

Curso de Ingreso 2023

Conceptos de Organización de Computadoras

Facultad de Informática
DIRECCIÓN DE
ARTICULACIÓN E INGRESO



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA**

Contenido

CAPITULO 1 - LA COMPUTADORA	6
PARTE 1 - CONCEPTOS BÁSICOS DE UNA COMPUTADORA	6
La computadora en la vida diaria	6
La "idea" de la computadora	6
De la calculadora a la computadora... La gran diferencia	7
UNA PRIMERA DEFINICIÓN	7
UN POCO DE HISTORIA	8
¿QUÉ ES LA INFORMÁTICA?	10
Aplicaciones de la informática	11
Componentes y funcionamiento básico de una computadora	11
CONCEPTOS DE COMUNICACIONES Y REDES	14
NOCIONES BÁSICAS DE COMUNICACIONES	14
Conceptos elementales de redes	15
Redes LAN y WAN	16
Internet: Una red de redes	17
Tendencias y Conclusiones	19
CONCEPTOS DE SISTEMAS OPERATIVOS	20
LA NECESIDAD DEL "SOFTWARE"	20
PARTE 2 - LA COMPUTADORA HACIA ADENTRO	27
INTRODUCCIÓN	27
LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO	28
LA MEMORIA	30
BUSES Y ENTRADA/SALIDA	33
FUNCIONAMIENTO. EL CICLO DE INSTRUCCIÓN.	34
Preguntas	37
CAPÍTULO 2 - LÓGICA DIGITAL.	39
INTRODUCCIÓN	39
LOS CIRCUITOS LÓGICOS	39

ALGEBRA DE BOOLE. OPERACIONES LÓGICAS Y TEOREMAS	40
TEOREMAS	41
PUERTAS LÓGICAS	42
CIRCUITOS COMBINACIONALES	45
Preguntas	45
PRÁCTICA 1 - Operaciones y Circuitos Lógicos	47
 CAPÍTULO 3 -REPRESENTACIÓN NUMÉRICA.	 49
Representación interna de datos	48
Códigos Alfanuméricos	48
Representaciones Numéricas	49
Teorema Fundamental de la Numeración	49
Sistemas Decimal, Binario y Hexadecimal	50
Conversiones entre los sistemas de numeración	51
Representación de números enteros	54
PRÁCTICA 2 - Números y operaciones aritméticas en binario	60
 CAPÍTULO 4 - PERIFÉRICOS	 62
Introducción	62
Conexión de periféricos al computador	63
Características generales de los periféricos	64
Clasificación de los periféricos	65
PERIFÉRICOS DE ENTRADA DE DATOS	66
Otros dispositivos	67
 PERIFÉRICOS DE SALIDA DE DATOS	 72
Impresoras	74
Descripción de distintos tipos de impresoras	76
Parámetros que caracterizan a una impresora	79
Otros dispositivos de salida	80
Periféricos de almacenamiento de datos	81
PERIFÉRICOS DE E/S O MIXTOS	90
PRÁCTICA 3 - Dispositivos Periféricos	93



CAPITULO 1

LA COMPUTADORA

PARTE 1

CONCEPTOS BÁSICOS DE UNA COMPUTADORA

“La computadora es, por mucho, la más extraordinaria de las vestimentas electrónicas creadas por el hombre, ya que es una extensión de nuestro sistema nervioso central. Junto a ella, la rueda no es más que un juguete...”.

Marshall McLuhan.

La computadora en la vida diaria

En la vida moderna las computadoras constituyen un componente esencial y, aunque no lo notemos, están en todas partes y son determinantes en nuestro modo de vida. Aún más, muchas veces nos damos cuenta de esto cuando dejan de funcionar.

Pensemos por un momento en qué cosas está presente alguna forma de computadora: reloj despertador digital, radio, TV, reproductor de CD, agenda electrónica, cafetera automática, horno a microondas, encendido electrónico del auto, portón eléctrico de la cochera, teléfono celular, cajero automático, lector de tarjeta de ingreso al trabajo, ascensores automáticos, controles de seguridad del edificio, lavarropas automático, cámaras fotográficas, máquinas de juegos, expendedoras de comestibles, control de los semáforos, centrales telefónicas, aviones, aeropuertos, *casi todo* !!!!!

Es difícil imaginarse un día en el cual no utilicemos *alguno* de estos elementos. ¿Qué pasaría si todos ellos dejaran de funcionar simultáneamente? Nuestra vida está relacionada con las computadoras, tanto por su operación como por su falta de funcionamiento. Y lo más sorprendente es que se hayan infiltrado tanto en la vida diaria en un tiempo tan corto...

La "idea" de la computadora

En 1823, el excéntrico genio matemático inglés Charles Babbage, profesor en Cambridge, comenzó a trabajar sobre la idea de un dispositivo mecánico para efectuar sumas repetidas. Esta idea se enriqueció al conocer que Jacquard, fabricante de tejidos francés, había ideado un telar que permitía reproducir automáticamente patrones de tejidos leyendo la información codificada en patrones de agujeros perforados. Babbage se embarcó entonces en el ambicioso proyecto de crear una *máquina analítica*, que pretendía evolucionar el telar programable en una máquina capaz de realizar *cualquier* cálculo que se le *programara* mediante tarjetas perforadas, con una precisión de 20 dígitos.

A esta idea adhirió Ada Lovelace, hija del poeta Lord Byron y con aptitudes matemáticas. Publicó un artículo sobre la máquina analítica que incluía el primer programa para computadora. Se asoció a Babbage aportando mayores alcances a su idea y corrigiendo errores de su trabajo.

“La máquina analítica no es capaz de crear nada, sin embargo puede hacer cualquier cosa que sepamos ordenarle”

Ada Lovelace.

Pero la tecnología de la época no bastaba para hacer realidad la máquina. El mundo aún no estaba listo para las computadoras, y no lo estaría por cien años más.

De la calculadora a la computadora... La gran diferencia

Si bien las computadoras nos acompañan desde mitad de siglo pasado, sus raíces van mucho más allá de la máquina analítica concebida por Babbage y son producto de siglos de meditación y esfuerzo intelectual.

Durante años el esfuerzo tecnológico estuvo en calcular: ábacos, calculadores mecánicos, circuitos electromecánicos, circuitos electrónicos. El objetivo era obtener la mayor velocidad posible para alguna combinación de las operaciones matemáticas básicas.

Aún las primitivas computadoras y las primeras aplicaciones industriales fueron de cálculo fijo (aunque complejo) que debía hacerse a la mayor velocidad posible. Los componentes electrónicos más “famosos” eran las Unidades Aritméticas que realizaban cálculos simples a gran velocidad.

