funciones de un Centro de Proceso de Datos son: el desarrollo de sistemas informáticos, la explotación de sistemas o aplicaciones, el soporte técnico a usuarios y la gestión y administración propia.

La ubicación física e instalación de un Centro de Proceso de Datos en una empresa depende de muchos factores, entre los que se encuentran: el tamaño de la empresa, el servicio que pretende dar y el espacio disponible. Para su instalación es necesario tener en cuenta el local físico, el espacio disponible y la movilidad de los equipos, la iluminación, el tratamiento acústico, la seguridad física del local y los equipos y, por último, el suministro de energía eléctrica.

Desde el punto de vista funcional, un Centro de Proceso de Datos se ubica en el organigrama de una empresa de alguna de las siguientes formas: dependiente de la dirección, dependiente del departamento de administración o financiero, como un departamento independiente o de forma descentralizada o distribuida.

La organización más típica de un Centro de Proceso de Datos es la que se realiza desde el punto de vista funcional, en la que aparece diferenciada el área de desarrollo del área de explotación y mantenimiento, y ambas de la administración y gestión del propio Centro de Proceso de Datos. Otra organización es la denominada por proyectos, donde los recursos humanos y materiales se distribuyen en los distintos proyectos que se llevan a cabo. Por último, aparece un modelo de organización mezcla de los dos anteriores denominado matricial.

Se define sistema informático como el conjunto de personas, máquinas y procedimientos necesarios para llevar a cabo una tarea informática o de proceso de datos.

Recibe el nombre de ciclo de vida de un sistema o aplicación informática el conjunto de fases que ocurren desde que se plantea un determinado problema que se va a informatizar, hasta que este sistema deja de tener utilidad. Este ciclo de vida se compone de dos fases: la de análisis y la de instalación y explotación.

Según el modelo clásico, la fase de análisis se compone de: análisis previo, análisis funcional, análisis orgánico y programación. Por su parte, la fase de instalación y explotación se compone de: implantación y pruebas del sistema, explotación y mantenimiento.

Otro método más reciente que se utiliza para cubrir el ciclo de vida de un sistema o aplicación informática consiste en desarrollar los siguientes apartados: estudio de necesidades y requisitos, diseño externo del sistema, diseño interno del sistema, implantación y pruebas y, por último, explotación y mantenimiento.

En un Centro de Proceso de Datos existen diversos puestos para cubrir las distintas áreas y funciones que se realizan en el mismo. Estos puestos son: director de informática, jefe del área de desarrollo, jefe del área de explotación, jefe de proyectos, técnico de sistemas, administrador de la base de datos, administrador del sistema, analista funcional, analista orgánico, analista de sistemas, analista de aplicaciones, programador de sistemas, programador de aplicaciones, operador y grabador de datos.

LISTA DE TÉRMINOS



Administración de la base de datos	Centro de informática
Administración y servicios	Centro de proceso de datos
Administrador de la base de datos	Ciclo de vida de un sistema informático
Administrador del sistema	Departamento de informática
Análisis	Desarrollo de sistemas
Análisis funcional	Director de informática
Análisis orgánico	Diseño externo
Análisis previo	Diseño interno
Analista	Estudio de necesidades y requisitos
Analista de aplicaciones	Ejemplo de sistemas
Analista de sistemas	Fase de análisis
Analista funcional	Fase de instalación y explotación
Analista orgánico	Grabador de datos
Aplicaciones	Implantación
Área de desarrollo	Jefe de proyectos
Área de explotación y mantenimiento	Jefe del área de desarrollo
Biblioteca	Jefe del área de explotación
Centro de cálculo	Mantenimiento de sistemas

Operación de sistemas
Operador
Organigrama funcional
Organigrama matricial
Organigrama por proyectos
Programación
Programador
Programador de aplicaciones

Programador de sistemas
Pruebas del sistema
Recogida de datos
Sala de computadoras
Sistema informático
Sistemas
Soporte técnico
Técnico de sistemas

CUESTIONES

1. Defina con sus palabras el concepto de Centro de Proceso de Datos.
2. Comente brevemente las funciones que desarrolla un Centro de Proceso de Datos.
3. Para la instalación física de un Centro de Proceso de Datos, ¿qué puntos hay que tener en cuenta?
4. Desde el punto de vista funcional, ¿qué tipos de ubicación tiene un Centro de Proceso de Datos en el organigrama de una empresa?
5. Dibuje el esquema de organización de un Centro de Proceso de Datos desde cualquier punto de vista que conozca.
6. Defina el ciclo de vida de un sistema informático.
7. Dibuje esquemáticamente el ciclo de vida de un sistema informático desde cualquier punto de vista.
8. Realice un esquema simplificado del personal informático.
9. ¿Cuáles son las funciones del director de informática?
10. Defina las funciones y los tipos de analistas y programadores.

TEST DE REPASO

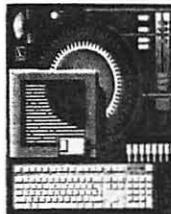
1. Un Centro de Proceso de Datos en centros de enseñanza suele recibir el nombre de:
 - a) Departamento de informática.
 - b) Centro de cálculo.
 - c) Departamento de proceso de datos.
 - d) Centro informático de desarrollo.

2. ¿Cuál de las siguientes no se encuentra entre las funciones de un Centro de Proceso de Datos?
 - a) El diseño de una computadora.
 - b) El desarrollo de sistemas informáticos.
 - c) La explotación de sistemas informáticos.
 - d) El soporte técnico a usuarios.
3. Para la instalación física de un Centro de Proceso de Datos, será importante tener en cuenta:
 - a) La calidad del aire.
 - b) La calidad del agua del edificio.
 - c) El espacio físico y la movilidad de los equipos.
 - d) El color de las paredes.
4. ¿Qué departamento, sección o área de un Centro de Proceso de Datos tiene como misión la creación de nuevos sistemas o aplicaciones informáticas?
 - a) El área de desarrollo.
 - b) El área de explotación y mantenimiento.
 - c) La administración del Centro de Proceso de Datos.
 - d) La administración de la base de datos.
5. El conjunto de personas, máquinas y procedimientos que se utilizan para llevar a cabo una tarea informática o de proceso de datos se denomina:
 - a) Sistema informático.
 - b) Centro de Proceso de Datos.
 - c) Personal de informática.
 - d) Personal informático, hardware y software.
6. Dentro del ciclo de vida de un sistema o aplicación, el análisis previo, funcional y orgánico pertenecen a la:
 - a) Fase de instalación.
 - b) Fase de explotación.
 - c) Fase de mantenimiento.
 - d) Fase de análisis.
7. La ejecución de los programas en su uso normal se denomina:
 - a) Desarrollo de un programa.
 - b) Explotación de un programa.
 - c) Mantenimiento de un programa.
 - d) Diseño de un programa.

8. Un proyecto informático consistente en la creación de un nuevo sistema o aplicación informática puede no realizarse quedándose en:
 - a) El estudio de viabilidad.
 - b) El análisis orgánico.
 - c) La programación.
 - d) Las pruebas.

9. ¿Qué puesto informático tiene como misión la dirección de un proyecto informático desde sus especificaciones hasta su explotación?
 - a) El director de informática.
 - b) El jefe del departamento de desarrollo.
 - c) El técnico de sistemas.
 - d) El jefe de proyectos.

10. ¿Cuál de los siguientes no es un puesto informático?
 - a) Grabador de datos.
 - b) Técnico de sistemas.
 - c) Proyectista.
 - d) Programador.



CAPÍTULO 10

Las computadoras de la quinta generación. Inteligencia artificial

10.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo, es conveniente recordar las características de las sucesivas generaciones de computadoras. En la primera, las computadoras se construyeron a base de válvulas de vacío utilizando como único lenguaje de programación el lenguaje máquina, careciendo todas ellas de sistema operativo: son ejemplos de computadoras de aquella época las ENIAC y EDVAC.

En la segunda generación, las computadoras se construyeron a base de transistores, ganaron potencia, fiabilidad y prestaciones, comenzando a utilizarse los lenguajes de alto nivel y los sistemas operativos para el control y ejecución de trabajos. Por otra parte, en esta generación empezaron a utilizarse las computadoras en los negocios como herramientas para la gestión empresarial.

Con la tercera generación comenzó la era de la miniaturización, en ella, las computadoras se construyeron a base de circuitos integrados que permitieron una gran disminución del tamaño y precio de las mismas. Hubo una gran explosión del software con la aparición de múltiples lenguajes de programación y sistemas operativos, que permitieron rentabilizar los recursos de manera considerable. Un ejemplo de computadora de esta época fue la famosa IBM-360.

La cuarta generación se caracteriza por un mayor nivel de integración de los circuitos que conforman las computadoras (LSI) y la utilización como unidad central de un elemento denominado microporcesador. Aparece en esta generación la microinformática y la interconexión de computadoras como inicio de los grandes avances que se producirán en las siguientes generaciones.

En la quinta generación, los principales países productores de nuevas tecnologías, anunciaron las características de las computadoras a partir de la década de los ochenta y los noventa. Estas características engloban: la utilización de componentes de muy alta escala de integración (VLSI), la interconexión e integración a través de redes de todo tipo de computadoras y datos, la dotación a una computadora de un cierto poder de

razonamiento humano en lo que se denomina inteligencia artificial, la utilización de lenguajes similares al lenguaje natural, la aparición de múltiples procesadores en una misma computadora, etc.

10.2. LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En ocasiones se dice que no pueden existir computadoras-robots o computadoras capaces de razonar como las personas, tal como nos las presentan en las películas de ciencia-ficción pero, sin embargo, también hemos visto cómo relatos de cuentos han cobrado realidad en nuestros días: el viaje a la luna de Julio Verne puede ser un ejemplo. Entonces, ¿por qué no va a ser posible dotar a una computadora de características relativamente similares a la inteligencia humana? Las investigaciones de muchos científicos actuales van por este camino: lingüistas, psicólogos, estadísticos, ingenieros y fundamentalmente expertos en ingeniería del software están empeñados en alumbrar una nueva era en la ciencia de la computación o informática fundamentada en lo que se denomina inteligencia artificial.

En el momento actual, y ya desde hace algunos años, las computadoras son máquinas que poseen un conjunto de características excelentes en cuanto a potencia de cálculo, velocidad de proceso y capacidad para el almacenamiento de datos, por tanto, basándonos en estas características, se trata de dotarlas de ciertas capacidades nuevas que permitan de forma funcional imitar el razonamiento de la mente humana.

Realmente no podemos decir de forma contundente que una computadora, como máquina que es, pueda razonar de la misma forma que un ser humano, pero sí puede ser programada para que lo imite, dotándola de una gran cantidad de información y de capacidad para hacer un buen uso de la misma.

La inteligencia artificial puede, por tanto, definirse de la siguiente manera:

Inteligencia artificial es una rama de la informática cuyo objetivo es proporcionar computadoras con sus elementos hardware y software, que permitan conseguir la simulación de la inteligencia humana.

Realmente se trata de sustituir los procesos repetitivos de tratamiento de información clásicos por procesos en los que se utilice un cierto razonamiento y se facilite la búsqueda de soluciones, de tal forma que para una misma situación no tengamos, necesariamente, la misma solución sino que un proceso pueda tomar distintas decisiones e incluso aprender de su propia experiencia.

En definitiva, el objetivo que se pretende cubrir con la investigación en el campo de la inteligencia artificial no es, en modo alguno, la sustitución del hombre por la máquina, sino convertir una computadora en una herramienta eficaz y útil al servicio del hombre, pero con un campo de posibilidades que sobrepasan lo convencional.

10.2.1. Fundamentos de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial se fundamenta en la utilización de una computadora de características especiales en cuanto a potencia de cálculo, velocidad de proceso y capacidad de almacenamiento, que puede soportar un software compuesto por uno o varios programas denominados motor de inferencias, que actúan sobre una gran masa de datos que recibe el nombre de base de conocimientos, generalmente compuesta por un conjunto de hechos, teorías y reglas fundamentadas en la experiencia que se posee (por parte de expertos) relativa a un problema determinado.

Un programa de inferencias es un componente del motor de inferencias que constituye un método para utilizar la base de conocimientos con el fin de razonar sobre la resolución de un problema. Se toman una serie de datos de entrada y se realiza con ellos una serie de búsquedas y comparaciones con los datos e informaciones que componen la base de conocimientos hasta que se encuentra una solución al problema.

El proceso, generalmente, consiste en tomar un dato que se busca en la base de conocimientos y, una vez encontrado, se obtiene información acerca de él, provocando la búsqueda del siguiente; se repite este proceso hasta llegar a una posible solución del problema. Este encadenamiento de búsquedas sucesivas de datos es controlado por el programa, que sigue un determinado razonamiento lógico.

La Figura 10.1 nos muestra un esquema del fundamento de la inteligencia artificial y el modo en que se ejecuta en una computadora.

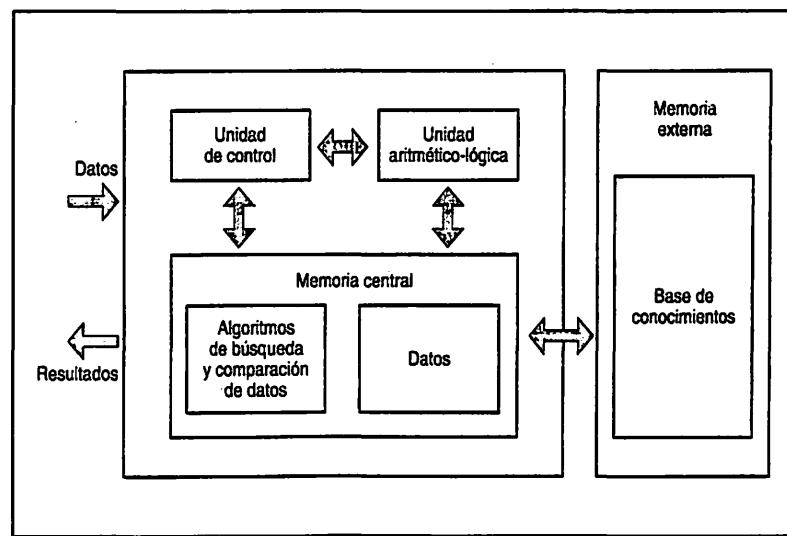
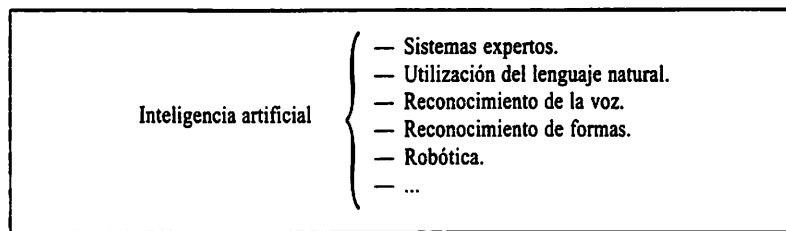


Figura 10.1. Procesos de inteligencia artificial.

10.2.2. Aplicaciones de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial se aplica en numerosos tipos de problemas que se salen de la resolución algorítmica clásica. El Esquema 10.1 representa los principales campos de aplicación en los que se mueve este tipo de software.

Esquema 10.1. Campos de aplicación de la inteligencia artificial



- **Sistemas expertos**

Un sistema experto o sistema de conocimiento basado en reglas de inferencia es un conjunto de programas que puede acceder a una gran masa de informaciones donde se reúnen las experiencias y conocimientos de uno o más expertos en un determinado campo de la ciencia o de la técnica para la resolución de problemas. Los sistemas expertos se desarrollarán en el Apartado 10.3.

- **Utilización del lenguaje natural**

Las aplicaciones que utilizan el lenguaje natural (*Natural Language Processing-NLP*) realizan procesos que reciben los datos de entrada en lenguaje natural, entendiendo como tal un lenguaje escrito o hablado en un determinado idioma y, a continuación, los procesan, produciéndose la salida también en lenguaje natural.

Un programa de reconocimiento del lenguaje natural consta de una base de conocimientos que contiene un diccionario completo de palabras del idioma, donde el objetivo del programa es el reconocimiento de las mismas para provocar las reacciones correspondientes a cada reconocimiento.

En la actualidad, se utilizan mucho estos programas como interfaces entre el exterior y una aplicación informática, como puede ser la programación en un lenguaje determinado o el acceso o consulta a un sistema de gestión de bases de datos utilizando la voz o la propia escritura.

- **Reconocimiento de la voz**

Las aplicaciones de reconocimiento de la voz tienen como objetivo la captura, por parte de una computadora, de la voz humana, bien para el tratamiento del lenguaje natural o para cualquier otro tipo de función.

En primer lugar, la voz se capture electrónicamente con un micrófono que genera una señal analógica, para a continuación, convertirla en una señal digital que pueda alimentar a un programa inteligente capaz de interpretarla con exactitud. En este caso, la base de conocimientos contiene los patrones para que el programa pueda realizar las comparaciones y se produzca el reconocimiento. La Figura 10.2 representa el esquema simbólico de este tipo de aplicaciones.

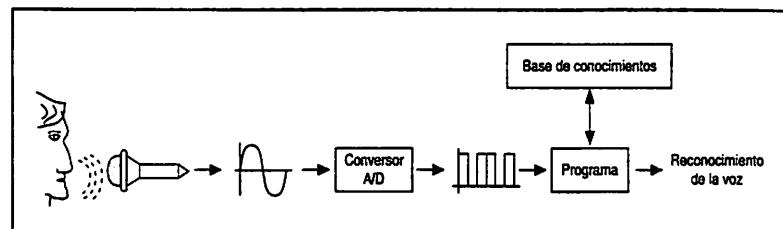


Figura 10.2. Reconocimiento de la voz.

- **Reconocimiento de formas**

Las aplicaciones de reconocimiento de formas tratan de imitar la visión humana a través de la captación de una imagen por medio de una cámara de video. Esta imagen produce una señal analógica que posteriormente se digitaliza y, a continuación, se procesa por medio de un programa inteligente que realiza las correspondientes comparaciones con los patrones contenidos en la base de conocimientos hasta conseguir el reconocimiento. La Figura 10.3 representa el esquema simbólico de captura y proceso de una imagen.

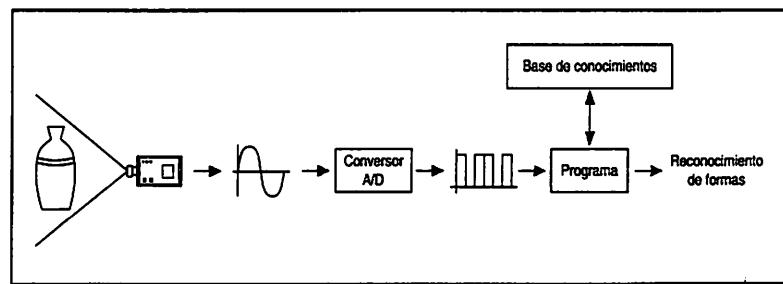


Figura 10.3. Reconocimiento de formas.

- Robótica

La robótica inteligente es la parte de la inteligencia artificial que trata de imitar las capacidades físicas de los seres humanos. Se trata de la construcción y control de elementos electromecánicos, denominados comúnmente brazos de robot, que puedan realizar determinadas funciones físicas que habitualmente hacen las personas. Además de las posibilidades físicas, se añaden sensores y reconocedores de formas, con lo que puede obtenerse un robot inteligente capaz de controlar su entorno y sustituir al hombre en aquellos trabajos rutinarios y técnicos a la vez, donde compaginado con el esfuerzo físico se requiere una cierta destreza técnica. La Figura 10.4 muestra un brazo de robot.

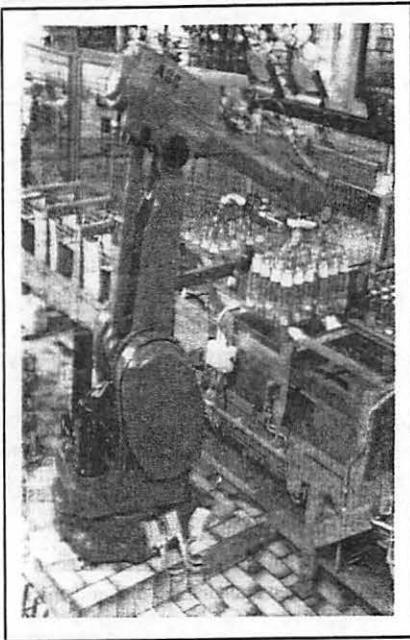


Figura 10.4. Brazo de robot.

- Otras aplicaciones de la inteligencia artificial

— **La retroalimentación.** Un campo de continuo estudio es el que trata de conseguir que los procesos aprendan y se reajusten con los datos que reciben y con las salidas que producen, es decir, dotar a los programas inteligentes de capacidad para aprender con su propia experiencia.

— **Enseñanza asistida por computadora.** Con las aplicaciones de enseñanza asistida, la computadora se convierte en un pseudo-profesor, capaz de enseñar una determinada materia que puede complementar la acción de un profesor. En este caso, se trata de

establecer un diálogo con el alumno con el fin de enseñarle y transmitirle conocimientos, al mismo tiempo que se le evalúa continuamente, de tal manera que las propias enseñanzas van reajustándose a los resultados de dicha evaluación.

— Existen otros tipos de aplicaciones de la inteligencia artificial, como pueden ser las ayudas a la ingeniería del software, a la programación de computadoras, etc.

10.3. SISTEMAS EXPERTOS

Un sistema experto es una aplicación informática capaz de solucionar un conjunto de problemas que exigen un gran conocimiento sobre un determinado tema. Generalmente, realizan una búsqueda de la solución por medio de un proceso de simulación del razonamiento humano aplicando reglas específicas del conocimiento y de inferencias. Podemos definirlo formalmente de la siguiente manera:

Un sistema experto es un conjunto de programas que, sobre una base de conocimientos, posee información de uno o más expertos en un área específica, que nos permite usarla para resolver problemas relacionados con dicha área.

Este tipo de aplicaciones hacen que las computadoras reciban el nombre de **computadoras inteligentes**, debido a que en lugar de procesar datos, como lo hace una computadora y software convencional, procesan conocimientos, es decir, ideas almacenadas por el hombre en su memoria. En ocasiones, reciben el nombre de computadoras para el proceso del conocimiento (*Knowledge Information Processing System-KIPS*). Los sistemas expertos que funcionan sobre estas máquinas poseen las siguientes características:

- Amplios conocimientos en un determinado tema que se encuentran perfectamente estructurados en su base de conocimientos.
- Algoritmos y técnicas de búsqueda que permiten el uso y tratamiento de la información de una forma eficiente.
- Posibilidad de ampliar sus conocimientos con la experiencia.
- Facilidad para realizar análisis de datos e informaciones.
- Capacidad para presentar un razonamiento o conclusión.

El conocimiento de un sistema experto se basa en tres tipos de informaciones:

- Los hechos. Son datos obtenidos de la propia realidad como, por ejemplo, puede ser <el hierro es un metal>.
- Las reglas de procedimiento. Son reglas que describen secuencias de eventos como, por ejemplo, <si su vehículo no arranca, reviselo>.

- Las reglas heurísticas. Son reglas que reflejan opiniones en aquellos aspectos donde no existe una regla de procedimiento invariable como, por ejemplo, <antes de viajar es conveniente revisar su vehículo>.

Aunque un sistema experto tiene unas exigencias especiales en cuanto a las características del hardware, hoy puede decirse que pueden ser incluidos en cualquier tipo de computadora grande o pequeña, puesto que, con la tecnología actual, pueden configurarse equipos de características válidas para soportar un sistema experto.

10.3.1. Historia de los sistemas expertos

En el año 1950, Alan M. Turing publicó un trabajo titulado *Inteligencia y funcionamiento de las máquinas*, con el fin de demostrar hasta qué punto éstas tienen inteligencia. Más tarde, sobre 1965, se empezaron a utilizar técnicas para la resolución de problemas, que se caracterizaban por la búsqueda heurística como modelo para la resolución de problemas, y con ellas empezó la investigación y desarrollo de los sistemas expertos.

Esta investigación referente a los sistemas expertos comenzó en la segunda década de los cincuenta, si bien, hasta los ochenta no empezaron a utilizarse con regularidad para resolver los problemas para los que habían sido creados. El Esquema 10.2 nos muestra los sistemas expertos más importantes y su campo de aplicación.

En la actualidad, existen sistemas expertos para resolver problemas de todo tipo con aplicación en los bancos, las bolsas de valores, las compañías de seguros, en la medicina (ONCOCIN, CASNET/GLAUCOMA, PUFF, GUIDON, DRUG INTERACTION CRITIC), en la ingeniería, en los ejércitos y en las propias gestiones informáticas.

10.3.2. Herramientas y lenguajes para desarrollar sistemas expertos

El gran desarrollo actual en los sistemas expertos se debe fundamentalmente al gran número de herramientas que existen para facilitar su diseño e implementación. Como podemos observar en el esquema anterior, hay sistemas expertos para el desarrollo de sistemas expertos.

Actualmente existe una gran variedad de herramientas para el desarrollo de sistemas expertos que cubren el amplio espectro de necesidades que pueden presentarse. En realidad, un sistema experto como conjunto de programas que es, puede desarrollarse en cualquier lenguaje de programación, ahora bien, actualmente el mercado posee una serie de paquetes de software para el desarrollo de sistemas expertos que ayudan notablemente a la reducción en el tiempo de desarrollo y aseguran un buen resultado final.

Una herramienta para el desarrollo de sistemas expertos es un conjunto de programas que facilitan y dirigen la creación de los programas y la base de conocimientos de un sistema experto. Algunas de las herramientas actuales no son específicamente para sistemas expertos, sino que permiten el desarrollo de software para la inteligencia artificial en el que éstos se encuentran incluidos.

Esquema 10.2. Sistemas expertos

Sistema	Año	Constructor	Campo de aplicación
DENDRAL	1965	Universidad de Stanford	Reconocimiento de las estructuras moleculares de sustancias químicas.
MACSYMA	1965	Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	Resolución de funciones de cálculo integral y diferencial.
HEARSAY	1965	Universidad de Carnegie-Mellon	Interpretación del lenguaje natural.
MYCIN	1972	Universidad de Stanford	Diagnóstico y tratamiento de enfermedades de la sangre.
TEIRESIAS	1972	Universidad de Stanford	Herramienta para procesar el conocimiento.
PROSPECTOR	1972	Stanford Research Institute International	Reconocimiento de yacimientos y explotación mineral.
AGE	1973	Universidad de Stanford	Generador de sistemas expertos.
OPSS	1974	Universidad de Carnegie-Mellon	Herramienta para el desarrollo de sistemas expertos.
CADUCEUS	1975	Universidad de Pittsburgh	Diagnóstico para la medicina interna.
XCON	1978	Universidad de Carnegie-Mellon	Configuración de equipos a medida para clientes de Digital (DEC).
ROSIE	1978	Rand	Desarrollo de sistemas expertos.

■ Lenguajes de programación para el desarrollo de sistemas expertos

Además de los lenguajes convencionales, se han creado lenguajes específicos para el desarrollo de software dirigido a la inteligencia artificial en general y para el desarrollo de sistemas expertos en particular. De éstos, el más popular es el LISP, le sigue en utilización el lenguaje PROLOG y por último se encuentra el SMALLTALK. Estos lenguajes los comentamos brevemente a continuación.

- **Lenguaje LISP.** Fue creado a finales de la década de los cincuenta por John McCarthy en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y ha experimentado en los últimos años una gran evolución con la aparición sucesiva de nuevas versiones en las que cada una de ellas supera ampliamente a las anteriores. Se trata de un lenguaje para el denominado procesamiento simbólico, que consiste en que los elementos básicos a tratar son símbolos que representan objetos arbitrarios del campo o dominio de interés que

estemos tratando. Estos símbolos se denominan átomos, siendo la unidad de información a tratar, y se componen de una cadena de caracteres. En realidad todos los procesos se basan fundamentalmente en el tratamiento y manipulación de cadenas.

El nombre LISP viene de la contracción de procesamiento de listas (LISt Processing), y es un lenguaje de programación fácil de aprender del que existen compiladores para casi todas las computadoras, lo que hace que sea el más común de los lenguajes utilizados en este campo.

LISP tiene en cada familia de computadoras un dialecto que lo particulariza, de tal forma que para pasar programas de una máquina a otra es necesario reprogramarlos. Entre los dialectos más conocidos podemos citar los siguientes: el DG-LISP de Data General, el InterLISP de Xerox, el ISI-INTERLISP y VAXLISP de Digital (DEC), el LISP/VM de IBM, el MacLISP del MIT, el Microsoft LISP de Microsoft Corp. y el LISP portable de la Universidad de Utah.

Últimamente han aparecido versiones estándar de LISP cuyo objetivo es conseguir la portabilidad de programas entre distintas computadoras, es decir, que un programa desarrollado para una máquina pueda ser transportado a cualquier otra. Las versiones estándar de LISP son el Common LISP, el DG Common LISP y el LISP portable estándar.

- **Lenguaje PROLOG.** El lenguaje PROLOG o programación lógica (PROGramming LOGic), fue creado por J. Robinson en la década de los setenta en Francia. Ha sido el lenguaje de programación para la inteligencia artificial más utilizado en Europa. Se trata de un lenguaje declarativo o de programación lógica, en el que se utiliza la teoría matemática de las relaciones, es decir, en un programa no se indica lo que hay que hacer, sino que se solicita lo que se necesita, habiendo declarado previamente un conjunto de objetos (hechos y reglas) y sus relaciones. En realidad, PROLOG lleva incorporada la programación de operaciones y todo consiste en pedir, de tal forma que la máquina de inferencias busca en la base de conocimientos dando respuesta a las preguntas.

La principal ventaja del lenguaje PROLOG frente al resto es que permite el desarrollo de sistemas expertos a profesionales del diseño de programas y a no profesionales, puesto que no se necesita programar la algorítmica de búsqueda ni la de comparación con patrones.

A diferencia de LISP, el lenguaje PROLOG se encuentra disponible en multitud de dialectos para todo tipo de máquinas, pero aún no existe ninguna versión estándar para dotarle de la portabilidad que hoy en día se hace necesaria.

- **Lenguaje SMALLTALK.** Es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Xerox en su centro de investigación de Palo Alto. En los programas escritos en este lenguaje se definen los objetos y las operaciones que pueden realizarse con ellos. Se trata de un lenguaje de programación reciente que cada día va ganando terreno a los anteriores.

■ Aplicaciones SHELL para sistemas expertos

El Shell de un sistema experto es una aplicación compuesta por un conjunto de programas que permite desarrollar un sistema experto sin necesidad de utilizar un lenguaje de

programación. En realidad, un *shell* es un sistema experto que permite el desarrollo de sistemas expertos eliminando las dificultades de la programación, con lo que dejan una puerta abierta a ingenieros e investigadores para desarrollar este tipo de sistemas sin necesidad de poseer conocimientos profundos sobre programación.



RESUMEN

En la quinta generación de computadoras, a lo largo de la década de los ochenta y extendiéndose a los noventa, los países productores de nuevas tecnologías anunciaron la aparición de máquinas y software de características tales que, entre otros avances, se podría imitar en cierta medida la mente de los seres humanos.

La inteligencia artificial es una rama de la ciencia de la informática cuyo objetivo es el de proporcionar computadoras con sus elementos hardware y software que permitan conseguir la simulación de la inteligencia humana.

La consecución de aplicaciones inteligentes se debe fundamentalmente a las características que poseen las computadoras en la actualidad en lo que se refiere a potencia de cálculo, velocidad de proceso y capacidad para el almacenamiento de datos. A estas características se une un conjunto de programas denominados motor de inferencias que accede a un gran volumen de información que recibe el nombre de base de conocimientos.

Un programa de inferencias es un componente del software inteligente que constituye un método para utilizar la base de conocimientos con el fin de razonar sobre la resolución de un problema.

La inteligencia artificial resuelve problemas que se salen de la algorítmica clásica y se aplican principalmente para diseñar sistemas expertos, utilizar el lenguaje natural, reconocer la voz, reconocer formas, la robótica, etc.

El campo de aplicación más importante de la inteligencia artificial se basa en la construcción y desarrollo de sistemas expertos. Un sistema experto es un conjunto de programas que, sobre una base de conocimientos, posee información de uno o más expertos en un área específica, que nos permite usarla para resolver problemas relacionados con dicha área.

Las aplicaciones de la inteligencia artificial hacen que las computadoras reciban el nombre de computadoras inteligentes debido a que, en lugar de procesar datos, procesan conocimientos, es decir, ideas almacenadas por el hombre en su memoria.

Los sistemas expertos comenzaron a desarrollarse en la década de los sesenta con el proyecto DENDRAL, siendo la década de los ochenta en la que empezaron a utilizarse con regularidad.

Los lenguajes de programación que se utilizan para el desarrollo de programas para la inteligencia artificial y particularmente para los sistemas expertos son, principalmente, el lenguaje LISP, el lenguaje PROLOG y el lenguaje SMALLTALK, si bien puede utilizarse cualquier lenguaje de programación convencional.

Las aplicaciones SHELL para sistemas expertos son también sistemas expertos que permiten desarrollarlos sin necesidad de utilizar un lenguaje de programación, es decir, no se precisan grandes conocimientos informáticos para desarrollar sistemas expertos con este tipo de herramientas.

LISTA DE TÉRMINOS



Aplicaciones SHELL
Base de conocimientos
Brazo de robot
Computadora de la quinta generación
Computadora inteligente
Computadora para el proceso del conocimiento
Enseñanza asistida por computadora
Hechos
Herramientas para sistemas expertos
Inteligencia artificial
KIPS (*Knowledge Information Processing System*)
Lenguaje LISP
Lenguaje natural
Lenguaje PROLOG

Lenguaje SMALLTALK
Lenguajes para sistemas expertos
LSI (*Large Scale Integration*)
Motor de inferencias
NLP (*Natural Language Processing*)
Programa de inferencias
Reconocimiento de formas
Reconocimiento de la voz
Reglas de procedimiento
Reglas heurísticas
Retroalimentación
Robótica
Shell
Sistemas expertos
VLSI (*Very Large Scale Integration*)

CUESTIONES



- Indique las características que presenta la quinta generación de computadoras.
- Realice un comentario breve de la idea que ha recibido en este capítulo sobre la inteligencia artificial y definala con sus propias palabras.
- ¿En qué se fundamenta la inteligencia artificial?
- ¿Qué es un programa de inferencias?
- Realice un esquema de los principales campos de aplicación de la inteligencia artificial.
- Comente alguna de las aplicaciones de la inteligencia artificial como, por ejemplo, la utilización del lenguaje natural o el reconocimiento de voz y de formas.
- Defina el concepto de sistema experto e indique alguna de sus características.
- Indique esquemáticamente algunos sistemas expertos expresando a qué campo son aplicados.
- Comente brevemente los lenguajes utilizados en el desarrollo de sistemas expertos.
- ¿Qué es una aplicación Shell para sistemas expertos?

TEST DE REPASO



- ¿Cómo se denomina la rama de la informática cuyo objetivo es proporcionar computadoras con elementos hardware y software capaces de imitar la mente humana?
 - Supercomputación.
 - Inteligencia artificial.
 - Ingeniería neuronal.
 - Informática teórica.
- Los programas que hacen posible la existencia de computadoras inteligentes reciben el nombre de:
 - Supersoftware.
 - Base de conocimientos.
 - Motor de inferencias.
 - Software avanzado.

3. ¿Cuál de los siguientes elementos no es un campo de aplicación de la inteligencia artificial?
 - a) El reconocimiento de la voz.
 - b) La programación orientada a objetos.
 - c) El reconocimiento de formas.
 - d) La robótica.

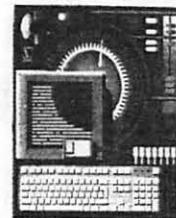
4. La capacidad de un proceso para aprender de su propia experiencia recibe el nombre de:
 - a) Retroalimentación.
 - b) Autoaprendizaje.
 - c) Enseñanza asistida.
 - d) Proceso inteligente.

5. ¿Cómo se llama el conjunto de programas que, sobre una base de conocimientos, posee información de uno o más expertos en un área específica y nos permite con ella resolver problemas relacionados con dicha área?
 - a) Software múltiple.
 - b) Programas avanzados.
 - c) Supersoftware.
 - d) Sistema experto.

6. ¿Cuál es el lenguaje de programación más popular y más utilizado para el desarrollo de sistemas expertos?
 - a) LISP.
 - b) PROLOG.
 - c) SMALLTALK.
 - d) COBOL.

7. Las aplicaciones que tratan de imitar la visión humana se engloban en lo que se denomina:
 - a) Reconocimiento de la visión.
 - b) Reconocimiento de formas.
 - c) Captación de imágenes.
 - d) Televisión.

8. ¿Cuál es la parte de la inteligencia artificial que trata de imitar las capacidades físicas de los seres humanos?
 - a) Los sistemas expertos.
 - b) La mecánica.
 - c) La cibernetica
 - d) La robótica.



CAPÍTULO 11

Software estándar y software a medida

11.1. INTRODUCCIÓN

Como ya se puso de manifiesto en el Capítulo 5, relativo a la programación de computadoras, éstas tienen la capacidad de llevar a cabo muy diversas tareas, por grandes y complicadas que sean. Pero quedó claro también que no son capaces de realizarlas por sí solas, si previamente no se les ha instruido sobre lo que deben hacer mediante lo que denominamos programa de computadora o, de forma genérica, software.