El salto conceptual de las “máquinas de calcular” a la computadora fue comprender que el cálculo era sólo uno de los elementos de interés para la computación. Aún más, representaba tal vez la línea tecnológica más “fácil”.

El verdadero desarrollo estaba en poder generalizar la utilización de “la máquina” para cualquier aplicación que se pudiera “programar”... tal como lo había escrito Ada Lovelace 120 años antes!!!

UNA PRIMERA DEFINICIÓN

Una **Computadora** es una máquina digital y sincrónica, con cierta capacidad de cálculo numérico y lógico, controlada por un programa almacenado y con posibilidad de comunicación con el mundo exterior.

¿Qué significa esto?

- Es **digital** porque dentro de la computadora las señales eléctricas que se manejan y la información que se procesa se representa en forma discreta, por medio de dos valores (0 y 1).
- Además se afirma que es **sincrónica**, es decir que realiza las operaciones coordinada por un reloj central que envía señales de sincronismo a todos los elementos que componen la computadora. Esto significa que todas las operaciones internas se realizan en instantes de tiempo predefinidos y coordinados con el reloj.
- Internamente posee una **capacidad de cálculo numérico y lógico**, en un subsistema denominado Unidad Aritmético-Lógica (UAL) ó en su acrónimo en idioma inglés ALU (Arithmetic & Logic Unit). Normalmente las operaciones que pueden realizarse en ella son muy simples (por ejemplo suma, disyunción, conjunción o comparación).

- El hecho que sea *controlada por programa* es quizás el punto más importante que diferencia a una computadora de una calculadora. Significa que internamente se tienen órdenes o instrucciones almacenadas, que la computadora podrá obtener, interpretar y ejecutar.
- Además, está *comunicada con el mundo exterior*. Esto significa que podrá realizar operaciones de ingreso o egreso de valores desde y hacia el mundo real, utilizando dispositivos periféricos (por ejemplo el teclado o el mouse para entrada de información y pantalla como salida). Debe mencionarse que el mundo real es *analógico* y no digital.

La computadora es una máquina que cambia información de una forma a otra: recibe información (entrada), la transforma y proporciona información (salida). Esta información puede presentarse de muchas formas, lo que convierte a la computadora en una máquina sumamente versátil, que es capaz desde liquidar impuestos hasta guiar el recorrido de una nave espacial. En cada caso las entradas y salidas son totalmente distintas, y en esto radica lo sorprendente de poder usar una computadora para ambas actividades.

Esta versatilidad está dada en que la máquina sea controlada por un *programa*, que establece las instrucciones que le indican a las partes físicas qué deben hacer para transformar los datos de entrada en la salida requerida. El programa controla todo el proceso, del principio al fin: podemos modificar su funcionamiento con solo cambiar el programa.

Con el advenimiento de la computadora, gran parte de la tecnología pasó del mundo analógico al digital.

UN POCO DE HISTORIA

“Considera el pasado y conocerás el futuro”
Proverbio Chino.

La evolución en la tecnología electrónica en los últimos 60 años tuvo un impacto notable en la ciencia informática.

En la *primera generación* de computadoras, las máquinas estaban construidas con *tubos de vacío* (válvulas), que eran tubos de vidrio del tamaño de una bombilla de luz que albergaban circuitos eléctricos. Eran máquinas muy grandes, costosas y de difícil operación. A pesar de esto, rápidamente se convirtieron en herramientas indispensables para los científicos e ingenieros.

El *transistor*, inventado en 1948, podía cumplir la misma función que un tubo de vacío, ya que podía transferir la electricidad a través de una pequeña resistencia. Esto dio lugar, a partir de 1956, a la *segunda generación* de computadoras, donde las máquinas ya eran más pequeñas, confiables y económicas que las anteriores. En forma paralela hubo un avance en la programación y forma de manejo de estas computadoras, lo que produjo un mayor uso de las mismas.

A mediados de los '60 las computadoras basadas en transistores fueron sustituidas por las máquinas más pequeñas y potentes de la *tercera generación*, construidas con base en los nuevos *circuitos integrados* (que empaquetaban cientos de transistores en un chip de silicio). Su éxito estuvo basado en la mayor confiabilidad, velocidad y eficiencia, y su menor tamaño y costo.

La invención del tubo de vacío, el transistor y el chip de silicio tuvieron un impacto notable en la sociedad, y por eso muchos historiadores señalan estos acontecimientos como fronteras generacionales. Pero ninguno de ellos tuvo un efecto más profundo que la invención en 1969 del primer **microprocesador**, que es una unidad de procesamiento completa empaquetada en un diminuto chip de silicio. Esto fue considerado el inicio de la **cuarta generación**, que trajo aparejados cambios en la capacidad y la disponibilidad de las máquinas en todo el planeta.

Datos (y velocidad) de la evolución

- En el siglo IX un texto budista es el primer libro impreso conocido.
- En el siglo XV aparece la imprenta de Gutenberg.

- En el siglo XVIII aparece la revolución industrial.
- A principios del siglo XX la producción industrial automatizada.

- En el siglo XIX la radio.
- En el siglo XX la TV y el cine.

1940 a 1950: Aparecen las primeras computadoras. Con programa fijo y programa variable. En 1945 John von Neumann propone almacenar programas en forma de datos. Surge el transistor y con él la electrónica moderna.

1950 a 1960: Computadoras transistorizadas. Banca computarizada. Circuitos integrados. Láser. En 1959 la Unión Soviética lanza el Sputnik.

1960 a 1970: Sistemas operativos de tiempo compartido. El software como producto industrial. Lenguajes de programación. La primera red de computadoras. En 1969 el hombre llega a la Luna.

1970 a 1980: Aparecen los microprocesadores. Microcomputadoras. Computadoras Personales. Robots industriales controlados por computadora. Supercomputadoras. Primeros juegos para computadoras personales. Planilla de Cálculo. Interfaz gráfica. Apple. En 1979 nace el PacMan.

1980 a 1990: IBM presenta la primera computadora personal (PC). Surgen publicaciones electrónicas. Nace Internet. Aparecen las primeras computadoras masivamente paralelas. Aparecen los virus y los hackers.

1990 a 2000: En 1990 Microsoft introduce Windows 3.0. Aparecen otros elementos como la interfaz hablada, multimedia, robots móviles, realidad virtual, videoconferencia, visión por computadora, etc.

2000 en adelante: Adquiere fuerte impulso la Inteligencia Artificial. La realidad virtual cada vez es mas real. La interfaz hombre-máquina sigue evolucionando. Las comunicaciones por Internet dan origen a nuevos mecanismos como el comercio electrónico.

Estos datos reflejan la diferencia en la velocidad de evolución de la informática con respecto a cualquiera de las otras industrias. Notar que el avance desde el primer libro impreso a la imprenta tomó 6 siglos, mientras que desde los tubos de vacío al primer microprocesador sólo pasaron una veintena de años...

El complejo electrónico-informático ha desplazado a la industria automotriz, a la industria pesada, a la industria militar y a la industria petrolera en la facturación mundial.

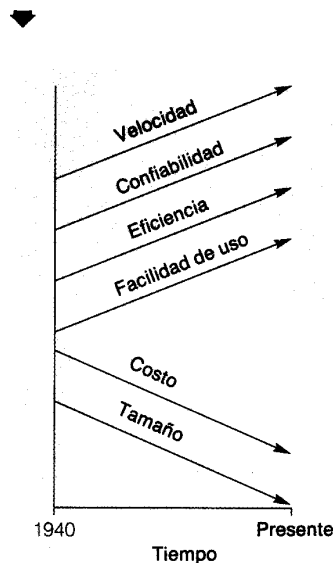
Los grandes ejes de la evolución

“La experiencia histórica muestra que los cambios tecnológicos transforman notablemente las relaciones políticas y sociales”

John von Neumann

Podemos ver gráficamente cuáles han sido los grandes ejes de la impresionante evolución de las computadoras:

Evolución de los computadores, de 1940 a la fecha.



¿QUÉ ES LA INFORMÁTICA?

La informática nace de la idea de ayudar al hombre en aquellos trabajos rutinarios y repetitivos, generalmente de cálculo y 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 1962 bajo la denominación *Informatique*, y procede de la contracción de las palabras *Information* *automatique*. Posteriormente fue reconocido por el resto de los países, siendo adoptado por 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 diversas formas si bien todas ellas giran en torno a la misma idea. Dos de las más difundidas son:

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

Informática es la ciencia que estudia el análisis y resolución de problemas utilizando computadoras.

- La palabra **ciencia** se relaciona con una metodología fundamentada y racional para el estudio y resolución de los problemas.

- La **resolución de problemas** utilizando las herramientas informáticas puede tener aplicaciones en áreas muy diferentes tales como biología, comercio, control industrial, administración, robótica, educación, arquitectura, diseño, etc.

Los temas propios de la ciencia Informática abarcan aspectos tales como la arquitectura física y lógica de las computadoras, las metodologías de análisis y diseño de sistemas de software, los lenguajes de programación, los sistemas operativos, la inteligencia artificial, los sistemas de tiempo real, el diseño y aplicación de bases de datos, etc.

Aplicaciones de la informática

“El grado de inteligencia que atribuimos al comportamiento de algo está determinado tanto por nuestra propia capacidad y comprensión como por las propiedades del objeto que analizamos”.

Alan Turing.

El universo de las aplicaciones informáticas es esencialmente multidisciplinario.

Las aplicaciones que pueden desarrollarse con una computadora van desde un sistema de gestión comercial, administrativo, hasta sistemas expertos que ayudan en la toma de decisiones, diseño asistido, controladores de vuelo automáticos, máquinas jugadoras de ajedrez, etc.

En esta tarea están involucradas personas de distintas disciplinas: matemáticos, ingenieros e informáticos. Los matemáticos brindan las herramientas básicas para que tanto ingenieros como informáticos puedan desarrollar su labor.

Por otro lado se encuentran los usuarios de las aplicaciones, que van desde especialistas que utilizan una determinada herramienta (economistas, docentes, músicos, médicos, arquitectos, etc.) hasta entusiastas que navegan por Internet o juegan con un simulador de vuelo.

Componentes y funcionamiento básico de una computadora

Recordemos la definición que dimos de computadora:

Una **Computadora** es una máquina digital y sincrónica, con cierta capacidad de cálculo numérico y lógico, controlada por un programa almacenado, y con posibilidad de comunicación con el mundo exterior.

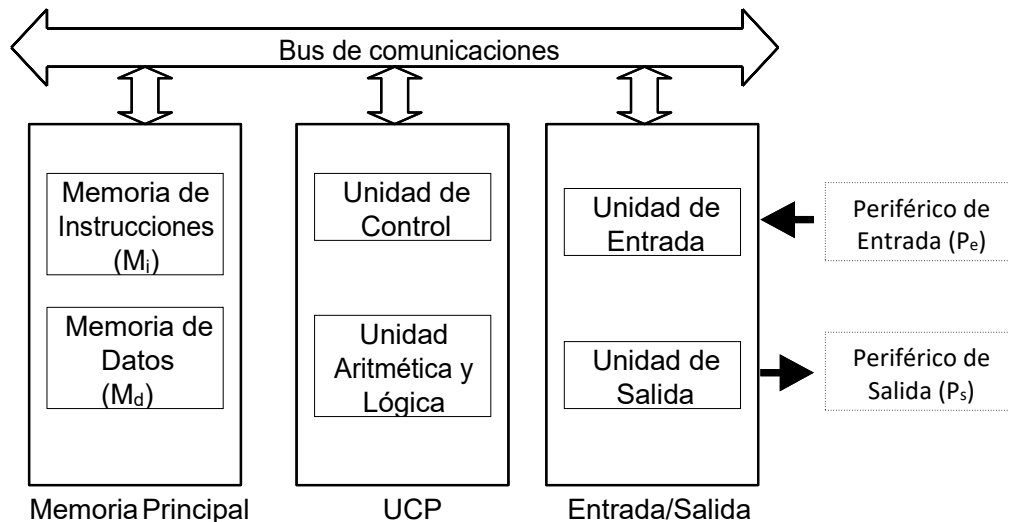
La mayoría de las computadoras actuales de propósito general presentan una estructura interna basada en la arquitectura definida por John von Neumann.

Esta estructura interna debe contener aquellos componentes que permitan realizar el procesamiento de datos útiles para el problema a resolver.

Dado que se utilizará un programa que controlará la sucesión de pasos a seguir, será necesario no solamente tener una unidad de cálculo sino también una unidad de memoria.