No hace demasiado tiempo, las tareas que acostumbramos a realizar con una microcomputadora, para hacerlas con unas mínimas garantías de calidad y corrección, eran encargadas a profesionales especializados y bien entrenados. La correspondencia comercial la hacía un administrativo especializado en mecanografía. Los mapas y los planos eran realizados por delineantes. Los analistas financieros utilizaban lápiz, papel y una calculadora para predecir las tendencias del mercado. Expertos programadores se ocupaban del mantenimiento de los archivos de datos registrados en grandes computadoras.

Actualmente, aunque no ha desaparecido la necesidad de esos profesionales, lo cierto es que la mayoría de las tareas mencionadas han perdido casi toda su dificultad, ya que una persona sin una gran especialización puede realizarlas mediante un PC y el software adecuado.

11.2. SOFTWARE DE SISTEMA Y SOFTWARE DE APLICACIÓN

Denominamos *software* a cualquier programa o conjunto de programas de computadora. Podemos clasificarlo, de forma general, en dos categorías: software de sistema y software de aplicación.

El *software de sistema* es el conjunto de programas encargados de la gestión interna de la computadora, es decir, de la unidad central de proceso, la memoria central y los periféricos.

El software de aplicación está constituido por los programas que dirigen el funcionamiento de la computadora para la realización de trabajos específicos, denominados aplicaciones.

La Tabla 11.1 muestra la clasificación del software y los principales componentes de cada categoría.

Tabla 11.1. Clasificación del software

Software	
Software de sistema	Software de aplicación
Sistemas operativos	Software estándar
Entornos operativos	Paquetes integrados
Compiladores e intérpretes	Software a medida
Utilidades	

11.3. SOFTWARE DE SISTEMA

El software básico de una computadora es su **sistema operativo**, cuyo concepto y particularidades han sido descritos en el Capítulo 7. En la actualidad y especialmente respecto a las microcomputadoras, se tiende a diseñar sistemas operativos portables o compatibles para facilitar la interacción entre las mismas.

Los principales sistemas operativos utilizados en computadoras personales son los siguientes:

- DOS.
- OS/2.
- Sistema operativo Macintosh.
- Unix.

■ DOS

El sistema operativo DOS (*Disk Operating System*) o MS-DOS fue diseñado por Microsoft para las computadoras personales IBM, extendiéndose a todas las denominadas *PC-compatibles*. Por ello es el más universal, cuenta con el mayor número de aplicaciones y es fácil de usar. Además, los equipos en que se utiliza tienen un precio reducido.

También presenta algunos inconvenientes como la limitación de la memoria central y ser un sistema monotarea, es decir, sólo puede ejecutar un programa a la vez.

Para paliar estos inconvenientes, Microsoft ha desarrollado **Windows**, un entorno operativo (*o interfaz de usuario*) gráfico que funciona sobre el sistema DOS y permite

realizar varios programas a la vez (multitarea), compartir datos entre los programas (intercambio dinámico de datos) y acceso a una mayor memoria central (Figura 11.1).

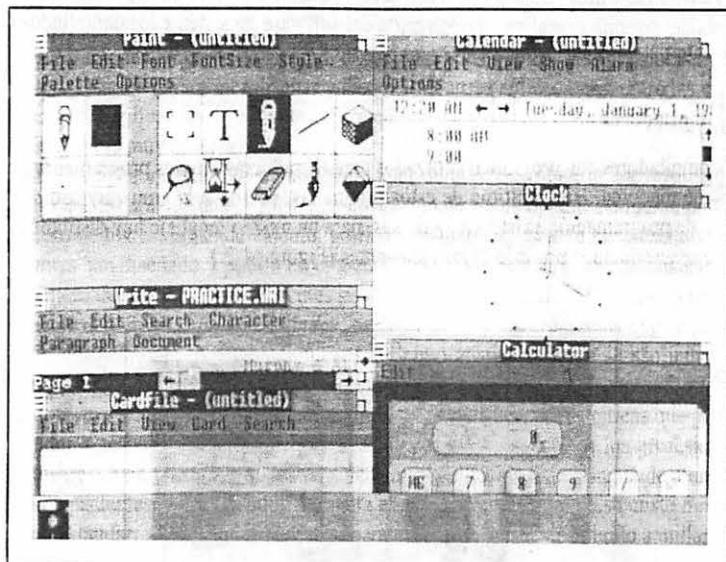


Figura 11.1. Entorno operativo Windows.

■ OS/2

El OS/2 (*Operating System/2*) es uno de los más nuevos sistemas operativos, diseñado por Microsoft e IBM para sus recientes equipos personales PS/2. Está pensado para equipos de gran potencia y facilita la conexión en red. Sus principales inconvenientes son el coste más elevado de los equipos y las pocas aplicaciones desarrolladas.

■ Sistema operativo Macintosh

Es un sistema que sólo funciona en equipos Macintosh, de Apple Computer, pionero en la utilización de un entorno operativo gráfico, incluyendo el uso de ventanas (*windows*), menús desplegables y el ratón. Este sistema presenta las ventajas de su facilidad de uso, la calidad de los gráficos, es multitarea y tiene capacidades de comunicación entre los programas. Sin embargo, debido a que no es compatible, su extensión en el mercado es limitada.

■ Unix

Desarrollado por AT&T para minicomputadoras, con el objetivo de la portabilidad a cualquier equipo, no tiene limitación en cuanto a memoria central, puede realizar multi-

tarea y puede ser compartido por varios usuarios a la vez (sistema multiusuario). También dispone de buenas capacidades para su uso en red. Por contra, su repertorio de software de aplicaciones es muy limitado, no dispone de un entorno operativo gráfico estándar y existen distintas versiones en el mercado, lo que va en contra de su portabilidad.

Además del sistema operativo, forman parte del software de sistema los compiladores e intérpretes, y las utilidades.

■ Compiladores

Los compiladores son programas utilizados para la traducción de los programas fuente a lenguaje máquina. Hay multitud de estos programas, debido a la gran cantidad de lenguajes de programación existentes. Además, para un mismo lenguaje hay distintos compiladores producidos por diferentes fabricantes (Figura 11.2.).



Figura 11.2. Compiladores.

■ Intérpretes

Los intérpretes, menos utilizados, no traducen íntegramente el programa, sino que cuando se ordena su realización, el intérprete va traduciendo y ejecutando cada una de sus instrucciones, sin guardar para usos posteriores la traducción realizada. Su uso se popularizó con el lenguaje BASIC en las microcomputadoras, aunque su principal ventaja, que es la utilización de muy poca memoria al tener que cargar una sola instrucción en cada momento, ha dejado de tener importancia.

■ Utilidades

Finalmente, denominamos utilidades a toda una gama de programas auxiliares del sistema operativo cuya función principal es la de facilitar el trabajo del usuario en la utilización de la computadora y sus recursos.

11.4. SOFTWARE ESTÁNDAR Y SOFTWARE A MEDIDA

En los inicios de la informática y durante bastante tiempo, se ha diseñado de forma específica y aislada todo el software que necesitaba cualquier entidad o empresa para cada actividad concreta que se debía realizar con una computadora. Solamente las grandes organizaciones tenían la capacidad, el personal y las grandes computadoras (*mainframes*) necesarios para poder diseñar y disponer de estas aplicaciones, entre las cuales se encuentran aplicaciones contables, financieras, estadísticas, control de inventarios, nóminas y otras muy diversas.

Con el avance y desarrollo de las tecnologías de la información se han identificado algunas de estas aplicaciones de uso común en la mayoría de organizaciones, como son el proceso de textos, hojas de cálculo, gráficos estadísticos, etc., de tal manera que los fabricantes han diseñado y puesto en el mercado aplicaciones para ser utilizadas por un gran número de usuarios y en diferentes sistemas. A estas aplicaciones de uso general es a lo que se denomina *software estándar*, es decir, a aquellos programas que se pueden adquirir, normalmente en establecimientos del ramo, dispuestos para su uso inmediato en una gran variedad de sistemas, sin necesitar la intervención de personal informático.

El *software a medida* queda constituido por las aplicaciones específicas que por corresponder a actividades más especializadas es necesario encargar a los profesionales del software, como puede ser un sistema de control de tráfico o un sistema de monitorización de pacientes en un hospital. Presenta el gran inconveniente de su coste frente al software estándar, ya que aquél se realiza para un cliente y éste va dirigido a millones de usuarios.

11.5. APPLICACIONES ESTÁNDAR

Es muy numerosa la gama de aplicaciones estándar existentes en el mercado cubriendo una gran cantidad de actividades, desde las aplicaciones de ocio o videojuegos, hasta los sistemas de contabilidad y gestión de pequeñas y medianas empresas.

En general, van soportadas en uno o varios discos flexibles (*floppy disks*) y acompañadas de un *manual de usuario* y una *guía de referencia*, junto con un contrato de protección legal del *copyright*, de tal manera que un usuario no especializado en informática puede instalarlas en su sistema y conseguir una buena utilización en un corto período de tiempo (Figura 11.3).

El software estándar más difundido está compuesto por aplicaciones del área de la *ofimática*, siendo las principales las siguientes:

- Procesador de textos.
- Hoja electrónica de cálculo.
- Gestor de base de datos.
- Gestor de gráficos.
- Gestor de comunicaciones.

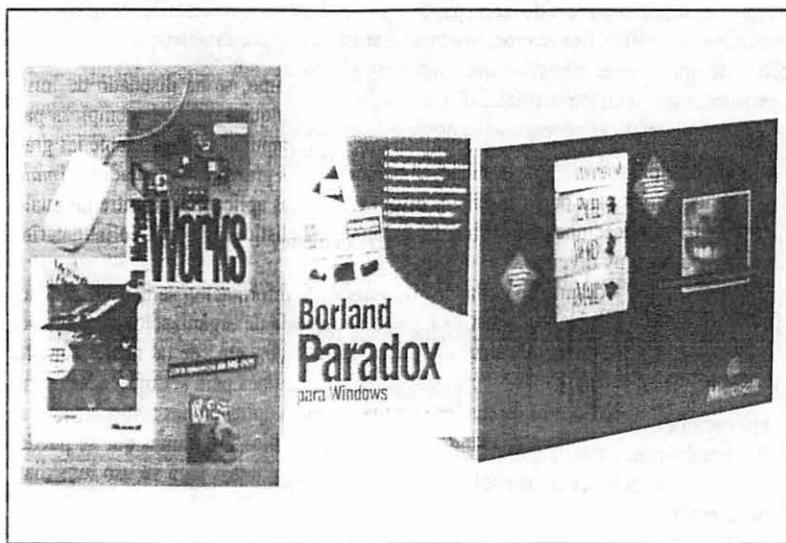


Figura 11.3. Software estándar.

11.5.1. Procesador de textos

Del software de aplicación existente, los procesadores de texto constituyen los programas más difundidos y usados. Se utilizan para crear, manejar e imprimir todo tipo de documentos como cartas, artículos, informes e incluso libros completos. Las ventajas que aportan respecto de la utilización de la clásica máquina de escribir son evidentes: los textos pueden ser modificados y corregidos (borrar, insertar, sustituir) antes de ser impresos en papel e incluso posteriormente, ya que puede quedar almacenado en un soporte permanente y ser recuperado en cualquier otro momento. Además, facilita enormemente la presentación o formato de los documentos, la justificación, el sangrado, el interlineado, la numeración de las páginas, la inclusión de títulos, cabeceras y notas a pie de página, etc.

Algunas de las características que incluyen los procesadores de textos son las siguientes:

- Colocación y modificación de márgenes y tabuladores, autoajuste (retorno automático) y centrado de textos.
- Manejo de bloques de texto, movimiento, copia, borrado.
- Resaltado y subrayado de texto.
- Búsqueda y sustitución automática de cualquier cadena de caracteres a lo largo de todo el documento.

Otras características adicionales que se van incorporando a la mayoría de estas aplicaciones y que permiten obtener presentaciones casi profesionales son:

- Utilización de una amplia gama de tipos de escritura, incluyendo caracteres especiales y símbolos científicos.
- Numeración automática de páginas y epígrafes.
- Generación automática de índices y apéndices.
- Inclusión de gráficos junto con el texto.
- Utilización de varias columnas.
- Corrección ortográfica automática.
- *Thesaurus*, que facilita una lista de sinónimos, antónimos y derivadas de cualquier palabra seleccionada.
- Importación y exportación de textos, tablas, ilustraciones o gráficos desde o hacia otros documentos, e incluso mediante conversión de formato al de otros fabricantes automáticamente.

En muchas de estas aplicaciones, el uso de todas estas posibilidades queda reflejado en el documento mediante códigos internos, dirigidos principalmente al control de la impresión en papel, de tal manera que la presentación en pantalla difiere de la real. Este inconveniente ha sido abordado y superado en muchos casos, aprovechándose de las nuevas posibilidades gráficas de los monitores y el aumento de la velocidad de proceso mediante las denominadas aplicaciones WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), que permiten trabajar directamente en pantalla con la presentación final del documento.

Entre los procesadores de textos para PC más conocidos cabe citar entre otros DisplayWrite, WordStar, Microsoft Word, WordPerfect y Lotus Ami Pro (Figura 11.4).

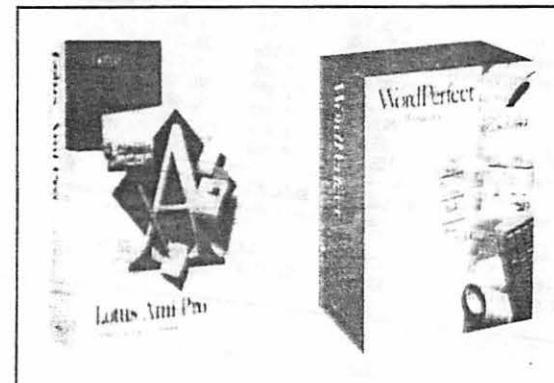


Figura 11.4. Procesadores de texto.

Dentro de esta misma área, existen aplicaciones más potentes y con más posibilidades, usadas preferentemente por los profesionales del sector que se denominan programas de autoedición, entre los cuales podemos citar PageMaker y Ventura Publisher.

11.5.2. Hoja electrónica de cálculo

Las hojas electrónicas de cálculo, abreviadamente hojas de cálculo u hojas electrónicas, consisten en una distribución tabular en filas y columnas de un conjunto de celdas en las que se pueden colocar números, texto, operaciones matemáticas o funciones, con el objetivo de dar respuesta a toda una serie de problemas de cálculo que se adaptan a esta disposición.

	Annual operating budget	JAN Actual	FEB Actual	MAR Actual
Administration	\$215,749	\$17,979	\$17,979	
Facility rental	21,120	1,768	1,768	
Wage & benefit, Operator	476,000	395,28	38,997	
Fuel	62414			
Maintenance				
Insurance				
Public Information				
Depreciation of Busses				
Total costs	\$1,542,685	\$124,391	\$129,716	\$8
Total miles	421,991	35,219	32,461	
Cost per mile	\$3,6557	\$3,5319	\$3,3961	ERR

Figura 11.5. Aplicación de hoja de cálculo.

Tratan de sustituir el trabajo de lápiz, papel y calculadora en la realización de balances, presupuestos, análisis financieros, cuadros de amortizaciones, estadísticas y un largo etcétera de operaciones contables que impliquen el uso de cantidades en las que se pueda establecer una relación matricial (Figura 11.5).

Entre las características generales que posee esta aplicación destacan su facilidad de manejo, su gran campo de aplicación y las siguientes posibilidades de realización:

- Descripción de operaciones o funciones en cualquier celda cuyo resultado es calculado automáticamente y actualizado (recalculado) en caso de modificar algún dato.
- Inclusión de rótulos, cabeceras, líneas de totales y cualquier otro tipo de texto.
- Obtención de representaciones gráficas de los resultados (diagramas de barras, de sector, poligonales, etc.).
- Intercambio de los datos, total o parcialmente (exportar e importar), con otras aplicaciones.
- Presentación en pantalla o impresora de las hojas.
- Unión de varias hojas en una sola, así como disagregación de una en varias independientes.

Entre las principales aplicaciones de este tipo en el mercado están Microsoft Excel, Quattro Pro y Lotus 1-2-3 (Figura 11.6).



Figura 11.6. Hojas electrónicas de cálculo.

11.5.3. Gestor de base de datos

El concepto de base de datos ha sido tratado en el Capítulo 6, así que nos ocuparemos aquí de exponer brevemente las características del software estándar desarrollado al efecto para computadoras personales.

Se denomina sistema de gestión de bases de datos (SGBD), o simplemente gestor de base de datos, a una aplicación que permite manejar un conjunto grande de datos organizados en archivos e interrelacionados entre sí.

Un archivo estará formado por un número variable de registros, cada uno de los cuales contendrá una información individual mediante un número predeterminado de campos. La gran importancia que tiene la localización y el rápido acceso a cualquiera de los registros a partir del valor de uno de sus campos hace que sea fundamental una buena organización y un buen sistema de acceso.

De los modelos de bases de datos existentes, el que más éxito ha alcanzado, y especialmente en las aplicaciones de las computadoras personales, es el *modelo relacional*, en el cual la información está organizada en forma de tabla o relación.

Las características más comunes que proporcionan los gestores de bases de datos son las siguientes:

- Recuperación y visualización de los registros, permitiendo la modificación de los mismos al momento.
- Facilidad de actualización (añadir, borrar y modificar registros).
- Posibilidad de mantener el archivo ordenado por varios campos distintos mediante indexación, lo que acorta el tiempo de acceso a los registros y permite recuperarlos con distintas ordenaciones.
- Creación de pantallas de presentación personalizadas.
- Facilidad de obtención de informes y documentos con diversos formatos.
- Importación y exportación de datos con otras aplicaciones.
- Compartición de los datos por distintos usuarios mediante una red.
- Utilización de funciones estándar para las operaciones más habituales.
- Disposición de un lenguaje de programación específico para el diseño de aplicaciones de usuario.

Pertenecen a este tipo de aplicaciones Paradox, Microsoft Access y dBase (Figura 11.7). También se han incorporado a los sistemas personales algunas bases de datos más potentes diseñadas inicialmente para sistemas más grandes, como Oracle e Informix.

11.5.4. Gestor de gráficos

Un programa gestor de gráficos permite crear y manipular imágenes gráficas. Para ello, en primer lugar es necesario que el equipo disponga de unas mínimas capacidades gráficas, es decir, una tarjeta de gráficos, un monitor de color con suficiente resolución y un procesador lo suficientemente rápido para procesar las imágenes de una forma eficaz. Actualmente, la mayoría de computadoras personales poseen estas capacidades. La Figura 11.8 muestra la presentación en pantalla de un gestor de gráficos.