Podrá también, ser necesario interactuar con el mundo exterior, tanto para obtener datos como para entregar resultados, por lo que unidades que se encarguen de la entrada y la salida de valores podrán estar presentes.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, podemos esquematizarla de la siguiente manera:



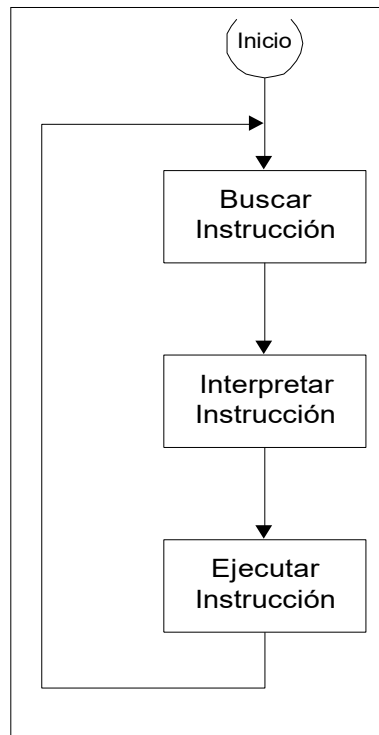
En el gráfico se ha dividido conceptualmente la memoria Principal **M** en dos partes: **memoria de instrucciones M_i** donde residen las órdenes que la computadora debe interpretar y ejecutar, y **memoria de datos M_d** donde se almacena la información con la cual la computadora realizará los procesos (cálculos, decisiones, actualizaciones) que sean necesarios para la resolución del problema.

El bloque rotulado como **Entrada/Salida** representa los dispositivos que permiten la comunicación con el mundo real. Por ejemplo, el controlador de video que vincula el procesador central de la computadora con la pantalla o el circuito controlador de multimedia que permite tener salida por un parlante o entrada por un micrófono.

Las líneas de comunicación indicadas como bus de comunicaciones normalmente permiten el paso de tres grandes categorías de información: direcciones, datos y control. En el esquema simplificado se acepta que estas líneas permiten la comunicación interna y externa de datos, direcciones y señales de control.

Por último, tradicionalmente la combinación de la unidad de control UC y la unidad de cálculo UAL se la llama unidad central de procesamiento **UCP**, que en las computadoras personales está representada por el microprocesador (ej. Pentium).

El *funcionamiento* de una Computadora descrita como en el modelo anterior, se puede sintetizar con el siguiente esquema:



Esto representa una secuencia infinita de pasos:

- Buscar la próxima instrucción a ejecutar en la memoria de instrucciones M_i
- Interpretar qué hacer en la Unidad de Control (UC).
- Ejecutar las operaciones interpretadas por UC, utilizando la UAL de ser necesario. Estas operaciones pueden comprender lectura/escritura de la memoria de datos M_d o entrada/salida por los periféricos P_e o P_s .

En capítulos posteriores trataremos más en detalle sobre la estructura interna y el funcionamiento de las computadoras. Para finalizar, damos algunos conceptos:

El *hardware* se refiere a las componentes físicas de la computadora.

El *software* comprende los programas que se ejecutan sobre la computadora.

Un *bit* (dígito binario o *binary digit*) es la unidad de información más pequeña. Solo puede tener uno de dos valores: encendido o apagado (0 o 1, si o no, blanco o negro, etc.).

La *Unidad Central de Procesamiento* (UCP) o en su acrónimo en inglés CPU, es la encargada de interpretar y llevar a cabo las instrucciones de los programas. Efectúa manipulaciones aritméticas y lógicas con los datos y se comunica con las demás partes del sistema de cómputo.

CONCEPTOS DE COMUNICACIONES Y REDES

*“Poco después de mi entrada la yegua se levantó de su estera, se acercó a mi, observó atentamente mi cara y manos, y luego hizo un gesto de desagrado. A continuación se volvió hacia el caballo y escuché que entre ellos repetían a menudo la palabra **yahoo**, cuyo significado entonces no entendía, aunque fuera la primera que aprendí a pronunciar. Mas pronto estaría mejor informado para mi eterna vergüenza.”*

Los Viajes de Gulliver,
Cap XIX: El país de los Houyhnhnms

NOCIONES BÁSICAS DE COMUNICACIONES

En los principios del siglo XIX, los tiempos de las comunicaciones eran directamente proporcionales a los tiempos del movimiento humano. Una noticia de Europa podía tardar meses en llegar a las colonias sudamericanas; un hecho trascendental como la declaración de la independencia en Tucumán en 1816 viajó “en diligencia” para ser conocido en Buenos Aires varios días después; la imagen del general mirando desde un cerro la evolución de una gran batalla y enviando y recibiendo mensajeros a caballo desde el frente de batalla sólo se mejoraba levemente con el empleo de palomas mensajeras...

- En 1844 Morse inventó el telégrafo y en 1876 Bell el teléfono. Con ellos nació el concepto de **telecomunicaciones**, es decir comunicación a distancia en forma prácticamente inmediata.
- La evolución de la tecnología de las comunicaciones en los siguientes 100 años y hasta nuestros días, combinada con el desarrollo explosivo de la electrónica y la informática, pasaron a ser el **eje fundamental del mundo de hoy**.
- Desde el punto de vista de la transmisión de información, la tecnología permite hoy que **la distancia física prácticamente no exista !**: Podemos ubicarnos virtualmente en otro lugar del mundo, observar un museo de Europa, leer un texto que se está escribiendo en Estados Unidos, recibir el mismo diario que un ciudadano de Rusia o tener 1000 millones de personas pendientes del partido inaugural de un mundial de fútbol... que se juega en China (y sería lo mismo si se jugara en la Luna).

Esta evolución de la tecnología de comunicaciones es muy importante para nuestra vida y para nuestras posibilidades laborales: cualquier ámbito de trabajo informático hoy tiene comunicaciones, redes, computadoras remotas que se consultan y utilizan... y todo esto nos obliga a estudiar como un componente esencial de la disciplina informática, algunos aspectos de las comunicaciones.

- En principio debemos definir el **medio de comunicación** es decir sobre que soporte se

transmiten los bits (en principio sólo hablaremos de comunicaciones digitales) que llevan la información. Este medio puede ser un cable telefónico, un cable coaxial, una fibra óptica o el aire.

- En general las transmisiones sobre cables requieren enviar señales eléctricas entre un transmisor y un receptor en los extremos del cable, y normalmente se trata de un medio de bajo costo y muy adecuado para distancias relativamente cortas. Por ejemplo un cable telefónico permite manejar velocidades típicas de 100.000 bits por segundo y un cable coaxial de red puede tener 100 millones de bits por segundo.
- Pasar de los cables con señales eléctricas a la fibra óptica ha sido un salto tecnológico muy importante (aunque a un costo mayor). Sucede que la fibra óptica transmite señales de luz, a una velocidad mucho mayor y con mucha menos posibilidad de interferencia que un cable convencional. Trabajar con comunicaciones en el orden de 1000 millones de bits por segundo, con alta inmunidad al ruido, es típico de la fibra óptica hoy (notar que todos los enlaces telefónicos importantes han reemplazado el cableado convencional por la fibra óptica).
- La señal también se puede transmitir por el aire. En este caso el transmisor y el receptor tienen otras características (más complejas) y de ese modo recibimos, por ejemplo, las señales de radio o de televisión por aire. También podemos tener estaciones repetidoras en tierra o en un satélite, de modo de comunicar puntos muy distantes que no serían alcanzables por una señal de radio directa. Las comunicaciones satelitales se imponen cuando la distancia crece.