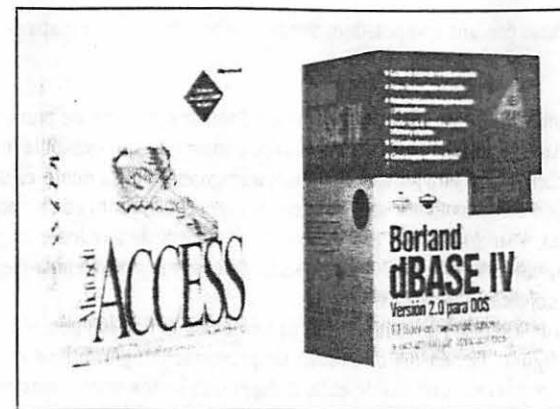


Figura 11.7. Gestores de bases de datos.

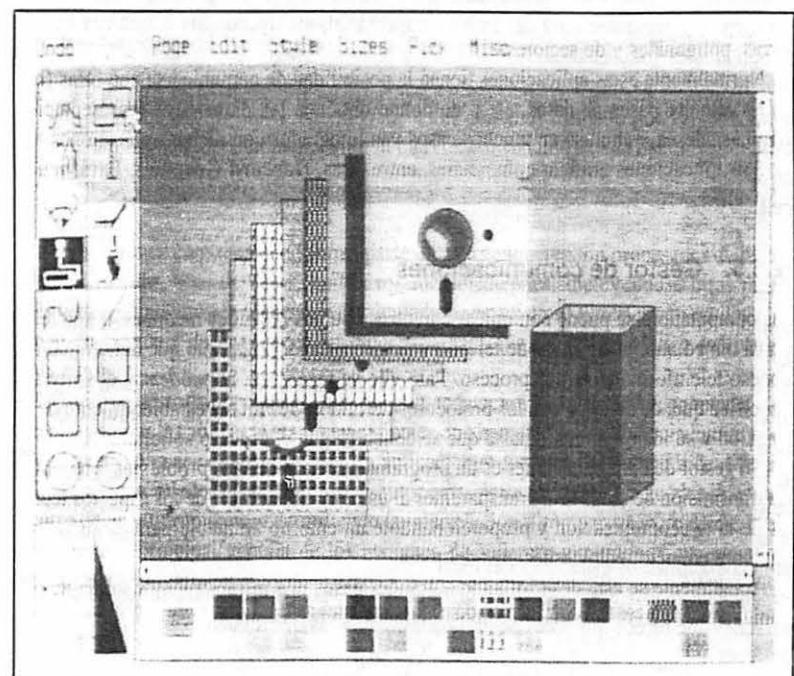


Figura 11.8. Pantalla de gráficos.

Los gráficos usados con una computadora pueden ser de dos tipos: de mapa de bits y vectoriales.

- **Gráficos de mapa de bits (*bitmap*).** También llamados gráficos de puntos o de *pixels*, se representan internamente con el conjunto de puntos que conforman la imagen. Hay que tener en cuenta que para su manejo y almacenamiento, cada punto es un elemento de información compuesto por sus coordenadas (posición) junto con su color (o intensidad de grises), y un gráfico de resolución media consta de alrededor de medio millón de puntos. Se utilizan a menudo para, a partir de una imagen obtenida mediante *scanner*, retocarla, colorearla, sombrearla, etc.

- **Gráficos vectoriales.** Se representan internamente con la función geométrica correspondiente a la figura. Tienen mejor calidad de presentación, permitiendo modificaciones en sus proporciones, cambio de escala, desplazamientos, giros, ajustes, etc., por lo que son los gráficos usados en las aplicaciones de diseño asistido por computadora (CAD).

Dentro de la gran cantidad de software existente para gráficos, un grupo muy importante lo constituyen las aplicaciones de gráficos estadísticos o gráficos de gestión, cuyas posibilidades están limitadas básicamente a la obtención de las gráficas usadas en los documentos y presentaciones del ámbito empresarial, incluyendo los diagramas de barras, poligonales y de sectores.

Normalmente estas aplicaciones tienen la posibilidad de comunicarse con otras (hojas de cálculo, bases de datos, etc.), de donde obtienen los datos cuya representación gráfica se desea, e incluso en muchos casos van integrados con dichas aplicaciones.

Son aplicaciones gráficas comerciales, entre otras, Harvard Graphics, Paintbrush y CorelDraw.

11.5.5. Gestor de comunicaciones

Una computadora se puede comunicar con otros equipos distantes mediante la red telefónica o mediante otras líneas de telecomunicación, dando lugar a lo que denominamos proceso teleinformático o teleproceso. Para ello se necesitará un *módem* y el software específico que, de acuerdo con los protocolos definidos, permita el establecimiento de la conexión y su mantenimiento hasta que se concluya con el proceso solicitado.

Un gestor de comunicaciones es un programa que hace que los problemas inherentes a la transmisión de datos sean transparentes al usuario, liberándole de los aspectos técnicos de la telecomunicación y proporcionándole un entorno amigable para el que no se requieran conocimientos especiales del tema.

Actualmente se está desarrollando a grandes pasos una infraestructura sólida de comunicaciones que ofrece múltiples posibilidades, como las que siguen:

- Conexión a otra computadora remota.
- Acceso a grandes computadoras (*mainframes*).
- Acceso a bases de datos.

- Correo electrónico (EMS, *Electronic Mail Services*).
- Intercambio de mensajes (BBS, *Bulletin Board System*).
- Operaciones entre bancos (EFT, *Electronic Funds Transfer*).
- Intercambio entre empresas (EDI, *Electronic Data Interchange*).

En el Capítulo 8 se presentó la gama de servicios ofrecidos por empresas privadas y organismos públicos a través de las redes públicas de telecomunicación, que de forma conjunta se denominan servicios de valor añadido o VAN (*Value-Added Network*).

Una computadora personal con un mínimo de equipamiento de comunicaciones (módem o tarjeta de comunicaciones) y el software correspondiente se puede conectar a otra computadora, a una red local o a una red abierta. De esta manera, adquiere una nueva característica, denominada **conectividad**, que le permite hacer uso de una serie ilimitada de recursos distribuidos a lo largo del planeta. Por ejemplo, mediante una línea de teléfono se puede emular un terminal videotex o un fax.

Entre las múltiples aplicaciones comerciales para gestionar las comunicaciones de una computadora personal a distintos niveles se encuentran Carbon Copy, LapLink, ProComm y CommWorks.

11.6. PAQUETES DE SOFTWARE INTEGRADO

Un paquete de software integrado es el conjunto formado por varias aplicaciones relacionadas entre sí, que constituyen una unidad operativa.

Las aplicaciones comunes que forman parte de estos paquetes son procesador de textos, hoja de cálculo, base de datos, gráficos y comunicaciones. Incluyéndose otras menos habituales como agenda electrónica, calculadora, estadística, bibliotecas, utilidades e incluso un lenguaje de programación específico para que el usuario realice sus propias aplicaciones.

Este tipo de software, que gozaba de gran aceptación hasta la fecha, comienza a ser desplazado por las aplicaciones independientes que han evolucionado hacia lo que podemos llamar *software integrable*, esto es, aplicaciones distintas del mismo o de diferente fabricante que pueden usarse de forma autónoma, pero que también pueden funcionar dentro de un entorno común permitiendo la interrelación y compartición de datos, lo que constituía la principal ventaja de los paquetes de software integrado. Concretamente, desde el surgimiento del entorno operativo Windows, los diseñadores de software hacen sus aplicaciones integrables en ese sistema e intercomunicables con las demás aplicaciones instaladas.

Algunos de los paquetes de software integrado para computadoras personales más conocidos son: Assistant, FrameWork, Open Access, Symphony, SmartWare y Works.



RESUMEN

El software es la componente inmaterial de un sistema informático que instruye y dirige al procesador para la realización de cualquier tarea que se le encomienda. Está constituido por un conjunto de programas que, según sus funciones, se clasifican en software del sistema y software de aplicación.

El software del sistema se ocupa de la gestión interna de la computadora y sus recursos. Forman parte de éste el sistema operativo, los entornos operativos, los compiladores e intérpretes y los programas de utilidad.

El software de aplicación lo constituyen los programas encargados de realizar las tareas específicas o aplicaciones de cualquier ámbito que se llevan a cabo por medio de la computadora.

Los principales sistemas operativos que se instalan actualmente en computadoras personales son el DOS, el OS/2, el de Macintosh y el Unix.

Entre los entornos operativos destaca Windows, un interfaz gráfico que funciona sobre el DOS y le incorpora algunas características que no poseía, como la multitarea, el intercambio dinámico de datos y el acceso a una mayor memoria central.

Entre los programas de aplicación, denominamos software a medida al que se diseña a petición de un cliente o usuario para la realización de una tarea propia y específica. Por el contrario, el software estándar lo constituye el conjunto de programas diseñados para la realización de una gran variedad de tareas habituales y dirigidos a un gran número de usuarios.

Las denominadas aplicaciones estándar abarcan tareas muy diversas de cualquier ámbito laboral y empresarial, pero entre ellas hay unas cuantas de máxima difusión, empleadas por la práctica totalidad de usuarios de computadoras que son: procesador de texto, hoja electrónica de cálculo, gestor de base de datos, gestor de gráficos y gestor de comunicaciones. Normalmente, se comercializan soportadas en uno o varios discos flexibles y acompañadas de la correspondiente documentación (manual de usuario y guía de referencia), junto con un contrato de protección legal del copyright.

Un procesador de textos sirve para crear, manejar e imprimir todo tipo de documentos. Sustituye la utilización de la clásica máquina de escribir aportando numerosas ventajas sobre ella.

La hoja de cálculo sustituye el uso de lápiz, papel y calculadora en una gama variada de operaciones en las que intervienen cantidades que se organizan en filas y columnas.

El gestor de base de datos permite el manejo eficaz de una gran cantidad de datos relacionados entre sí, permitiendo establecer distintas ordenaciones, ac-

ceder rápidamente a cualquier registro y obtener listados parciales en pantalla o impresora.

Las aplicaciones gráficas pueden manejar dos clases de gráficos: de mapa de bits o vectoriales. Mediante ellas se pueden obtener y manejar tanto gráficos estadísticos que correspondan a un determinado conjunto de valores pertenecientes a otra aplicación, como dibujos e imágenes más complicadas de cualquier tipo.

Los programas de comunicaciones permiten que una computadora personal se conecte con otra o que acceda a una red para disponer de los recursos de la misma. Entre las posibilidades ofrecidas por una red figura toda una gama de servicios ofrecidos por empresas públicas o privadas que constituyen lo que se denominan servicios de valor añadido o VAN, como el videotex y el correo electrónico.

Los diseñadores de software han integrado las anteriores aplicaciones estándar (procesador de textos, hoja de cálculo, base de datos, gráficos y comunicaciones) para permitir su uso conjunto y la comunicación entre los diferentes procesos, dando lugar a lo que se conoce con el nombre de paquete de software integrado. Aunque, a priori, presenta algunas ventajas respecto de las aplicaciones independientes, éstas se constituyen cada vez más en software integrable, lo cual añade a sus características iniciales las de poder integrarse en un entorno operativo de la misma manera que se hace en un paquete de software integrado.

LISTA DE TÉRMINOS



Access	Conectividad
Ami Pro	CorelDraw
Aplicación	dBase
Aplicaciones a medida	Diagrama de barras
Aplicaciones estándar	Diagrama de sectores
Assistant	Diagrama poligonal
Autoedición	DisplayWrite
BBS (<i>Bulletin Board System</i>)	DOS (<i>Disk Operating System</i>)
Bitmap	EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>)
Carbon Copy	EFT (<i>Electronic Funds Transfer</i>)
CommWorks	EMS (<i>Electronic Mail Services</i>)
Compilador	Entorno operativo

Excel
 FrameWork
 Gestor de base de datos
 Gestor de comunicaciones
 Gestor de gráficos
 Gráfico de gestión
 Gráfico de mapa de bits
 Gráfico estadístico
 Gráfico vectorial
 Guía de referencia
 Harvard Graphics
 Hoja electrónica de cálculo
 Informix
 Intercambio dinámico de datos
 Interfaz de usuario
 Intérprete
 LapLink
 Lotus 1-2-3
 Macintosh
 Mainframe
 Manual de usuario
 Modelo relacional
MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System)
 Multitarea
 Multiusuario
 Ofimática
 Open Access
 Oracle
OS/2 (Operating System/2)
 PageMaker

PaintBrush
 Paquete de software integrado
 Paradox
 PC-compatible
 Procesador de textos
 ProComm
 Programa de computadora
 Quattro Pro
 Scanner
 Servicios de valor añadido
 Simphony
 Sistema operativo
 SmartWare
 Software
 Software a medida
 Software de aplicación
 Software de sistema
 Software estándar
 Software integrable
 Software integrado
 Unix
 Utilidades
VAN (Value-Added Network)
 Ventura Publisher
 Windows
 Word
 WordPerfect
 WordStar
 Works
WYSIWYG (What You See Is What You Get)

CUESTIONES

1. Indique la clasificación del software y los componentes de cada clase.
2. ¿Qué es un entorno operativo?
3. ¿Cuáles son los principales inconvenientes del sistema DOS?
4. ¿Cuál es la diferencia entre intérprete y compilador?
5. ¿Qué es el software a medida?
6. ¿Con qué documentación se acompaña normalmente una aplicación estándar?
7. ¿Qué caracteriza a las aplicaciones WYSIWYG?
8. ¿Qué es un programa de autoedición?
9. ¿Qué es la conectividad?
10. ¿En qué consisten los gráficos de gestión?
11. ¿Cuál es la diferencia entre software integrado y software integrable?

TEST DE REPASO

1. El software ocupado de la gestión interna de la computadora se denomina:
 - a) Interno.
 - b) De gestión.
 - c) De sistema.
 - d) De aplicación.
2. ¿Cuál de los siguientes es un sistema multiusuario?
 - a) Windows.
 - b) Unix.
 - c) DOS.
 - d) Todos ellos.

3. ¿Cuáles de las siguientes aplicaciones no se puede considerar de software estándar?
 - a) Procesador de textos.
 - b) Contabilidad.
 - c) Gestor de base de datos.
 - d) Monitorización de pacientes.

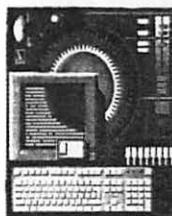
4. Del software estándar, ¿cuál es la aplicación más difundida y usada?
 - a) Gestor de base de datos.
 - b) Comunicaciones.
 - c) Procesador de textos.
 - d) Hoja de cálculo.

5. El modelo de base de datos utilizado generalmente en las aplicaciones estándar es:
 - a) Jerárquico.
 - b) Red.
 - c) Relacional.
 - d) dBase.

6. El establecimiento de varias ordenaciones en un archivo de base de datos se realiza mediante:
 - a) Indexación.
 - b) Reorganización.
 - c) Reordenación.
 - d) Jerarquización.

7. Los gráficos representados internamente mediante su función geométrica se denominan:
 - a) Geométricos.
 - b) Vectoriales.
 - c) Bitmap.
 - d) De gestión.

8. El módem es un equipamiento necesario en las aplicaciones de:
 - a) Bases de datos.
 - b) Gráficos.
 - c) Comunicaciones.
 - d) Todas las anteriores.



CAPÍTULO 12

Computadora y sociedad

12.1 INTRODUCCIÓN

Los cambios tecnológicos habidos en los últimos años han alterado profundamente el tejido de nuestra sociedad y han cambiado en gran medida nuestros modos de proceder.

Una de las principales protagonistas de esta situación es la computadora, concebida como una herramienta útil para la resolución de una gran variedad de problemas complicados y para realizar de forma rápida y eficaz las tareas *pesadas*, bien por su tamaño, por su minuciosidad o por ser rutinarias.

En la actual sociedad es impensable la vida diaria sin el uso de las computadoras. Han llegado a ser tan imprescindibles en multitud de aspectos cotidianos que sin ellas la actividad se colapsaría.

Una gran cantidad de servicios al igual que muchos procesos de fabricación dependen de su correcto funcionamiento. Se puede decir que nos hemos acostumbrado a verlos y a tenerlos próximos, al igual que cualquier otro aparato corriente, y no les prestamos mucha atención. Están en el banco si vamos a sacar dinero, en el supermercado cuando abonamos la compra, al comprar o reservar un billete de tren, barco o avión, en el hospital si vamos a hacernos un análisis, en la oficina de empleo, en el hotel, en la escuela, en el ayuntamiento, etcétera.

Por otro lado, cualquier empresa u organismo necesita manejar una gran cantidad de información para la consecución de sus fines, y de la eficacia con que lo haga dependerá en gran medida el éxito en el logro de los mismos. La computadora ha facilitado enormemente esta tarea, pero también ha posibilitado que se puedan producir abusos, especialmente en lo que respecta a la posesión y uso de datos personales.

12.2 LAS BASES DE DATOS DE INFORMACIÓN PERSONAL

A principios de la década pasada se comenzaron a crear los grandes *bancos de datos* informatizados o bases de datos de información personal por parte de los organismos

públicos de los países occidentales, con el fin de centralizar la información personal más completa posible de los individuos en cada país y ponerla a disposición de los distintos departamentos implicados. La Figura 12.1 muestra el aspecto de una gran base de datos.



Figura 12.1. Base de datos.

Una crítica bastante extendida en contra de la existencia de estos bancos de datos centralizados radica en la capacidad de atentar o destruir la vida privada de los ciudadanos, siendo ésta un derecho reconocido por parte de todas las legislaciones occidentales. La computadora que manejase una base de datos de estas características tendría la capacidad de dibujar un *perfil personal* tan detallado de cualquier individuo, que su valoración y conocimiento por parte de terceros le podría dejar indefenso y causarle graves perjuicios en cualquier actividad que emprendiera.

Por distintos motivos, principalmente técnicos, parece que por el momento no existe la que podríamos llamar *base de datos universal* pero sí permanece la posibilidad amenazante de que llegue a existir. En todo caso la existencia de bases de datos de información personal y el uso que se haga de las mismas implican un peligro potencial para la intimidad de los individuos, cuyos derechos han de ser protegidos por el Estado y por sus leyes.

Se describen a continuación algunas de las bases de datos de información personal que poseen los distintos departamentos del Estado, con la información en ellas registrada.

- **Interior. Documento Nacional de Identidad:** Domicilio, lugar de nacimiento, edad, fotografía, huella dactilar.

- **Interior. Tráfico:** Carné de conducir, permiso de circulación, infracciones, suspensiones.
- **Trabajo. Seguridad Social:** Contratos de trabajo, bajas médicas, pensiones.
- **Hacienda. Tesoro:** Patrimonio, ingresos, finanzas.
- **Hacienda. Estadística:** Datos del padrón y censo electoral.
- **Defensa:** Datos del servicio militar y personal militar.
- **Sanidad:** Información médica y personal sanitario.
- **Presidencia:** Funcionarios y empleados públicos.
- **Justicia. Registro Civil:** Nacimientos, defunciones, estado civil.
- **Educación:** Información escolar.
- **Transportes. Telefónica:** Registro de abonados.
- **Ayuntamientos:** Contribución urbana, impuesto de circulación, empadronamiento, reclutamiento.