En este punto podemos preguntarnos **¿Qué sentido puede tener comunicar computadoras?** La respuesta resulta inmediata: poder comunicarlas significa poder utilizar sus recursos a distancia.

De repente la computadora que está en la mejor Universidad de Estados Unidos es “alcanzable” y utilizable desde nuestra modesta PC del Laboratorio de Microcómputo de la Facultad. Al mismo tiempo los “usuarios” distantes pueden comunicarse, cooperar y compartir recursos y trabajo, empleando sus computadoras conectadas.

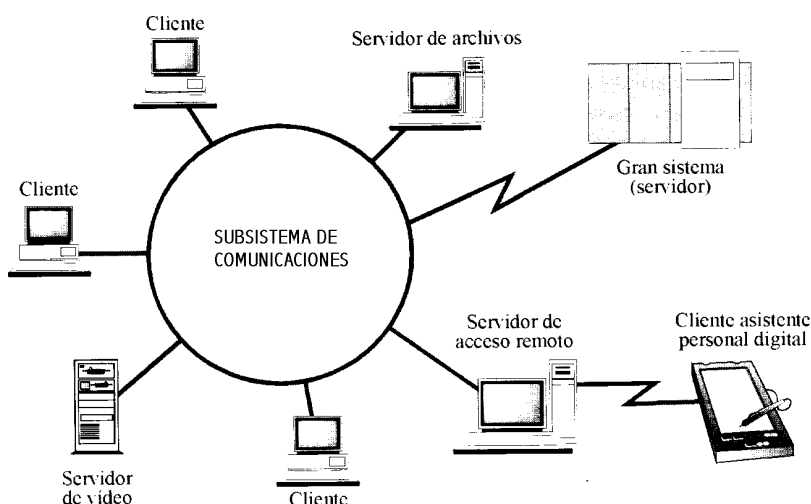
Aunque en principio no lo parezca, poder comunicar computadoras es lo que nos permite ver en tiempo real, sobre nuestra computadora un recital de los Rolling Stones que está sucediendo en otro extremo del planeta.

Un primer empleo de esta comunicación remota entre computadoras fueron (y son) los sistemas multiusuario con esquema servidor-terminales. Cuando accedemos, por ejemplo, a una terminal de cajero automático de un Banco, en realidad estamos en una pequeña computadora local que se comunica con un servidor (computadora mayor) que tiene los datos globales de clientes, y nos permite hacer operaciones determinadas en nuestra terminal local.

Debe quedarnos claro que **de nada nos servirían ambas computadoras si no tenemos un sistema eficiente de comunicaciones**

Conceptos elementales de redes

Conceptualmente una red responde a un esquema general como el de la figura siguiente:



- Las computadoras locales (clientes) pueden ser muy diferentes y disponer de recursos propios.
- El subsistema de comunicaciones puede estar soportado por los diferentes medios de comunicación que hemos mencionado y permite vincular punto a punto o globalmente las computadoras locales.
- Pueden existir recursos dentro de la red que sean compartidos por todas o alguna de las computadoras, y también pueden existir recursos exclusivos de cada máquina local.
- Naturalmente para poder comunicar coherentemente las computadoras de una red es necesario establecer protocolos aceptados por todos (y esto implica hardware y software). Se deduce que el sistema operativo de la red debe proveer servicios que no tenemos en una computadora monousuario.

En este punto podemos preguntarnos **¿Qué ventaja puede significar disponer de una red de computadoras?** La respuesta resulta inmediata:

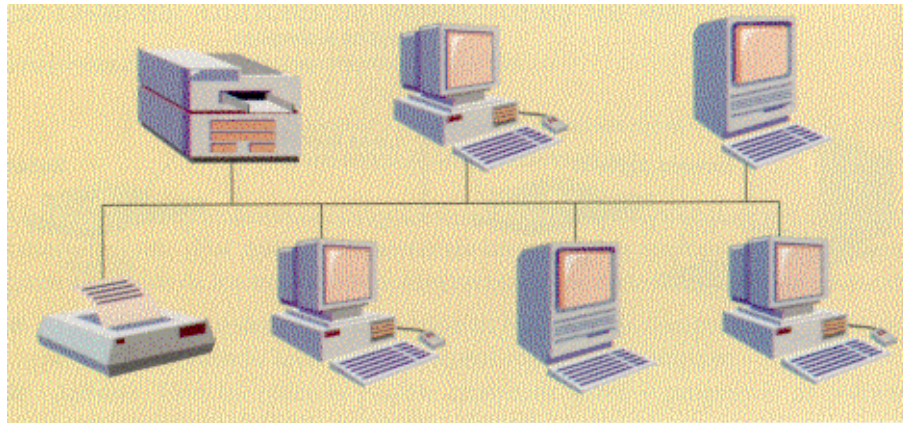
- Compartir hardware, reduciendo costos y convirtiendo a la red en sí misma en un poderoso sistema de procesamiento de datos.
- Compartir datos y programas, permitiendo incrementar la productividad en los sistemas de software.
- Incrementar la eficiencia en los trabajos de grupo al permitir una fluida comunicación entre miembros de la organización ubicados en diferentes puntos.

Redes LAN y WAN

Una red local (LAN: Local Area Network) es una red en la cual las computadoras se encuentran cercanas físicamente, generalmente en un mismo edificio. La comunicación inter-computadoras puede ser por cable, fibra o inalámbrica (en este caso una pequeña radio que hace de receptor-transmisor se incorpora en cada computadora).

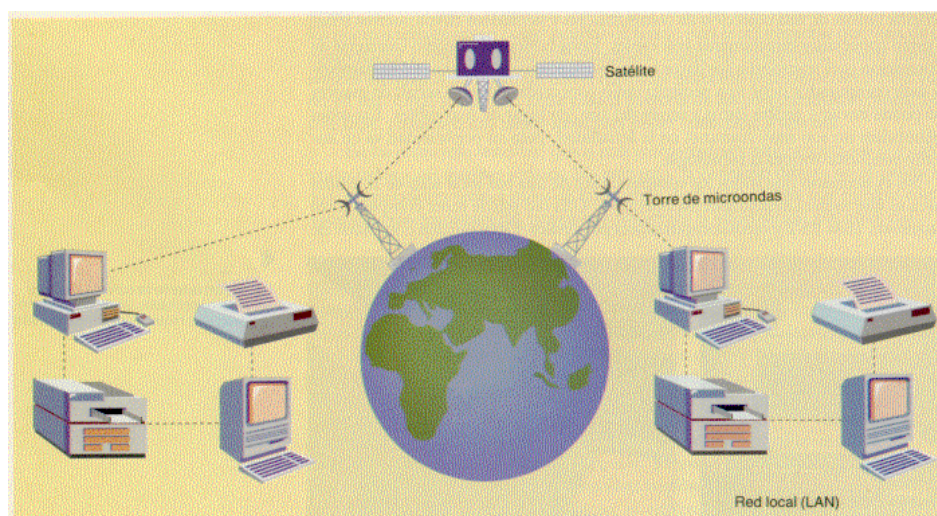
Típicamente (como se muestra en la figura) una red local puede conectarse a través de un conjunto de líneas de comunicación común denominado *bus*, pero pueden utilizarse diferentes topologías de comunicación.