Algunos de los bancos de datos anteriores no son muy operativos por estar poco elaborados y automatizados, pero otros si lo son, funcionando a pleno rendimiento.

Además de los organismos públicos, muy diversas entidades privadas registran nuestros datos personales. La siguiente lista presenta distintas acciones que puede realizar un individuo y que implican que sus datos pasan a engrosar algún banco de datos de información personal, público o privado.

- Declarar impuestos.
- Obtener un permiso de conducir, de circulación, de trabajo, de edificación.
- Realizar una demanda de empleo.
- Obtener un empleo.
- Comprar un automóvil, una vivienda, acciones.
- Incorporarse a alguna asociación.
- Crear una sociedad o asociación.
- Crear o comprar una empresa o negocio.
- Empadronarse en una localidad.
- Matricularse en una escuela, instituto o universidad
- Abrir una libreta o cuenta corriente.
- Solicitar un crédito o una tarjeta de crédito.
- Contratar los servicios de agua, gas, electricidad, teléfono, seguros, agencias de viajes, etcétera.

Debido a la gran cantidad de datos existentes sobre los individuos y a su dispersión, se pueden presentar problemas que afecten directamente a la vida de las personas, empezando por la inexistencia de garantías sobre la precisión, consistencia, integridad y corrección de los mismos, continuando por un cierto margen de error en los programas y equipos de tratamiento de datos y terminando por el posible uso descontrolado y no autorizado o fraudulento de la información personal.

En definitiva, teniendo en cuenta la convivencia y la necesidad práctica de la existencia de bases de datos personales, será preciso establecer medidas de seguridad por

parte de sus gestores que eliminan o minimicen los aspectos negativos antes citados, es decir, que se cumplan los siguientes requisitos:

- Precisión, consistencia, integridad y corrección de los datos.
- Manejo y proceso correcto de los mismos.
- Uso exclusivo para el fin para el que fueron creados.

12.3. LEYES SOBRE PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN PERSONAL

Según lo expuesto en el apartado anterior es clara la posibilidad de que el ciudadano quede desprotegido e indefenso ante el poder que reside en la acumulación de información personal, lo que podría dar lugar a limitar el derecho a la intimidad y a la vida privada reconocido universalmente.

Los gobiernos de los estados occidentales han tenido que arbitrar medidas legales para proteger al ciudadano de esta amenaza. Algunas de estas legislaciones tienen ya varios años de funcionamiento, pero otras, como la española, son bastante recientes.

La legislación española, que se encuentra en fase de desarrollo, necesita aún algún tiempo hasta que consiga plena vigencia y se pueda aplicar de manera efectiva. Contempla la protección de la información personal automatizada en el *Artículo 18.4 de la Constitución*, aprobada por las Cortes y mediante referéndum nacional el año 1978, cuyo texto es el siguiente:

«La ley limitará el uso de la informática para garantizar el honor y la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y el pleno ejercicio de sus derechos».

12.3.1. Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal (LORTAD)

El 29 de octubre de 1992 se promulgó la Ley Orgánica 5/92 de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal, en cumplimiento del mandato constitucional citado en el apartado anterior y quedando conformada como la ley básica que protege el derecho a la privacidad de los ciudadanos frente a los posibles abusos derivados del mantenimiento y utilización de las bases de datos de información personal: «La Ley está animada por la idea de implantar mecanismos cautelares que prevengan las violaciones de la privacidad que pudieran resultar del tratamiento de la información».

Establece algunos principios importantes recogidos de los convenios europeos ratificados por España, entre los cuales se encuentran:

- Calidad de los datos (exactos, adecuados, veraces).
- Integridad y seguridad.

- Derecho de información, consentimiento, acceso, rectificación y cancelación por el afectado.
- Prohibición de cesión de datos salvo en algunos casos y mediante el consentimiento previo del afectado.
- Limitación del movimiento internacional.

Se crea una Agencia de Protección de Datos, con capacidad inspectora y sancionadora, encargada del control de las bases de datos de información personal, públicas y privadas, y de facilitar a los ciudadanos el ejercicio de los derechos mencionados anteriormente. Además, esta agencia integra el denominado Registro General de Protección de Datos donde deberá inscribirse, previa autorización, todo archivo de datos personales existente o que vaya a crearse.

En definitiva esta ley sienta una amplia y sólida base sobre la que han de descansar los usos de la informática, respetando el derecho a la privacidad de los ciudadanos.

Se complementa esta normativa con algunos otros principios legales que hacen referencia indirecta a la protección de la información personal en cuanto al secreto de las comunicaciones, libertad de expresión, etcétera.

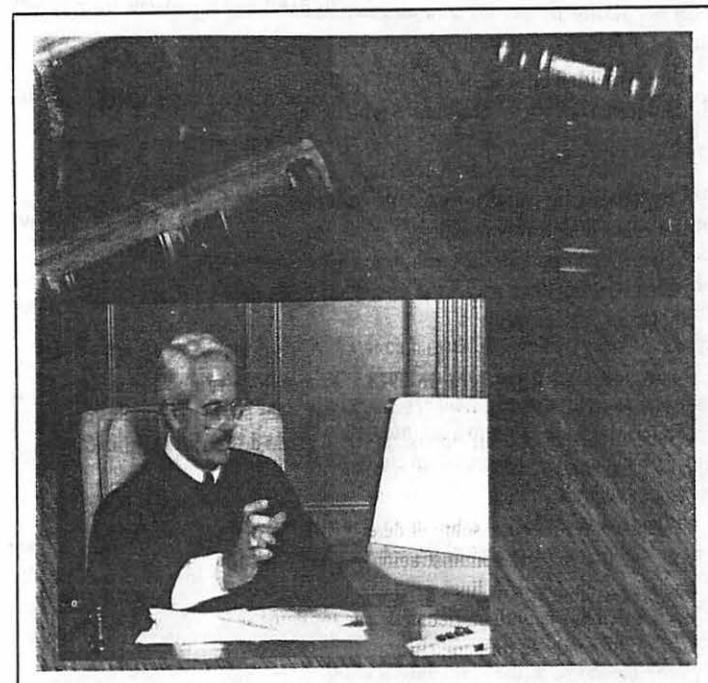


Figura 12.2. La informática y la ley.

12.3.2. Otras leyes de protección de datos

Como ejemplo comparativo veremos a continuación algunas de las disposiciones legales de los Estados Unidos, con varios años de uso efectivo. De entre las varias *actas o leyes básicas federales* relativas al control del uso de información personal, exponemos a continuación tres de las principales:

- **Acta de privacidad de 1974.** Se refiere a la protección de la privacidad de los individuos cuyos datos personales figuran en bancos de datos del Gobierno Federal. Sus mandatos básicos son los siguientes:

- Prohibición de la existencia de bancos de datos secretos de información personal.
- Posibilidad del individuo de conocer qué información acerca de él existe y cuál va a ser su uso.
- Posibilidad del individuo de corregir o rectificar la información registrada sobre él.
- Prohibición de utilizar la información personal para otro propósito diferente de aquél para el que fue recopilada sin el permiso del individuo.
- Toda organización que recopile, use o distribuya información personal debe establecer los medios necesarios para asegurar su fiabilidad y prevenir los posibles abusos que se puedan realizar con la misma.

- **Acta de privacidad educacional de 1974.** Protege la información registrada en instituciones docentes públicas. Sus puntos principales son:

- Los datos sólo pueden ser recopilados por aquellos autorizados por la ley.
- Los padres y los estudiantes han de tener posibilidad de acceso a las informaciones educacionales sobre ellos.
- Solamente se permite la comunicación de esta información a las instituciones educativas públicas para usos administrativos, y a las autoridades en algunos supuestos legales.

- **Acta de privacidad financiera de 1978.** Proporciona protección a los individuos restringiendo el acceso del Gobierno a las informaciones sobre los clientes de los bancos e instituciones financieras, establece así un cierto grado de confidencialidad de los datos financieros personales.

Otras de estas leyes tratan sobre el derecho a la privacidad, teniendo en cuenta que en general sólo afectan a la administración pública federal y que los diferentes estados han dictado leyes en la misma línea pero adaptadas a sus ámbitos respectivos, destacando en muchas de ellas la obligatoriedad de que los datos sean *relevantes, actualizados y precisos*, y prohibiendo su difusión sin autorización.

No obstante no han sido reguladas suficientemente las prácticas de las instituciones privadas respecto al uso de datos personales, quizás por temor al impacto de una regulación así o por no tener totalmente clarificado el concepto de privacidad de la información.

Por último reseñar que las legislaciones respectivas de los demás países occidentales se basan en los mismos principios, ya expuestos, de protección de los derechos de los individuos, especialmente el derecho a la intimidad y vida privada.

12.4 APPLICACIONES DE LA COMPUTADORA

Resumiremos en este apartado algunas de las diferentes aplicaciones y usos de la computadora en la actualidad, teniendo en cuenta que cada día aparece alguna nueva y que su potencial parece ilimitado debido a sus principales características:

- Gran capacidad de almacenamiento y manejo de información.
- Alta precisión y rapidez en la realización de cálculos, por complicados que éstos sean.

Otro factor que afecta al crecimiento de las aplicaciones de la computadora es el hecho de que su coste disminuye continuamente, habiéndose extendido su uso a pequeñas empresas, establecimientos y a los profesionales liberales.

Entre las muchas y muy diversas aplicaciones actuales de la computadora podemos citar las siguientes:

- Gestión empresarial.
- Industriales.
- Técnico-científicas.
- Médicas.
- Militares.
- Financieras.
- Educativas.

12.4.1. Gestión empresarial

Uno de los mayores impactos de la Informática ha sido el que ha afectado a los trabajos administrativos de la oficina, dando lugar a una nueva técnica conocida con el nombre de Ofimática (Figura 12.3). Algunas de las tareas administrativas que se pueden realizar con la computadora son la gestión de personal, proceso de nóminas, control de inventarios, gestión de almacén, facturación, contabilidad, correspondencia, etcétera.

Otras herramientas importantes de la gestión administrativa automatizada son los sistemas de información, imprescindibles en las empresas modernas y competitivas, cuyo objetivo principal es la ayuda a la toma de decisiones a partir del análisis de todos los datos relacionados con el negocio.

12.4.2. Aplicaciones industriales

La computadora también ha ocupado su lugar en los procesos de fabricación, siendo sus principales usos el control de procesos industriales, robótica industrial, diseño y fabrica-



Figura 12.3. Ofimática.

ción asistidos por computadora (CAD/CAM, *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*), etcétera.

12.4.3. Aplicaciones técnico-científicas

Son multitud las tareas que se realizan dentro de esta área por medio de la computadora o con su ayuda. En cualquier campo de la investigación se ha constituido en herramienta imprescindible. Algunas de las aplicaciones técnico-científicas principales son: la predicción meteorológica, el control ambiental, control de tráfico, control de comunicaciones, control de satélites e ingenios espaciales, programas de simulación, etcétera (Figura 12.4).

12.4.4. Aplicaciones médicas

La utilidad de la computadora en la medicina va desde el control clínico de pacientes hasta la investigación de nuevos métodos de tratamiento de enfermedades. Se pueden citar entre otras el diagnóstico clínico, mantenimiento de historiales, control de pacientes en cuidados intensivos, analítica, ecografía, *scanner* o TAC (*Tomografía axial computarizada*), etc. (Figura 12.5).

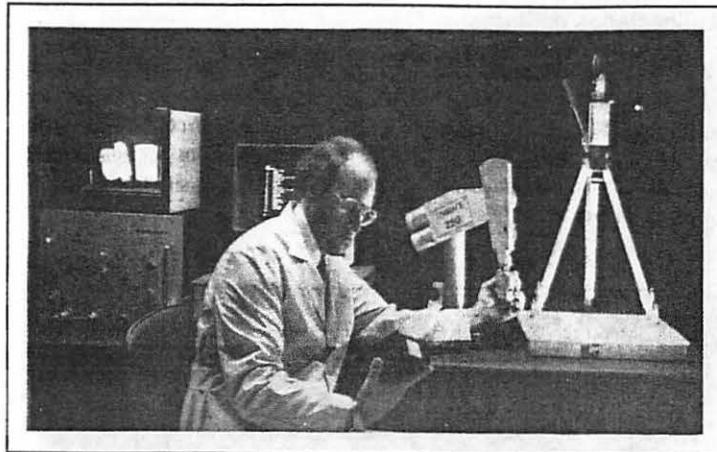


Figura 12.4. Informática científica.



Figura 12.5. Informática médica.

12.4.5. Aplicaciones militares

El uso de la computadora por parte de los gobiernos en aplicaciones militares ha sido pionero y predecesor frente a las demás aplicaciones. Como ejemplo baste decir que el Departamento de Defensa de los Estados Unidos es el mayor consumidor-usuario de informática en el mundo. Destacan los sistemas computerizados de radar, conducción automatizada de misiles, espionaje militar por satélite artificial, sistemas de seguridad y defensa, etc. (Figura 12.6).



Figura 12.6. Sistema de radar.

12.4.6. Aplicaciones financieras

Los mercados financieros también se encuentran afectados hasta en sus cimientos por el uso de las tecnologías de la información. Las posibilidades de intercambiar ideas, realizar transacciones y transferir fondos a través de las redes teleinformáticas internacionales permiten a los ejecutivos financieros competir en una economía global.

Para dar soporte a esta economía global, se ha creado, propiciado por la industria bancaria, un sistema de transferencia electrónica de fondos (EFT, *Electronic Funds Transfer*), que simplifica al máximo la realización de movimientos de dinero entre bancos. El éxito del sistema es tal que se comienza a hablar del *dinero de plástico* o del *dinero electrónico*, como sustituto del metálico, los cheques y otros documentos bancarios.

La Figura 12.7 muestra un cajero automático a través del cual se pueden realizar diversas operaciones bancarias usando una tarjeta de crédito.

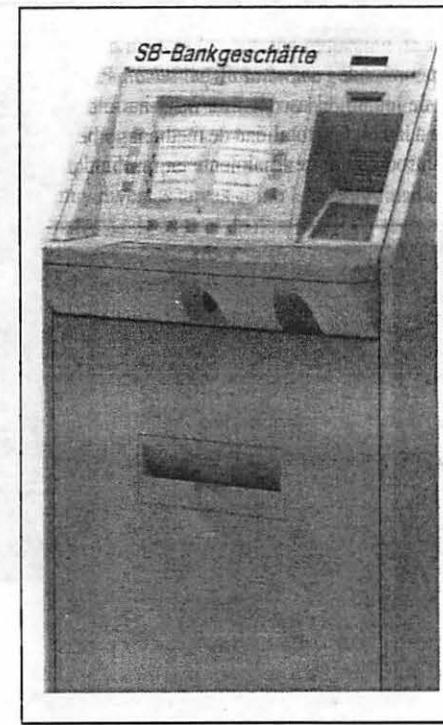


Figura 12.7. Cajero automático.

12.4.7. Aplicaciones educativas

El efecto de las computadoras en la educación se ha de contemplar desde dos puntos de vista. Por un lado la necesidad de incluir la informática como materia en los planes de estudios, ya que, como queda claro, la computadora es ya una herramienta esencial en todos los ámbitos y por tanto es necesario que cualquier persona formada posea los conocimientos necesarios para su utilización y aprovechamiento. En segundo lugar la computadora ha demostrado ser un complemento muy útil en la formación de los estudiantes en cualquier área mediante las técnicas de EAO o enseñanza asistida por computadora (CAI *Computer-Aided Instruction*). En esta faceta educativa la computadora proporciona características didácticas importantes como perseverancia, paciencia, disponibilidad continua y atención individual, adaptándose al ritmo de aprendizaje y a los condicionamientos particulares del alumno.

Aún se podrían citar algunas otras aplicaciones no englobadas en los puntos anteriores como *prensa, ocio y entretenimiento* y *las aplicaciones domésticas* que estudiaremos en el apartado siguiente.

12.5 LA COMPUTADORA DOMÉSTICA

Desde que surgió la denominada *computadora personal* (PC Personal Computer) a comienzos de la década de los 80, el uso de esta máquina individual se ha popularizado enormemente llegando a la práctica totalidad de medianas y pequeñas empresas, oficinas y establecimientos, e introduciéndose finalmente en multitud de hogares (Figura 12.8).



Figura 12.8. Computadora personal (PC).

En este fenómeno de introducción de la computadora en los hogares, conocido como *domótica*, ha influido en gran medida la continua reducción de sus precios así como la creación y difusión de una gran cantidad de software general y específico, de aplicación a un elevado número de las tareas que realizamos habitualmente tanto en el ámbito de nuestro trabajo como en el hogar.

Actualmente, la computadora personal se ha convertido en un aparato doméstico más, utilizándose para muy diversas tareas como la contabilidad casera, la planificación de menús y dietas, los sistemas de control de iluminación y temperatura, los sistemas de alarma y seguridad, el ocio y entretenimiento, etcétera.

Asimismo la gran difusión de los paquetes integrados de software estándar ha supuesto la incorporación al trabajo en el hogar de sus aplicaciones: procesador de textos, hoja electrónica de cálculo, base de datos, software de comunicaciones, etcétera.

Mediante la conexión de la computadora a la red telefónica se incorporan otra inmensa cantidad de posibilidades como los sistemas de correo electrónico, acceso a bases de datos de información general, uso de software de red, realización de operaciones bancarias, telecompra, cursos de enseñanza a distancia, etcétera.

12.6. INFRACCIONES INFORMÁTICAS. PIRATERÍA

Se conocen con el nombre de infracciones informáticas a las acciones ilegales en las que las personas que las realizan usan sus conocimientos de la tecnología informática.

Estas acciones pueden alcanzar gran importancia, como el trasvase ilegal de depósitos bancarios, la apropiación indebida de datos personales con fines oscuros o la destrucción de datos ajenos.

Entre esta nueva clase de infractores están los «*hackers*» y los «*crackers*». Ambos se dedican a una actividad similar, acceder sin autorización a los grandes sistemas de computadoras, pero los primeros lo hacen por diversión o como reto personal, mientras que los segundos persiguen malos propósitos: robar información, producir daños en los datos, etcétera.

Otra infracción muy generalizada, conocida popularmente como *piratería informática*, consiste en la copia sin autorización de programas para beneficio personal, y la realización de sistemas para anular las protecciones contra copia que incorporan algunos programas.

El 23 de diciembre de 1993 se dictó en nuestro país la Ley sobre la protección jurídica de programas de ordenador, para defender los derechos de autor de los programadores.