Red LAN



Una red extendida (WAN: Wide Area Network) es una red en la cual las computadoras pueden estar a grandes distancias. Incluso puede estar formada por subredes locales. La comunicación inter-computadoras puede combinar las tecnologías mencionadas anteriormente, teniendo cable o fibra para las máquinas relativamente más cercanas y por ejemplo enlaces satelitales entre los puntos remotos.

Red WAN



Nuevamente el esquema de comunicaciones puede ser realizado en parte a través de buses y también con otras configuraciones como las denominadas en estrella ó punto a punto.

Internet: Una red de redes

Internet no es más que una red WAN, en la que un conjunto de instituciones han acordado conectar sus propias redes, enlazando organizaciones educativas, administrativas y empresas privadas.

Las raíces de Internet fueron las comunicaciones que establecieron en EEUU un conjunto de Universidades e Instituciones Académicas, y de ese modo fue creciendo y desarrollándose en todo el mundo.

El impacto de Internet en el ámbito científico pronto se extendió a las empresas y al comercio

electrónico, ya que esencialmente es una posibilidad de tener una vinculación con cualquier tipo de computadora o dato en cualquier punto del planeta.

Entre los servicios que habitualmente utilizamos en Internet (y que han sido el área de mayor desarrollo del software en los últimos años) podemos mencionar:

- Correo electrónico y transferencia de archivos de datos.
- Ingreso remoto a otras computadoras.
- Establecimiento de “sitios” específicos accesibles por usuarios de todo el mundo (o bien por usuarios que tienen determinado atributo o password) con repositorios de información útil. Por ejemplo podemos tener bibliotecas virtuales, accesibles en forma remota.
- Información “on line” de diarios, revistas, canales de noticias, etc.
- Posibilidad de realizar transacciones (compras, ventas) a través de la red, presentando los productos, catálogos, precios e incluso programas de demostración de funcionamiento para consulta remota y acordando modos de transferencia de los pagos.
- Posibilidad de realizar reuniones de intercambio de opiniones, en forma conjunta por usuarios interesados en un tema (conferencias o “chats”).

Puede decirse que el mundo se está transformando, con el empleo creciente de Internet y con la adopción de nuevos modos de investigar y buscar información, y al mismo tiempo nuevos modos de establecer negocios y tareas cooperantes entre usuarios ubicados en puntos muy distantes.

Uno de los impactos más fuertes de Internet es en la posibilidad de brindar educación a distancia, favoreciendo el aprendizaje o la actualización en forma de autoaprendizaje o mediante comunicaciones interactivas alumno-docente.

Aplicaciones: Correo electrónico. Teleconferencia.

Correo electrónico (e-mail) significa conectarnos computadora a computadora con otro usuario, a través de un sistema de comunicaciones y un software adecuado. La comunicación puede tener aspectos muy “humanos” tales como que en cada computadora una filmadora registre al usuario que nos está escribiendo para convertir el correo en una “charla” electrónica, o bien disponer de un periférico de salida que convierte el texto del e-mail en voz.

De todos modos, el sólo hecho de poder comunicarnos muy rápidamente a través del correo electrónico (comparar con el correo tradicional por hojas escritas) favorece el intercambio de datos entre los seres humanos. Por otra parte podemos reemplazar en gran medida el teléfono y el fax.

Teleconferencia en tiempo real significa que un conjunto de usuarios (por ejemplo miembros de una misma empresa) se conectan computadora a computadora e intercambian opiniones sobre un determinado tema, construyendo una “reunión de directorio” o “reunión de trabajo” en el ámbito virtual que ofrece Internet. Nuevamente la comunicación puede permitir “verse” a los protagonistas e incluso “hablarse” convirtiendo lo hablado en mensaje electrónico.

Naturalmente una teleconferencia *no* es igual que una reunión efectiva de las personas involucradas, pero en el caso de organizaciones distribuidas con sedes lejanas, mejora notoriamente la velocidad y eficacia en la toma de decisiones.

En una **videoconferencia** tenemos el equivalente a una clase tradicional, con una (o varias) aula/s virtuales remotas. Cada uno de los oyentes puede “ver” en tiempo real al conferencista y hacerle preguntas. A su vez el conferencista puede “ver” a quien le realiza preguntas y responderle.

La necesidad de transmitir imágenes y voz en tiempo real hace que los recursos de comunicaciones involucrados en una videoconferencia sean importantes. A su vez, armar un aula virtual para N alumnos significa al menos tener N computadoras (o puestos enlazados con un servidor en el aula) que puedan conectarse con la computadora remota del conferencista... y todas ellas con cámara y micrófono.

Tendencias y Conclusiones

Es notable el impacto de Internet y los servicios de red en la vida diaria. Actualmente hay aspectos cotidianos triviales en los que nos estamos acostumbrando a utilizar la “red de redes”. Por ejemplo, buscar datos sobre un determinado producto, leer un diario (local o internacional), consultar una enciclopedia, conocer los programas de estudio de una Universidad, comprar un libro, etc..

Es importante tener en cuenta que en el mundo, el área de mayor crecimiento es el complejo electrónica-informática-comunicaciones y en particular la mayor oferta laboral mundial está asociada con el empleo de tecnología de sistemas distribuidos. Esto hace prioritaria la formación tecnológica de los alumnos de carreras de Ingeniería e Informática, cuyo ámbito de trabajo más probable es una organización con un sistema distribuido de cómputo, con todas las áreas de la empresa vinculadas por Internet y con necesidad de desarrollar productos orientados a ambientes de procesamiento distribuido.

CONCEPTOS DE SISTEMAS OPERATIVOS

“A primera vista parecía un procesador de palabras Wang..., tenía un teclado Wang y un revestimiento Wang. Solamente cuando Richard Hagstrom le miró por segunda vez vio que el revestimiento había sido abierto (y no con cuidado, además; le pareció como si el trabajo se hubiera hecho con una sierra casera) para encajar en él un tubo catódico IBM ligeramente más grueso. Los discos de archivo que habían llegado con ese extraño bastardo no eran nada flexibles; eran tan duros como los disparos que Richard había oído de niño.