Entre otras disposiciones, establece que serán infractores de estos derechos los siguientes:

« a) quienes pongan en circulación una o más copias de un programa de ordenador conociendo o pudiendo presumir su naturaleza ilegítima.

b) quienes tengan con fines comerciales una o más copias de un programa de ordenador, conociendo o pudiendo presumir su naturaleza ilegítima,

c) quienes pongan en circulación o tengan con fines comerciales cualquier medio cuyo único uso sea facilitar la supresión o neutralización no autorizadas de cualquier dispositivo técnico utilizado para proteger un programa de ordenador. »

12.7. VIRUS INFORMÁTICOS

Los virus informáticos son programas ocultos, normalmente de tamaño reducido, que acompañan a otros programas o archivos de datos, que se trasladan a través de las redes y por medio de los discos duros para introducirse en las computadoras, instalándose en los lugares más recónditos de su memoria con dos objetivos básicos:

- Reproducirse y propagarse, es decir, automultiplicarse y desplazar las copias a cualquier nuevo destino posible.
- Alterar el funcionamiento normal de las computadoras. Algunos son relativamente inocuos y sus únicos efectos consisten en visualizar mensajes en los monitores, pero otros en cambio pueden destruir los datos almacenados, los programas e incluso el sistema operativo de la computadora.

La lista de virus conocidos es interminable y aumenta cada día que pasa. Entre los más famosos están *Viernes 13* y *Troyano*, que han sido detectados en multitud de sistemas de numerosos países.

Para proteger las computadoras se han creado programas *antivirus* o *vacunas* que, instalados en la computadora, detectan el intento de infección, impidiéndolo, o bien si el sistema ya ha sido infectado proceden a su limpieza.

Además de disponer de un buen antivirus, actualizado, conviene tomar las siguientes precauciones para evitar en lo posible los riesgos de contagio:

- Realizar copias de seguridad de los datos y programas periódicamente.
- Acostumbrarse a tener los discos duros protegidos contra escritura.
- No usar el software original. Mantenerlo en reserva y utilizar una copia.
- No prestar el software sin las debidas garantías.
- Evitar el uso de programas y datos de origen dudoso.
- Restringir la incorporación a nuestra computadora del software disponible en las redes públicas.

12.8. EL FUTURO DE LA INFORMÁTICA

Con la difusión y popularización de las computadoras hemos entrado en una nueva era, la de las nuevas tecnologías de la información, cuyo horizonte parece ser la *sociedad automatizada* o *sociedad del ocio* en un futuro no muy lejano. Los observadores consideran que el desencadenante de este hecho, denominado *revolución de la información*, ha causado en la sociedad un impacto muy superior al que causó en su día la revolución industrial.

No es fácil predecir los futuros avances y mucho menos los plazos en que se pueden

llevar a cabo, habida cuenta de que la evolución y desarrollo de la tecnología aumenta a un ritmo cada vez más acelerado. No obstante, a partir de los logros conseguidos y de otros iniciados, se puede vislumbrar el efecto de su implantación masiva en la sociedad.

La gestión de las empresas se realizará de una forma totalmente automatizada, mediante los sistemas de información, eliminando la mayor parte del trabajo manual. Incluso la recogida de datos a partir de documentos escritos se podrá hacer de forma automática mediante lectoras ópticas.

En la industria, el uso de robots con capacidad de cambiar su producción, de un artículo por otro, sin más que modificar su programa, hará posible el abaratamiento de los productos personalizados o de consumo minoritario, fabricados a pequeña escala, al igual que ocurre en la actualidad con la producción en masa.

En el campo de la medicina, las bases de datos, las redes entre hospitales, los sistemas de diagnóstico y los de vigilancia de pacientes, facilitarán la labor de médicos y personal sanitario para salvar vidas, no sólo en los grandes centros urbanos sino en cualquier localidad rural, que dispondrá de las mismas posibilidades a través de las redes de telecomunicación.

En educación, los programas tutoriales de enseñanza asistida por ordenador (EAO) se generalizarán en los centros docentes, lo que facilitará la labor del profesor en la atención individualizada y adaptación a los diferentes ritmos de enseñanza-aprendizaje de los alumnos, así como la atención especializada a los alumnos con algún tipo de discapacidad. Se utilizarán en este área reconocedores y generadores de voz para la comunicación estudiante-computadora. Además, mediante el reconocimiento y análisis de la voz, la computadora podrá evaluar el estado físico y anímico del estudiante, ajustando su programa a las necesidades de éste en cada momento.

En ciencias e ingeniería, los programas de simulación eliminarán la necesidad de costosos modelos a escala, y el proceso estadístico de grandes cantidades de datos facilitará la planificación y la toma de decisiones.

Actualmente se está estudiando el funcionamiento del cerebro humano y de las redes neuronales con el fin de implantar en las computadoras las denominadas técnicas de inteligencia artificial y su posterior aplicación a la robótica.

Existen opiniones contradictorias sobre el efecto que producirán estos avances en la sociedad futura. Unos piensan que proporcionarán mayor libertad individual y una sociedad más humana, por ejemplo, la fabricación controlada mediante computadora implicaría aumento en la productividad, nivel de vida superior, reducción de la jornada laboral y en definitiva un paso fundamental hacia la *sociedad del ocio*. Por el contrario, los pesimistas auguran el dominio y control de la computadora sobre la vida del individuo, social y privada, y su efecto deshumanizador, apuntando como inconvenientes el desplazamiento de trabajadores, la reducción de la privacidad y la «tecnofobia» o temor a las máquinas como esclavizadoras de las personas.

En definitiva, podemos deducir que no todas las aplicaciones de la computadora son beneficiosas y ni siquiera efectivas, pero hemos de considerarlo como una herramienta útil para ayudar a resolver nuestros problemas, y que su efecto sobre los individuos y la sociedad solamente dependerá de la programación que se le proporcione y del uso a que se destine por parte de sus gestores.



RESUMEN

La computadora, concebida como una herramienta útil y eficaz para la resolución y realización de una gran variedad de tareas, es una de las principales protagonistas de los cambios habidos en nuestra sociedad y ha llegado a convertirse en un elemento insustituible en numerosas actividades.

La actual sociedad la usa para diversos fines, entre ellos para la acumulación y tratamiento de grandes cantidades de datos de personas, mediante lo que denominamos bases de datos de información personal.

Estas bases de datos, en muchas ocasiones necesarias para el buen funcionamiento de las empresas y de los organismos públicos, representan un peligro potencial contra los derechos de las personas a la intimidad y a la vida privada. La acumulación de datos sobre un individuo y su valoración pueden reproducir un perfil personal tan completo que atentaría contra los derechos antes citados y podría perjudicarle en sus actividades.

Los estados occidentales han promulgado leyes para proteger a sus ciudadanos frente al posible abuso de la informática. En España, la Constitución, aprobada en el año 1978, ya estableció que los poderes deberían limitar el uso de la informática para garantizar los derechos de los ciudadanos.

En cumplimiento del mandato constitucional, en el año 1992 se promulgó la Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal, que impone limitaciones, condiciones y obligaciones a los propietarios de bases de datos de información personal. Para su seguimiento y control se ha creado un Registro General y una Agencia de Protección de datos.

Existen legislaciones similares en los países de nuestro entorno. Concretamente en Estados Unidos no está muy regulado en lo que respecta a las organizaciones privadas, pero en cambio existe una completa regulación que afecta a los organismos federales, mediante actas o leyes básicas federales.

Entre las múltiples aplicaciones de la computadora en la actualidad podemos citar, por ser de las más habituales, la gestión empresarial, las aplicaciones industriales, militares, técnico-científicas, médicas, financieras, educativas y de ocio.

Desde que surgió la computadora personal (PC), a comienzos de los 80, su popularización ha sido continua, llegando a la mayor parte de empresas, establecimientos de todo tipo, profesionales liberales y finalmente al hogar (domótica).

En el ámbito doméstico, al igual que otros muchos, está llegando a ocupar un lugar importante, siendo muy numerosos los usos de la misma para facilitar el quehacer cotidiano, proporcionando, además, una serie de servicios añadidos mediante la conexión a las redes públicas de telecomunicación.

La informática también ha traído consigo un nuevo tipo de ilegalidades: las infracciones informáticas. Entre ellas, la más extendida se denomina popularmente piratería y consiste en la copia de programas sin autorización.

Otro aspecto negativo en el uso de las computadoras es la gran proliferación que se ha producido de los denominados virus informáticos, pequeños programas con dos objetivos: reproducirse y propagarse, y alterar el funcionamiento de los sistemas.

De cara al futuro, el uso de las computadoras junto con las demás innovaciones tecnológicas que se vienen produciendo, permiten predecir una sociedad del ocio en la cual la mayor parte de los trabajos físicos y de muy diversa índole se realizarán de forma automatizada. Las aplicaciones de las computadoras se ampliarán para mejorar lo que se denomina calidad de vida.

LISTA

DE TÉRMINOS



Acta de privacidad	Computadora doméstica
Acta de privacidad educacional	Computadora personal
Acta de privacidad financiera	Consistencia de los datos
Agencia de Protección de Datos	Constitución Española
Antivirus	Corrección de los datos
Aplicaciones de la computadora	Cracker
Aplicaciones domésticas	Datos personales
Aplicaciones educativas	Derecho a la intimidad
Aplicaciones financieras	Derecho a la vida privada
Aplicaciones industriales	Derecho de acceso
Aplicaciones médicas	Derecho de cancelación
Aplicaciones militares	Derecho de consentimiento
Aplicaciones técnico-científicas	Derecho de información
Banco de datos	Derecho de rectificación
Base de datos	Derechos de autor
CAD (<i>Computer-Aided Design</i>)	Dinero de plástico
CAI (<i>Computer-Aided Instruction</i>)	Dinero electrónico
Calidad de los datos	Domótica
CAM (<i>Computer-Aided Manufacturing</i>)	EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador)
Cesión de datos	Gestión empresarial
Computadora	Hacker

Infección
Información
Información personal
Infracciones informáticas
Integridad de los datos
Intimidad
Legislación
Leyes
LPPO (Ley sobre la protección jurídica de programas de ordenador)
LORTAD (Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de los datos de carácter personal)
Ofimática

PC (Personal Computer)
Perfil personal
Piratería informática
Precisión de los datos
Privacidad
Registro General de Protección de Datos
Revolución de la información
Sistemas de información
Sociedad automatizada
Sociedad del ocio
Tecnologías de la información
Transferencia electrónica de fondos (EFT)
Vacunas
Virus informáticos

CUESTIONES

1. ¿Qué es un banco de datos de información personal?
2. ¿Cómo puede atentar contra la privacidad de las personas un banco de datos?
3. ¿Qué requisitos deben cumplir las bases de datos de información personal?
4. ¿Qué se garantiza en la Constitución Española respecto al uso de la informática?
5. ¿Qué ley desarrolla el precepto constitucional relativo a la informática?
6. Enumere las actas de Estados Unidos relativas al control del manejo de información personal.
7. Cite algunas aplicaciones de la computadora en la actualidad.
8. ¿Qué es un sistema de información?
9. ¿Qué motivos han originado la gran difusión de la computadora personal?
10. ¿Qué avances se prevén en el desarrollo futuro de la informática?

**TEST DE REPASO**

1. Una base de datos de información personal almacena:
 - a) Datos sobre los trabajadores.
 - b) Informaciones de tipo físico.
 - c) Datos sobre las personas.
 - d) Datos de todo tipo.
2. Cualquier base de datos bibliográfica que se vaya a crear debe inscribirse en:
 - a) El Registro General de la Propiedad Intelectual.
 - b) El Registro General de Bases de Datos.
 - c) El Registro General de Protección de Datos.
 - d) Nada de lo anterior.
3. La Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal tiene como principal objetivo la protección de:
 - a) Las informaciones personales.
 - b) El derecho a la información.
 - c) El derecho a la libre circulación.
 - d) La vida privada.
4. La utilización de la computadora en las actividades administrativas se denomina:
 - a) Administración automática.
 - b) Ofimática.
 - c) Domótica.
 - d) Telemática.
5. Las técnicas de CAD/CAM corresponden a aplicaciones del grupo de las:
 - a) Educativas.
 - b) Militares.
 - c) Financieras.
 - d) Industriales.
6. Las aplicaciones de EAO se caracterizan por:
 - a) Hacer que el estudiante progrese más deprisa.
 - b) Adaptarse al ritmo de aprendizaje del estudiante.
 - c) Mostrar las características de la computadora.
 - d) Ser más útiles para los estudiantes adelantados.

7. En la introducción de las computadoras en el hogar ha influido de manera principal:

- a) Los sistemas de pago.
- b) Los sistemas de telecompra.
- c) La bajada de los precios del software.
- d) La bajada de los precios de los equipos.

8. Una sociedad futura informatizada podría dar lugar a lo que se denomina:

- a) Sociedad de consumo.
- b) Sociedad del ocio.
- c) Cibernética.
- d) Sociedad global.

9. La informática doméstica recibe el nombre de:

- a) Ofimática.
- b) Telemática.
- c) Domótica.
- d) Automática.

10. La computadora puede aplicarse al campo:

- a) Médico.
- b) Militar.
- c) Educativo.
- d) Todos los anteriores.

Glosario

Ábaco. Antiguo dispositivo de cálculo en el que los números se representan por medio de cuentas ensartadas en alambres.

Acarreo. Cantidad excedente que se produce cuando el resultado de operar dos cifras es mayor o igual que la base de numeración.

Acceso. Acto de lectura o escritura en memoria.

Acceso aleatorio. Característica de algunos soportes que permite la localización de un dato con independencia de su posición.

Acceso secuencial. Es aquel donde los datos han de ser accedidos uno detrás de otro.

Acumulador. Registro utilizado en operaciones aritméticas y lógicas que contiene inicialmente, uno de los operandos y una vez realizada la operación, el resultado de la misma.

Ada. Lenguaje de programación de alto nivel desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y estandarizado en 1983.

Alfabeto. Conjunto de símbolos elementales que sirven de base para la construcción de palabras y sentencias en un lenguaje concreto.

Alfabeto binario. Alfabeto con dos únicos símbolos, normalmente 0 y 1.

Alfanumérico. Información compuesta por caracteres alfábéticos, numéricos o especiales.

Álgebra de Boole. Álgebra para la operación con variables binarias.

Algoritmo. Conjunto finito y ordenado de reglas y procedimientos que describen la resolución de un problema.

Análisis. Estudio de un problema y subdivisión del mismo en unidades menores para su posterior resolución.

Analista. Personal informático encargado de la confección del análisis de las aplicaciones y de ayudar a los programadores en la puesta a punto de las mismas.

Analógico. Valor o magnitud física que varía de forma continua.

AND. Operador lógico de conjunción.

Aplicación. Programa o conjunto de programas de computadora que tienen por objetivo realizar una determinada tarea de forma automática.

Archivo. Conjunto de datos relativos a un mismo tema estructurados en registros.

Arquitectura. Organización general de un sistema informático.

ASCII. *American Standard Code for Information Interchange.* Código normalizado americano para intercambio de información.

Banco de Datos. Banco de datos informaticizado.

Base de numeración. Número de dígitos distintos en un sistema de numeración.

BASIC. *Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code.* Código de instrucciones simbólicas de propósito general para principiantes.

Baudio. Unidad de medida para la transmisión de datos.

BCD. *Binary Code Decimal.* Sistema de codificación decimal en binario.

Biestable. Elemento de memoria de dos estados estables.

Bit. Dígito binario o elemento mínimo de información.

Bit de paridad. Bit de control que acompaña a una cadena de bits para la comprobación de la correcta transmisión de la misma.

Bloque. Conjunto de registros que se manipulan de forma unitaria en operaciones de entrada y salida.

Bucle. Repetición de un conjunto de instrucciones.

Buffer. Almacén temporal de información que sirve para compensar la diferencia de velocidad de flujo de datos desde un dispositivo a otro.

Bus. Circuito que proporciona una comunicación entre dos dispositivos de la computadora.

Byte. Conjunto de bits que se tratan como unidad, generalmente corresponde al conjunto de ocho bits.

C. Lenguaje de programación adecuado para programación de sistemas y aplicaciones técnico-científicas.

Cabeza de lectura/escritura. Componentes de una unidad de entrada y salida para leer y escribir desde o en el soporte correspondiente.

CAD/CAM. Diseño y fabricación asistido por computadora.

CAI. *Computer-Aided Instruction.* Enseñanza asistida por computadora.

Campo. Componentes en que se divide un registro.

Canal. Medio físico para la transferencia de informaciones.

CASE. *Computer-Aided Software Engineering.* Ingeniería del software asistida por computadora.

CD-ROM. *Compact Disk-Read Only Memory.* Disco compacto-memoria de sólo lectura.

Chip. Microplaqueta de silicio que contiene un circuito integrado.

Cibernética. Ciencia de la comunicación y control de la información tanto en seres humanos como en máquinas.

Ciclo de instrucción. Tiempo requerido para la ejecución de una instrucción.

Ciclo de vida del software. Conjunto de etapas que se suceden desde que se plantea un problema a informatizar hasta que este sistema deja de tener utilidad.

Cilindro. Conjunto de las pistas de un diskpack que tienen un mismo radio.

Cinta. Soporte secuencial de información (papel o magnética).

Circuito. Conjunto de conductores y componentes electrónicos utilizados para el proceso de señales.

Clasificación. Reubicación de datos en una secuencia determinada.

Clave. Campo especial de un registro que lo identifica.

COBOL. *Common Business Oriented Language.* Lenguaje de uso común orientado a los negocios.

Codificación. Transcripción de algoritmo a programa.

Código. Conjunto de reglas y convenciones para la representación de información.

Compilador. Programa traductor de lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina.

Computadora. Máquina o dispositivo físico utilizado para el tratamiento de la información.

Computer Science. Ciencia de las computadoras. Término anglosajón para denominar la Informática.

Concentrador. Dispositivo que transmite mensajes de varios emisores hacia un único receptor.

Contador de programa. Registro de la unidad de control que almacena la dirección de memoria de la siguiente instrucción.

Controlador de comunicaciones. *Front End.* Procesador especializado en la gestión de comunicaciones entre la UCP y los periféricos.

Correo electrónico. Sistema de transmisión de mensajes por medio de computadora.

CPD. Centro de proceso de datos. Conjunto de recursos físicos lógicos y humanos necesarios para la organización, realización y control de las actividades informáticas de una empresa.

Criptografía. Ocultación de la información mediante cifrado.

CRT. *Cathodic Ray Tube e.* Tubo de rayos catódicos.

Cursor. Indicador destellante que señala el lugar donde aparecerá el siguiente carácter.

Datos. Representación de hechos para que el hombre o las máquinas puedan procesarlos con facilidad.

Densidad de grabación. Cantidad de bits grabados en cada unidad de longitud.

Depuración. Localización y eliminación de los errores en un programa.

Diagrama de flujo. Representación gráfica por medio de símbolos de la lógica de un programa.

Dinero electrónico. Soportes diversos que se utilizan en sustitución del metálico para realizar operaciones comerciales o financieras.

Dirección. Localización de una posición de memoria.

Disco. Soporte de información de forma circular.

Diskpack. Paquete de discos. Conjunto de discos magnéticos rígidos unidos mediante un eje común.

Disquete. Disco magnético flexible y removible.

Domótica. Empleo de la computadora en el hogar (aplicaciones domésticas).

EAO. Enseñanza asistida por ordenador (en inglés CAI).

EBCDIC. *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code.* Código de intercambio decimal codificado en binario extendido.

EDI. *Electronic Data Interchange.* Intercambio electrónico de datos.

Editor. Programa para la grabación de texto en la computadora.

EFT. *Electronic Funds Transfer.* Transferencia electrónica de fondos.

Ejecución. Puesta en marcha de un programa.

EMS. *Electronic Mail Services.* Servicio de correo electrónico.

Entorno operativo. Interfaz gráfico de usuario que tiene como función facilitar la comunicación del usuario con la computadora y su sistema operativo.

Entrada de datos. Acción de introducir datos en la computadora.

Etiqueta. Marca física o lógica que se sitúa en diversos soportes de información.

Facsimil. Documento, texto, gráfico o imagen que se recibe mediante el servicio Telefax por la línea telefónica (fax).

Fichero. Archivo.

Firmware. Parte del software pregrabada en la fabricación.

Floppy-disk. Disquete o disco flexible.

FORTRAN. Fórmula Translator. Lenguaje de programación de alto nivel utilizado para cálculo científico y numérico.

Gestor de base de datos. Aplicación que permite manejar un conjunto grande de datos organizados en archivos e interrelacionados entre sí.

Gestor de comunicaciones. Aplicaciones para la trasmisión de datos entre dos computadoras o en una red teleinformática.

Gestor de gráficos. Aplicación para crear, manipular e imprimir imágenes gráficas.

Gráficos. Aplicación estándar para la realización de figuras.

Gramática. Conjunto de reglas que a partir de un alfabeto generan un lenguaje.

Guía de referencia. Documentación de una aplicación que refleja sus características técnicas.

Hardware. Parte material de un sistema informático.

Hexadecimal. Sistema de numeración de base 16.

Hoja electrónica de cálculo. Aplicaciones para la realización de cálculos numéricos con cantidades dispuestas en forma tabular.

Host. Computadora central de un sistema teleinformático.

Iberpac. Red teleinformática pública que utiliza la técnica de conmutación de paquetes.

IBG. *Inter Block Gap.* Espacio entre bloques no utilizado, en un soporte magnético.

Identificador. Nombre o denominación de un objeto en un lenguaje de programación.

Impresora. Unidad de salida que maneja un soporte de papel.

Información. Significado que puede deducirse de los datos.

Informática. Tratamiento automático de la información.

Infracción informática. Acción ilegal realizada por personas que utilizan sus conocimientos de la tecnología informática.

Instrucción. Orden o mandato que se proporciona a la computadora para que realice una determinada operación.

Inteligencia Artificial. Rama de la computación mediante la que se trata de dotar de inteligencia a las máquinas.

Interfaz. Frontera compartida entre dos partes de un sistema.

Intérprete. Traductor, instrucción a instrucción, de lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina.

IRG. *Inter Record Gap.* Espacio que se deja libre entre registros en un soporte magnético.

ISO. *International Standard Organization.* Organización internacional de normalización.

Item. Grupo de caracteres tratados como una unidad.

Kilobyte. K. Conjunto de 1024 bytes.

KIPS. *Knowledge Information Processing System.* Computadora para el proceso del conocimiento.

LAN. *Local Area Network.* Red de área local. Red teleinformática instalada en un dominio geográfico limitado.

Lápiz óptico. Dispositivo fotosensible que se utiliza como unidad de entrada.

Laptop. Computadora personal portátil de pequeño tamaño, gran potencia y manejabilidad.

Lenguaje de alto nivel. Lenguaje de programación que tiene más parecido al lenguaje natural que al lenguaje máquina.

Lenguaje ensamblador. Lenguaje de programación que utiliza abreviaturas nemotécnicas para codificar las instrucciones del lenguaje de máquina.

Lenguaje máquina. Único lenguaje de programación que entiende directamente la computadora. Utiliza el alfabeto binario.

Lenguaje de programación. Lenguaje utilizado para escribir programas.

LORTAD. Ley Orgánica 5/1992, de 29 de octubre, de regulación del tratamiento automatizado de datos de carácter personal (BOE n.º 262 de 31 de octubre de 1992).

LPPO. Ley 16/1993, de 23 de diciembre, de incorporación al Derecho español de la Directiva 91/250/CEE, de 14 de mayo de 1991, sobre la protección jurídica de programas de ordenador (BOE n.º 307 de 24 de diciembre de 1993).

Mainframe. Computadora de potencia considerable que permite dar servicio a grandes empresas y organizaciones, soportando numerosos terminales o estaciones de trabajo.

Mantisa. Cifras significativas de un número representado en coma flotante.

Manual de usuario. Documentación de una aplicación que facilita el manejo de la misma al usuario final.

Máquina virtual. Máquina teórica ficticia que simula características de programación diferentes de las reales.

Megabyte. Mega o Mb. Conjunto de 1024 kilobytes.

Memoria. Dispositivo físico para el almacenamiento de información.

Memoria virtual. Técnica que simula una capacidad de memoria central superior a la real.

Microcomputadora. Computadora de tamaño pequeño que utiliza microprocesador.

Microondas. Ondas electromagnéticas de frecuencia elevada utilizadas en teleproceso.

Módem. Modulador-demodulador o convertidor de señal digital en analógica y viceversa.

Multiplexor. Dispositivo que controla la unión de varios canales en uno sólo.

Multiproceso. Trabajo simultáneo de varios procesadores.

Multiprogramación. Ejecución concurrente de varios programas por un mismo procesador.

NLP. *Natural Language Processing.* Proceso de lenguaje natural.

NOT. Operador lógico de negación.

Notebook. Pequeña computadora, similar a la *laptop*, cuyo uso se compara al de una agenda personal.

Octal. Sistema de numeración de base 8.

Octeto. Conjunto de 8 bits.

Ofimática. Empleo de la computadora en los trabajos administrativos de las oficinas.

Operando. Cada uno de los argumentos que intervienen en una operación.

OR. Operador lógico de disyunción.

Ordenador. Computadora o computador.

Ordinograma. Diagrama de flujo de un programa.

Organigrama. Diagrama de flujo de un sistema.

OSI. *Open System Interconnection.* Interconexión de sistemas abiertos. Modelo de referencia que establece la normalización de las comunicaciones entre equipos informáticos.

Palabra. Unidad de información a la que se puede acceder de una vez.

Palmtop. Pequeña computadora personal de mano, última versión de calculadora científica programable.

Pantalla. CRT. Unidad de representación visual.

Paquete de discos. *Diskpack.* Grupo de discos magnéticos fijados a un eje común.

Paquete de software. Conjunto formado por varias aplicaciones relacionadas entre sí que constituyen una unidad operativa.

Pascal. Lenguaje de programación de alto nivel.

PC. *Personal Computer.* Computadora personal.

Periféricos. Unidades de entrada, salida y almacenamiento conectadas a la computadora.

Piratería informática. Copia de programas sin autorización de los propietarios del *copyright*.

Pixels. Puntos luminosos que constituyen las imágenes y caracteres representados en una pantalla.

Plotter. Unidad de salida para trazado de gráficos en papel.

Procesador. Elemento físico cuya misión es la de ejecutar instrucciones.

Procesador de textos. Aplicación para la creación, manipulación e impresión de cualquier tipo de documento.

Proceso. Programa en ejecución.

Programa. Algoritmo escrito en un lenguaje de programación.

Programación. Actividad de diseñar programas.

Protocolo. Conjunto de reglas y convenios que posibilitan la transmisión de información a través de una red de telecomunicación.

Pseudocódigo. Notación intermedia entre el lenguaje natural y el lenguaje de programación que se utiliza para diseñar y describir algoritmos.

RAM. *Random Access Memory.* Memoria de acceso aleatorio. Memoria central de la computadora.

Ratón. Dispositivo de entrada que se maneja con una mano, cuyo movimiento sobre una superficie se traduce en el de un cursor sobre la pantalla de la computadora.

RDSI. Red Digital de Servicios Integrados. Red evolucionada de la de telefonía integrada digital que da soporte a una amplia gama de servicios.

Red de comunicación. Interconexión de computadoras y periféricos situados en diferentes lugares.

Registro físico. Cantidad de información que se transfiere en una operación de lectura o escritura.

Registro lógico. Componentes de un archivo que constituyen la unidad de tratamiento.

Resolución. Grado de nitidez con el que se visualizan las imágenes en una pantalla. Se mide por el número de pixels.

Reloj. Dispositivo generador de señales periódicas que se utiliza para sincronizar las operaciones de la UCP.

Robótica. Uso de robots para aplicaciones de control de procesos.

ROM. *Read-Only Memory.* Memoria de sólo lectura. Memoria, cuyo contenido no se puede alterar, que almacena programas del sistema.

Salida de resultados. Acción de extraer datos de la computadora.

Scanner. Dispositivo de entrada utilizado para reconocer texto o imágenes soportados en papel y almacenarlos digitalmente en la memoria de la computadora.

Seudocódigo. Notación para describir algoritmos.

Sistema de numeración. Método de representación de números y cantidades.

Sistema experto. Conjunto de programas que, sobre una base de conocimientos, posee información de uno o más expertos en un área específica, permitiendo resolución de problemas relacionados con dicha área mediante reglas de inferencia.

Sistema informático. Conjunto de elementos físicos y lógicos para el tratamiento automático de la información.

Sistema Operativo. Conjunto de programas que controlan el funcionamiento de la computadora.

Software. Parte inmaterial (programas) de un sistema informático.

UCP. Unidad central de proceso. Parte de la computadora cuya misión es la ejecución de los programas.

UC. Unidad de control. Componente de la UCP que gobierna al resto de unidades.

Usuario. Persona que utiliza en última instancia la computadora y el software de aplicación como herramienta para desarrollar cualquier actividad.

VAN. *Value-Added Network.* Red de servicios de valor añadido a disposición de los usuarios.

Virus informático. Programa oculto que tiene dos objetivos básicos: propagarse y alterar el funcionamiento normal de las computadoras.

WAN. *Wide Area Network.* Red de área extensa. Red teleinformática, generalmente pública, que cubre una gran área geográfica.

Workstation. Estación de trabajo. Microcomputadora de gran potencia que se emplea para aplicaciones técnico-científicas, permitiendo su conexión a otras por medio de una red.

WYSIWYG. *What You See Is What You Get.* Característica de algunos procesadores de texto que permiten trabajar directamente en pantalla con la presentación final del documento.

Bibliografía

- Alabau, A.: *Teleinformática y redes de computadores*. Marcombo, Barcelona, 1984.
- Alcalde, E., y García, M.: *Metodología de la programación*. McGraw-Hill, Madrid, 1987.
- Alcalde, E., y García Tomás, J.: *Introducción a la teleinformática*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.
- Alcalde, E., y otros: *Arquitectura de ordenadores*. McGraw-Hill, Madrid, 1992.
- Alcalde, E., y otros: *Introducción a los sistemas operativos*. McGraw-Hill, Madrid, 1992.
- Alé, R., y Cuellar, F.: *Teleinformática*. McGraw-Hill, Madrid, 1988.
- Angulo, J. M., y Zapater, C. E.: *Introducción a la informática*. Paraninfo, Madrid, 1987.
- Biondi, J., y Clavel, G.: *Introducción a la programación*. Tomos 1 y 2. Masson, Barcelona, 1985.
- Bishop, P.: *Fundamentos de informática*. Anaya Multimedia, Madrid, 1992.
- De Miguel, P., y Angulo, J. M.: *Arquitectura de computadores*. Paraninfo, Madrid, 1987.
- Erickson, F. J., y Vonk, J. A.: *Computer essentials in education*. McGraw-Hill, New York, 1994.
- Fairley, R.: *Ingeniería de software*. McGraw-Hill, México, 1987.
- García Tomás, J.: *Sistemas y redes teleinformáticas*. Rama, Madrid, 1989.
- Galán, C., y Cordero, F.: *Teleinformática*. Paraninfo, Madrid, 1987.
- Giarratano, J. C.: *Los ordenadores: fundamentos y sistemas*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 1984.
- Gilera, L.: *Introducción a la informática*. 4.^a edición. Editorial Universitaria de Barcelona, Barcelona, 1986.
- Hamacher, V. C.; Vranesic, Z. G., y Zaky, S. G.: *Organización de computadoras*. 2.^a edición. McGraw-Hill, México, 1986.
- Hunt, R., y Shelley, J.: *Manual de informática básica*. Paraninfo, Madrid, 1985.
- Levine, G.: *Introducción a la computación y a la programación estructurada*. McGraw-Hill, México, 1985.
- Lewis, T. G., y Smith, M. Z.: *Estructuras de datos*. Paraninfo, Madrid, 1985.
- Lipschutz, S.: *Estructura de datos*. McGraw-Hill, Madrid, 1986.
- Mandell, S. L.: *Computers and Data Processing*. West Publishing Company, St. Paul Minnesota, 1982.
- Maté, J. L.: *Planificación y gestión de desarrollo de sistemas informáticos*. Dpto. Publicaciones Facultad de Informática, Madrid, 1986.
- O'Leary, T. J., y O'Leary, L. I.: *Computing essentials-Anual edition 1994-1995*. McGraw-Hill, New York, 1994.
- Orilia, L. S.: *Introducción al procesamiento de datos para los negocios*. 2.^a edición. McGraw-Hill, México, 1986.
- : *Las computadoras y la información*. 3.^a edición. McGraw-Hill, México, 1987.
- Pujolle, G.: *Telemática*. Paraninfo, Madrid.
- Radlow, J.: *Informática: Las computadoras en la sociedad*. McGraw-Hill, México, 1987.
- Rincón, E.: *Introducción a la informática de gestión*. Ediciones ICAI, Madrid, 1986.

- Rodríguez, A.: *Protección de la información*. Paraninfo, Madrid, 1986.
 Sanchís, F. J., y Galán, C.: *Compiladores: Teoría y construcción*. Paraninfo, Madrid, 1986.
 Sanders, D. H.: *Informática: Presente y futuro*. McGraw-Hill, México, 1986.
 Tanenbaum, A. S.: *Redes de ordenadores*. Prentice Hall, New York, 1991.
 Trainor, T. N., y Krasnewich, D.: *Computers-4th edition*. McGraw-Hill, New York, 1994.
 Tremblay, J. P., y Bunt, R. B.: *Introducción a la ciencia de las computadoras: Enfoque algorítmico*. McGraw-Hill, México, 1981.
 Tucker, A. B.: *Lenguajes de programación*. 2.ª edición. McGraw-Hill, Madrid, 1987.

Índice analítico

- Ábaco, 12, 13
- Acceso directo a memoria (DMA), 249
- Access*, 346
- Acciones, 199
- Acta de privacidad, 360
- Acta de privacidad educacional, 360
- Acta de privacidad financiera, 360
- Actualización de archivos, 299
- Acumulador, 116, 117, 121, 129
- ADA, 213
- Adaptador, 272
- Administración y servicios, 309
- Administrador de la base de datos, 316
- Administrador del sistema, 316
- Advertencia, 261
- Agencia de Protección de Datos, 359
- Alfabeto, 200
- Algoritmo, 5, 196
- Ami Pro, 343
- Análisis, 194, 309
- Análisis funcional, 311
- Análisis orgánico, 312
- Análisis previo, 311
- Analista, 317
- Analista de aplicaciones, 317
- Analista de sistemas, 317
- Analista funcional, 317
- Analista orgánico, 317
- Analizador lexicográfico, 259, 260
- Analizador sintáctico, 259, 261
- Ancho de banda, 278
- Antivirus, 368
- Aplicación, 373, 341
- Aplicación informática, 3, 194
- Aplicaciones, 310
- Aplicaciones de la computadora, 361
- Aplicaciones domésticas, 365
- Aplicaciones educativas, 365
- Aplicaciones estándar, 341
- Aplicaciones financieras, 364
- Aplicaciones industriales, 361
- Aplicaciones médicas, 362
- Aplicaciones militares, 364
- Aplicaciones técnico-científicas, 362
- Árbol, 237
- Archivo, 220, 221
- Archivo de constantes, 223
- Archivo de datos, 220
- Archivo de maniobra, 223
- Archivo de movimientos, 223
- Archivo de situación, 223
- Archivo fuente, 220
- Archivo gráfico, 220
- Archivo histórico, 223
- Archivo informático, 220
- Archivo manual, 219
- Archivo objeto, 220
- Archivo permanente, 223
- Área de desarrollo, 308
- Área de excedentes, 225
- Área de explotación y mantenimiento, 308
- Área de índices, 225
- Área primaria, 225
- Arquitectura de red, 281
- Assembler*, 257
- Assistant*, 349
- Autoedición, 344
- Banco de datos, 355, 357
- Base, 48
- Base de conocimientos, 325
- Base de datos, 220, 236, 355, 356
- Base de Exponenciación, 95
- BASIC, 209
- Baudio, 273

BBS (*Bulletin Board System*), 349
 BCD (*Binary Coded Decimal*), 91
 Biblioteca, 308
 Biestable, 112
 Binario puro, 91
 Bit, 91
 Bit de *start*, 274
 Bit de *stop*, 274
 Bitmap, 348
 Bits de dígito, 92
 Bits de zona, 92
 Bits por segundo (bps), 273
 Bloque, 222
 Borrado de archivos, 231
 Brazo de robot, 328
Buffer de pantalla, 163
Buffer del teclado, 164
Buffering, 249
 Bus, 119
Byte, 51, 118

C, 211
 CCITT (*Consultive Committee for International Telephone and Telegraph*), 280, 295
 Cabeza de escritura, 153
 Cabeza de lectura, 153
 Cables coaxiales, 278
 Cables de cuadretes, 278
 Cables de pares, 278
 CAD (*computer-aided design*), 362
 CAI (*computer-aided instruction*), 365
 Calculadora, 33
 Cálculo, 12
 Calidad de los datos, 358
 CAM (*computer-aided manufacturing*), 362
 Campo, 221
 Campo clave, 221
 Canal de comunicación, 272
 Caracteres escritos en tinta magnética, 152
 Caracteres ópticos manuscritos, 159
 Caracteres por segundo (cps), 159
 Carbon Copy, 349
 Casete, 146
 CD-ROM, 161
 Centro de cálculo, 304