-Por el amor de Dios, ¿qué es esto? -preguntó Lina, cuando él y Mr. Nordhoff lo trasladaron penosamente hasta su despacho.”

Stephen King, El Ordenador de los dioses

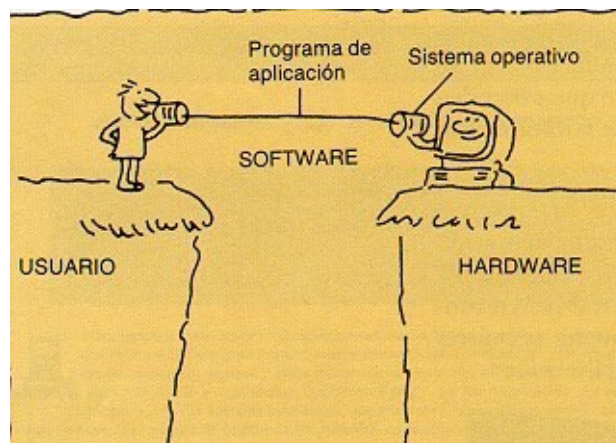
LA NECESIDAD DEL "SOFTWARE"

Hemos visto que la **Informática** es la ciencia que estudia el análisis y resolución de problemas utilizando computadoras.

También se ha mencionado que el mundo real es **naturalmente complejo** y los problemas a resolver con herramientas informáticas pueden ser muy variados.

Hemos analizado el funcionamiento esencial de una **Computadora** como una máquina digital y sincrónica, con cierta capacidad de cálculo numérico y lógico, controlada por un programa almacenado, y con posibilidad de comunicación con el mundo exterior.

Nuestras computadoras, como herramientas de resolución de problemas son muy pobres, si no disponemos de **programas adecuados** para utilizarlas.



En síntesis, la distancia entre los usuarios (que tienen los problemas del mundo real) y las computadoras (que los podrían ayudar a resolver) requiere un puente lógico y conceptual que está constituido por el **software**.

Precisamente, gran parte de la actividad profesional de un egresado de Informática es desarrollar **Ingeniería de Software**, que es el área de la Ciencia Informática que trata el análisis, diseño e implementación de sistemas de software.

La producción de sistemas de software (que constituyen el puente útil entre el usuario y la computadora) es una **actividad industrial** que requiere métodos, herramientas y procedimientos que se estudian a lo largo de la carrera.

Un modelo por capas desde la máquina al usuario

1- Computadora (hardware)

2- Sistema Operativo

2.1- Sistema Operativo residente básico

2.2- Funciones de propósito general para utilizar el hardware

2.3- Funciones de Administración de recursos

3- Utilitarios básicos

4- Lenguajes de Programación de Aplicaciones

5- Lenguajes Orientados a la Aplicación

6- Sistemas de Software de propósito general.

7- Sistemas de Software dedicados

8- Usuario (mundo real)

- La **primera capa** (la electrónica de una computadora) puede ser un artefacto muy elaborado desde el punto de vista tecnológico, pero **totalmente inútil si no se lo “carga” con software**. Pensemos en tener una computadora (una PC como las que todos conocemos) sin ningún programa cargado... tendríamos una enorme memoria de bits en cero y uno, una unidad de cálculo para manejar números o símbolos binarios, una sofisticada electrónica de control y prácticamente ninguna forma de comunicarnos con ella.
- La **segunda capa**, que hemos llamado **sistema operativo**, nos permite comunicarnos con la computadora y utilizar eficientemente sus recursos. Para analizarla la hemos subdividido en tres niveles: el sistema operativo residente básico, las funciones portables de control del hardware y las funciones de administración de tareas y recursos.
El primer nivel del sistema operativo es el que nos permite que al encender la máquina haya funciones “vitales” incorporadas al hardware. (Mostrar un símbolo en pantalla, habilitar el teclado, verificar la memoria, etc.). Estas funciones “vitales” vienen incorporadas con el hardware (normalmente en una memoria especial que no se borra al apagar la máquina, ROM) y se denomina Sistema Operativo residente o BIOS (en el caso de las PCs).
El segundo nivel del sistema operativo trata de ser “portable”, es decir agregar funciones que sean útiles al usuario del sistema operativo sobre cualquier máquina. Por ejemplo, poder modificar la configuración de la máquina ante nuevo hardware, cambiar el modo de presentación de la información disponible en la computadora (por ejemplo tener los archivos disponibles ordenados por fecha o por autor), o tener utilitarios para probar dispositivos tales como impresoras o parlantes, o tener un programa antivirus que proteja los programas del usuario. Estas funciones facilitan el trabajo del usuario y normalmente se “cargan” desde disco al ser solicitadas.
El tercer nivel del sistema operativo se refiere esencialmente a las funciones de

administración de recursos de la o las máquinas que controla el usuario: administrar la

memoria principal, los dispositivos de almacenamiento secundario, los accesos de diferentes usuarios a la máquina, el control de la ejecución de las aplicaciones, el control de la seguridad en los datos y en las comunicaciones son algunas de los objetivos de este tercer nivel. Todos los sistemas operativos tienen (más o menos desarrolladas) esta clase de funciones, que sirven para administrar los recursos y usuarios desde las máquinas más elementales a los sistemas de muchas computadoras en red con recursos y datos compartidos por numerosos usuarios.