Centro de informática, 304
 Centro de proceso de datos, 304
 Cesión de datos, 359
Chip, 113
 Ciclo de instrucción, 125
 Ciclo de vida de un sistema informático.
 310
 Ciclo de vida del software, 194
 Cinta magnética, 145
 Cinta magnética encapsulada, 146
 Cinta magnética universal, 146
 Cinta perforada, 140
 Circuito combinacional, 111
 Circuito integrado, 31
 Circuito operacional, 116
 Circuito secuencial, 112
 Clasificación de archivos, 227, 231
 Clasificación de raíz, 234
 Clasificación por mezcla directa, 231
 Clasificación por mezcla equilibrada, 233
 Clave de ordenación, 228, 231
 Clave primaria, 221
 COBOL, 207
 Codificación, 196
 Código ASCII, 101
 Código autodocumentado, 197
 Código CMC7, 152
 Código de barras, 160
 Código de caracteres, 99
 Código de operación, 115, 120
 Código de usuario, 240
 Código EBCDIC, 102
 Código FIELDATA, 100
 Código Hollerith, 139
 Código universal de productos, 160
 Coma flotante, 94
 CommWorks, 349
Compact Disk-CD, 160
 Compactación, 93
 Compilación, 196
 • Compilador, 196, 257, 338, 340
 Complemento a 1, 84
 Complemento a 2, 85
 Computador, 2
 Computadora, 2, 36, 355, 356, 361, 367
 Computadora analógica, 33, 35
 Computadora central, 270

Computadora de la quinta generación, 323
 Computadora digital, 35
 Computadora doméstica, 366
 Computadora híbrida, 35
 Computadora inteligente, 329
 Computadora personal, 36, 366
 Computadora portátil, 38
Computer science, 1
 Concatenación de archivos, 228
 Concentrador, 273
 Conectividad, 349
 Consistencia de los datos, 357, 358
 Consulta de archivos, 227
 Contador de programa, 114
 Controlador, 115
 Conversión, 63
 Copia de archivos, 227
 Copia de seguridad (*back-up*), 239
 CorelDraw, 348
 Corrección de los datos, 357, 358
Cracker, 367
 Creación de archivos, 227
 Criptografiado, 239
 Cuarteto, 51

Datos, 4
 Datos de entrada, 198
 Datos de salida, 198
 Datos personales, 355
 dBBase, 346
 Decimal desempaquetado, 91
 Decimal empaquetado, 93
 Decodificador, 114, 115
 Departamento de informática, 304
 Depuración, 198
 Derecho a la intimidad, 361
 Derecho a la vida privada, 361
 Derecho de acceso, 359
 Derecho de cancelación, 359
 Derecho de información, 359
 Derecho de rectificación, 359
 Derechos de autor, 367
 Desarrollo de sistemas, 305
 Desbordamiento negativo, 97
 Desbordamiento positivo, 97
 Diagrama de barras, 348

Diagrama de sectores, 348
 Diagrama poligonal, 348
 Dinero de plástico, 364
 Dinero electrónico, 364
 Diodo, 31
 Dirección de memoria, 117
 Director de informática, 316
 Disco fijo, 155
 Disco flexible, 149
 Disco magnético, 148
 Disco óptico, 160
 Disco removible, 155
 Diseño de programas, 194
 Diseño externo, 315
 Diseño interno, 315
 Diseño modular, 196
Diskpack, 148
DisplayWrite, 343
 Dispositivo de entrada/salida, 135
 Disquete, 149
 Disquetera, 156
 Doble precisión, 91
 Documentación de los programas, 197
 Documentación externa, 197
 Documentación interna, 197
 Domótica, 367
 DOS (*Disk Operating System*), 338
 Dúplex, 277

EAO (*Enseñanza Asistida por Ordenador*), 365
 EDI (*Electronic Data Interchange*), 349
 Edición, 196
 Editor, 258
 Editor de enlace, 258
 Editor de programas, 196
 EDVAC, 29, 323
 EFT (*Electronic Funds Transfer*), 349, 364
 Elemento humano, 11
 Elementos de entrada, 7
 Elementos de salida, 8
 Emisor, 4, 276, 277
 EMS (*Electronic Mail Services*), 349
 Encaminadores, 290
 ENIAC, 27, 323
 Enlace, 196

Enrollamiento, 163
 Ensamblador, 257
 Ensamblador cruzado, 257
 Enseñanza asistida por computadora, 328, 365
 Entorno operativo, 251, 338
 Entrada, 5
 Entrada/salida, 247
 Error de ejecución, 197, 263
 Error lexicográfico, 263
 Error lógico, 197, 263
 Error semántico, 263
 Error sintáctico, 197, 263
 Errores, 197
 Errores de compilación, 197
 Errores de especificación, 197
 Especificaciones, 194, 197
 Estación de trabajo, 36, 38
 Estudio de necesidades y requisitos, 314, 315
 Excel, 345
 Exceso a 2^{n-1} , 86
 Explotación, 196
 Explotación de sistemas, 305, 313, 315
 Exponente, 95
 Facsimil, 293
 Factor de bloqueo, 222
 Fase de análisis, 311
 Fase de instalación y explotación, 311
 Fibra óptica, 280
 Fichero, 221
Firmware, 6
Flip-flop, 112
Floppy disk, 149
 FORTRAN, 204
 FrameWork, 349
Front-end, 272
Full-duplex, 277
 Fusión de archivos, 228
 Generaciones de computadoras, 31
 Generador de código final, 259, 262
 Generador de código intermedio, 259, 261
 Generador de voz, 185

Gestión de datos, 254
 Gestión de entrada/salida, 254
 Gestión de memoria, 254
 Gestión del procesador, 253
 Gestión del sistema, 255
 Gestión empresarial, 361
 Gestor de base de datos, 341, 346, 347
 Gestor de comunicaciones, 341, 348
 Gestor de gráficos, 341, 346
 Gigabyte, 51
 Grabador de datos, 317
 Gráfico de gestión, 348
 Gráfico de mapa de bits, 348
 Gráfico estadístico, 348
 Gráfico vectorial, 348
 Grafo, 238
 Gramática, 200
 Guía de referencia, 341

Hacker, 367
Half-duplex, 277
Hardware, 6
 Harvard Graphics, 348
Hashing, 226
 Hechos, 329
 Herramientas CASE, 194
 Herramientas para sistemas expertos, 330
 Hoja de codificación, 196
 Hoja electrónica de Cálculo, 341, 344, 345
Host, 270

Ibertex, 294
 Implantación, 196, 313, 315
 Impresora, 166
 Impresora con impacto, 166
 Impresora de banda, 171
 Impresora de bola, 168
 Impresora de cadena, 170
 Impresora de caracteres, 176
 Impresora de chorro de tinta, 175
 Impresora de cilindro, 166
 Impresora de líneas, 176
 Impresora de margarita, 166
 Impresora de matriz de puntos, 168
 Impresora de páginas, 177

Impresora de ruedas, 169
 Impresora de tambor, 169
 Impresora electrostática, 172
 Impresora láser, 172
 Impresora sin impacto, 171
 Impresora térmica, 172
 Infección, 368
 Información, 4, 247, 355
 Información personal, 355, 356, 357, 358, 360
 Informática, 1
Informatique, 1
 Informix, 346
 Infracciones informáticas, 367
 Inscriptora electrónica, 158
 Instrucción máquina, 120
 Instrucciones, 198
 Integridad de los datos, 357, 358
 Inteligencia artificial, 323, 324
 Intercambio dinámico de datos, 339
 Interfaz de usuario, 338
 Intérprete, 257, 338, 340
 Intersección de archivos, 228
 Intimidad, 356, 358
 ISO (International Standard Organization), 280, 281

 Jefe de proyectos, 316
 Jefe del área de desarrollo, 316
 Jefe del área de explotación, 316
 Juego de datos de prueba, 196

 Kilobyte, 51
 KIPS (*Knowledge Information Processing System*), 329

 Lápiz óptico, 179
 LapLink, 349
Laptop, 39
 Lectora de código de barras, 162
 Lectora de tarjetas, 142
 Legislación, 356, 358
 Lenguaje de control de trabajos, 248
 Lenguaje de programación, 196, 199

 Lenguaje ensamblador, 257
 Lenguaje LISP, 331, 332
 Lenguaje máquina, 120
 Lenguaje natural, 326
 Lenguaje PROLOG, 332
 Lenguaje SMALLTALK, 332
 Lenguajes de alto nivel, 201, 204
 Lenguajes de bajo nivel, 201
 Lenguajes declarativos, 201
 Lenguajes ensambladores, 201, 203
 Lenguajes imperativos, 201
 Lenguajes intermedios, 201
 Lenguajes máquina, 196, 201, 202
 Lenguajes naturales, 201
 Lenguajes orientados a objetos, 201
 Lenguajes orientados al problema, 201
 Lenguajes para sistemas expertos, 330, 331
 Leyes, 356, 358, 360
 Línea de telecomunicación, 270
Linkage (enlace), 196
Linker, 258
 Listado de compilación, 258
 Lógica cableada, 33
 Lógica negativa, 45
 Lógica positiva, 45
 Lógica programada, 33
 LORTAD (Ley Orgánica de regulación del tratamiento automatizado de los datos de carácter personal), 358
 Lotus-123, 345
 LPPO (Ley sobre la protección jurídica de programas de ordenador), 367
 LSI (*Large Scale Integration*), 31, 325

 Macintosh, 338, 339
 Macroensamblador, 257
 Magneto-optical disk rewritable, 162
 Mainframe, 36, 341, 348
 Mantenimiento, 196
 Mantenimiento de sistemas, 313, 315
 Mantisa, 95
 Manual de explotación, 198
 Manual de mantenimiento, 198
 Manual de usuario, 341
 Máquina real, 200
 Máquina virtual, 200

Marcas ópticas, 159
 MARK-I, 25
 Medio, 4
 Medios magnéticos, 144
 Medios ópticos, 158
 Medios perforados, 138
 Megabyte, 51
 Memoria auxiliar, 8
 Memoria central, 7, 117
 Memoria interna, 246
 Memoria secundaria, 119
 Memoria virtual, 119
 Mensaje, 284
 Mesa digitalizadora, 178
 Método CSMA/CD, 291
 Método de acceso, 290, 291
 Método de paso de testigo, 292
 Mezcla de archivos, 228
 Microcomputadora, 36
 Microensamblador, 257
 Microondas, 278
 Microórdenes, 115
 Microprocesadores, 31, 113
 Minicomputadora, 36
 Minificha, 140
 Modelo 7B, 158
 Modelo en red, 237, 238
 Modelo jerárquico, 237, 238
 Modelo relacional, 237, 346
 Módem, 271
 MODULA-2, 211
 Módulo de tratamiento de errores, 259, 263
 Módulo y signo, 82
 Monitor, 248
 Montador, 256, 258
 Motor de inferencias, 325
 MS-DOS (Microsoft DOS), 338
 MSI (Medium Scale Integration), 31
 Multiplexor, 273
 Multiproceso, 251
 Multiprogramación, 259
 Multitarea, 339
 Multiusuario, 340

Nibble, 51
 Nivel de aplicación, 281, 282, 284

Nivel de enlace, 282, 283
 Nivel de presentación, 281, 282, 284
 Nivel de red, 282, 283, 284
 Nivel de sesión, 281, 282, 284
 Nivel de transporte, 281, 282, 284
 Nivel físico, 282, 283
NLP (Natural Language Processing), 326
 Norma V.24, 283
 Notación científica, 94
 Notación exponencial, 94
 Notebook, 39
 Núcleo, 253

 Objetos, 199
 Octeto, 51
 Ofimática, 341, 361
 Open Access, 349
 Operación de sistemas, 305
 Operador, 317
 Operando, 115, 120
 Optimizador de código, 259, 261
 Oracle, 346
 Ordenación de archivos, 227
 Ordenador, 2
 Ordinograma, 196
 Organigrama funcional, 308
 Organigrama por proyectos, 309
 Organización directa o relativa, 224
 Organización matricial, 310
 Organización secuencial, 224
 Organización secuencial indexada, 224, 225
 OS/2 (Operating System/2), 338, 339

 PageMaker, 344
 Paginación, 119
 PaintBrush, 348
 Palabra, 90
 Palabra de memoria, 117
Palmtop, 39
 Pantalla, 163
 Pantalla especial, 185
 Pantalla táctil, 185
 Paquete, 284
 Paquete de discos, 148
 Paquete de software, 10, 349

Paradox, 346
Parser, 259, 261
 Partición de archivos, 229
 Pasarelas, 290
 PASCAL, 210
 PC (Personal Computer), 366
 PC-compatible, 338
 Perfil personal, 356
 Perforadora de tarjetas, 143
 Periférico, 135, 137
 Periférico local, 137
 Periférico remoto, 137
Personal computer, 36
 Personal informático, 6, 11
 Pila, 22
 Piratería informática, 367
Pit, 161
Pixel, 163
 PL/I, 208
Plotter, 178
 Pocket PC, 39
 Posición de memoria, 117
 Precisión de los datos, 357, 358
 Precisión finita, 90
 Privacidad, 358, 360
 Procesador, 6, 246
 Procesador de textos, 196, 341, 342, 343
 Proceso, 5
 Proceso de compilación, 258
 Proceso distribuido, 251
 Proceso off-line, 249
 Proceso on-line, 249
 Proceso por lotes, 249
 ProComm, 349
 Programa, 2, 194
 Programa de computadora, 337
 Programa ejecutable, 196, 256
 Programa fuente, 196, 197, 256
 Programa objeto, 196, 256
 Programación, 196, 309, 313, 315
 Programación estructurada, 196
 Programador, 317
 Programador de aplicaciones, 317
 Programador de sistemas, 317
 Programas de control, 10
 Programas de manipulación de datos, 258
 Programas de proceso, 256

 Programas de servicio, 256, 258
 Programas de utilidad, 10
 Programas traductores, 256
 Protocolo de comunicaciones, 280, 281
Protocolo H.D.L.C. (High-level Data Link Control), 284
 Protocolo X.25, 284
 Prueba de ejecución, 196
 Pruebas del sistema, 313, 315
 Pseudocódigo, 196
 Puentes, 290
 Puerta lógica, 110, 111
 Punto decimal, 48
 Punto fijo, 90
 Punto flotante, 94

 Quattro Pro, 345

 RAM (Random Access Memory), 118
 Rango de representación, 83
 Ratón, 179
 RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), 295
 Receptor de voz, 185
 Reconocimiento de formas, 337
 Reconocimiento de la voz, 326
 Reconocimiento de marcas ópticas, 162
 Recursos, 246
 Red de área extensa, 285, 286
 Red de área local, 285, 288
 Red de telecomunicación, 270
 Red de teleproceso, 285
 Red de transmisión de datos, 285
 Red dedicada, 285
 Red Digital de Servicios Integrados, 295
 Red en anillo, 290
 Red en bus, 290
 Red en estrella, 290
 Red Iberpac, 288
 Red multipunto, 285, 286
 Red multipunto serie, 286
 Red punto a punto, 285
 Red telefónica comutada, 288
 Red teleinformática, 285
 Red télex, 288

Registro, 221
 Registro bloqueado, 222
 Registro de control de secuencia, 114
 Registro de dirección, 117
 Registro de estado, 116, 117
 Registro de instrucción, 114, 115
 Registro de intercambio, 117
 Registro expandido, 222
 Registro físico, 222
 Registro General de Protección de Datos, 359
 Registro lógico, 221
 Reglas de procedimiento, 329
 Reglas heurísticas, 330
 Reloj, 112, 114, 115
 Reorganización de archivos, 230
 Representación normalizada, 94
 Resolución, 163
 Resultados, 4
 Retroalimentación, 328
 Revolución de la información, 368
 Robot, 183
 Robótica, 328
 Ruptura de secuencia, 130

Sala de computadoras, 304
 Salida, 5
Scanner, 183, 259, 260, 348
Scroll, 163
 Secuenciador, 114, 115
 Selector de memoria, 117, 118
 Semi-sumador, 111
 Semidúplex, 277
 Señal analógica, 271
 Señal digital, 271
 Sensor analógico, 181
 Servicios de valor añadido, 292, 349
 Servicios portadores, 295
 Servicios suplementarios, 295
Shell, 332, 333
Simphony, 349
 Simple precisión, 91
 Simplex, 276
 Sincronización, 274
 Sistema binario, 51
 Sistema de numeración, 46, 48

Sistema decimal, 48
 Sistema hexadecimal, 60
 Sistema informático, 4, 305, 310
 Sistema octal, 59
 Sistema operativo, 10, 246, 247, 338
 Sistema operativo en red, 251
 Sistema posicional, 48
 Sistema teleinformático, 270
 Sistemas abiertos, 280
 Sistemas de información, 361
 Sistemas expertos, 326, 329, 330
SmartWare, 349
 Sociedad automatizada, 368
 Sociedad de la información, 269
 Sociedad del ocio, 368, 369
 Software, 6, 8, 245, 337, 341
 Software a medida, 338, 341
 Software básico, 9, 246
 Software de aplicación, 10, 245, 337, 338
 Software de sistema, 245, 337, 338
 Software estándar, 338, 341, 342
 Software integrable, 349
 Software integrado, 349
 Soporte técnico, 305
 Soportes de la información, 135
 Soportes magnéticos, 136, 144
 Soportes ópticos, 136, 158
 Soportes perforados, 136, 138
Spooling, 249
 SSI (Short Scale Integration), 31
 Subcampo, 221
 Subdesbordamiento negativo, 96
 Subdesbordamiento positivo, 96
 Sumador, 111
 Supercomputadora, 36
 Supervisor, 255

Tabla de símbolos, 259, 263
 Tambor magnético, 145
 Tarjeta Hollerith, 139
 Tarjeta perforada, 139
 Teclado, 164
 Técnico de sistemas, 316
 Tecnologías de la información, 269, 368
 Telecomunicaciones, 269
 Telefax, 293

Teleimpresora, 288
 Teleinformática, 269, 270
 Telemática, 270
 Teleservicios, 295
 Teletex, 292
 Teletipo, 288
 Teorema fundamental de la numeración, 49, 50
 Terabyte, 51
 Terminal para operaciones financieras, 182
 Terminal punto de venta, 181
 Terminal remoto, 270
 Terminal teclado-pantalla, 163
 Tiempo compartido, 249
 Tiempo de acceso, 155
 Tiempo real, 249
Token, 260
 Topología, 290
 Trama, 284
 Transacción, 284
 Transferencia electrónica de fondos (EFT), 364
 Transistor, 31
 Transmisión asíncrona, 274
 Transmisión de información, 4
 Transmisión en paralelo, 274
 Transmisión en serie, 274
 Transmisión multinivel, 274
 Transmisión síncrona, 275
 Tratamiento de la información, 4
 Trazador gráfico, 178

Unidad aritmético-lógica, 7, 114, 116
 Unidad central de proceso, 6, 112
 Unidad de cinta encapsulada, 153
 Unidad de cinta magnética, 153
 Unidad de cinta perforada, 143
 Unidad de cinta universal, 154

Vacunas, 368
 Validación, 198
 Válvula de vacío, 31
 VAN (Value-Added Network), 344
 Velocidad de transmisión, 273
 Ventura Publisher, 344
 Verificadora de tarjetas, 143
 Vía satélite, 279
 Videotex, 294
 Virus informáticos, 368
 VLSI (Very Large Scale Integration), 31, 323

Warning, 261
 Windows, 338, 339, 349
 Word, 343
 WordPerfect, 343
 Wordstar, 343
 Works, 349
 Workstation, 36
 WYSIWYG (What You See Is What You Get), 343