- La **tercera capa** que hemos llamado **utilitarios básicos** se refieren a los programas (o sistemas) que nos acercan soluciones a problemas muy básicos del mundo real: procesadores de texto, planillas de cálculo, manejadores simples de bases de datos, ayudas para presentaciones gráficas, sistemas para tratamiento y mejoramiento de imágenes, sistemas de multimedia y sistemas de manejo de comunicaciones son ejemplos de estos utilitarios básicos. En general, estas aplicaciones de software (de enorme éxito) se construyen alrededor de metáforas visuales del mundo real, extendiendo de algún modo las habilidades naturales del usuario (por ejemplo tener un procesador de textos con corrector ortográfico).
- En la **cuarta capa** tenemos los **lenguajes de programación de aplicaciones** (tales como Pascal, C, Java, C++, ADA, Basic, Fortran, Smalltalk, Delphi,, etc.). Un lenguaje de programación establece un modo de escribir instrucciones para una computadora en un lenguaje “humano” y cercano al usuario que luego es automáticamente traducido al lenguaje de máquina (binario). Naturalmente a mayor riqueza expresiva del lenguaje de programación, más sencillo para construir aplicaciones... y más complejo el software de traducción y la tarea del sistema operativo al controlar la ejecución de los programas escritos en tal lenguaje.
- En la **quinta capa** tenemos los **lenguajes orientados a la aplicación** en los que se trata de acercar aún más la forma de expresar los problemas y su solución al mundo del usuario. Programar en un lenguaje de programación de propósito general (tal como Pascal o C o ADA) requiere una preparación técnica relativamente importante. Por esto es un objetivo desarrollar lenguajes “ceranos al mundo del usuario” donde la programación sea solamente para una “clase de aplicaciones”. Estos lenguajes orientados a la aplicación como el Autocad o el Toolbook o el Visual Da Vinci que utilizan en el Curso de Ingreso, permiten resolver en forma sencilla alguna clase de problemas, no exigiendo una preparación especial del usuario.
Sin embargo, muchas veces la tarea de desarrollarlos y los recursos que emplean son mucho mayores que los lenguajes de propósito general que se mencionaron anteriormente.
- En la **sexta capa** tenemos los **sistemas de software de propósito general** (tales como los sistemas contables, de liquidación de sueldos, de facturación, etc. de una empresa). Desarrollar este tipo de sistemas (independientemente del lenguaje que se utilice) es la actividad más importante de la Ingeniería de Software. Su destino es lo que se llama el “mercado horizontal”, es decir son de utilidad para una gran cantidad y clase de usuarios. Por ejemplo un sistema de sueldos puede ser empleado por empresas de cualquier tipo en diferentes partes del mundo.
- En la **séptima capa** tenemos los **sistemas de software dedicados**. En este caso se trata de desarrollar un producto “a medida” para una determinada organización, empresa o máquina. Por ejemplo, los controladores de un robot, de una máquina fotográfica o de un lavarropas; los sistemas de ayuda a la toma de decisiones de una empresa o de cálculo financiero de una organización; los sistemas expertos que ayudan al diagnóstico de

enfermedades o a la detección de recursos naturales son ejemplos de sistemas dedicados. En estos casos el valor agregado del producto software es muy alto, y en general la solución es exclusiva o poco portable a otras organizaciones o productos.

- Aún con todos estos recursos que hemos mencionado en las capas anteriores, nuestra octava capa, **el usuario del mundo real** sigue siendo un desafío muy complejo para la Informática. Muchas veces los problemas planteados no tienen (o no se encuentra) una solución eficiente utilizando computadoras y esto obliga a una permanente investigación y desarrollo de herramientas y productos de software.

Una definición de sistema operativo

Si ahora volvemos a nuestra visión de lo que es un sistema operativo y cómo funciona, podemos decir que básicamente en el sistema operativo se incorporan las funciones de control del hardware de una computadora, de administración de sus recursos físicos y de sus usuarios, así como el control efectivo de la ejecución de los programas que en ella se carguen.

- El funcionamiento del Sistema Operativo implica de existencia de al menos un programa que está permanentemente ejecutándose junto con nuestras aplicaciones.
- Esto significa que un subconjunto de los recursos de las computadoras son “tomados” por el Sistema Operativo que se comunica directa o indirectamente con los programas de aplicación que se ejecutan para cooperar en la ejecución o retomar el control del hardware en caso de problemas.

Ejemplos de qué hace un Sistema Operativo

Comunicación con los periféricos

Una de las tareas más complejas realizadas por una computadora es la comunicación con pantallas, scanners, impresoras, unidades de disco, mouses, teclados, placas de sonido, placas conversoras analógico/digitales y otros dispositivos periféricos. El sistema operativo incluye programas que se encargan, de un modo transparente al usuario, de los detalles de comunicación con los periféricos o con el hardware que controla estos periféricos.

Control de autorización de usuarios

En el caso de las computadoras monousuario el sistema operativo puede verificar (mediante una clave o *password* por ejemplo) que el usuario que trata de utilizar el equipo está habilitado para ello. Más aún puede tener derechos sobre determinados recursos del equipo pero no sobre todos los recursos.

Cuando se trata de computadoras multiusuario, o en el caso de redes de computadoras, la tarea de administración de usuarios del sistema operativo es bastante más compleja, porque los derechos de cada usuario pueden ser diferentes sobre cada máquina, cada base de datos o cada periférico.

En algunos casos este control de usuarios, incluye control de tiempos de utilización para el cobro posterior de los servicios.

Control de la ejecución de programas

La ejecución efectiva de un programa (escrito en cualquier lenguaje de programación o aplicación) requiere una comunicación permanente con el sistema operativo para acceder a los recursos de la computadora, recursos que el sistema operativo controla y verifica. De este modo se puede detectar que una orden de impresión escrita en un programa es imposible de ejecutar porque la impresora no está encendida, o que un dato de un archivo no se puede recuperar

porque falla el dispositivo periférico, o que la ejecución de un programa ha tardado más de un tiempo máximo determinado, etc.

También el sistema operativo monitorea el resultado de la ejecución para transmitir al usuario el mensaje adecuado resultante de la evolución de la ejecución.

Control de concurrencia

Las computadoras multiusuario (que tienen terminales conectadas a un gran procesador central), o las redes de computadoras, o las modernas computadoras paralelas con varios procesadores internos, pueden tener varios trabajos ejecutándose al mismo tiempo (procesamiento concurrente). Esto exige que el sistema operativo controle que hace cada proceso y permita que los mismos compartan datos y recursos (es decir se comuniquen y se sincronicen).

Por otra parte estos múltiples procesos pueden tener diferente prioridad para acceder a los recursos, lo que debe ser controlado también por el sistema operativo.

Control de errores

Como se mencionó anteriormente, cada error de ejecución de una aplicación termina entregando el control al sistema operativo que debe manejar la solución al error (desde el punto de vista que el sistema de cómputo siga funcionando) y también la comunicación clara al usuario de las causas del error.

Administración de memoria

Al poder procesar concurrentemente varios trabajos, el sistema operativo debe controlar la forma de usar la memoria de la computadora, de modo que un trabajo no invada el espacio físico de otro. Los esquemas de administración de memoria pueden ser muy sencillos (división en partes asignadas a cada proceso) o más sofisticada de modo de asignar y liberar memoria en forma dinámica según los requerimientos y prioridades de los procesos.

Controles de seguridad de datos

Los datos almacenados en una computadora pueden tener protecciones (imaginen una base de datos con la información de cada alumno de la Facultad, incluyendo las notas de sus exámenes) de modo de autorizar las modificaciones, agregados o consultas. Estas funciones de seguridad también forman parte del sistema operativo.

La interfaz del usuario con el sistema operativo

El modo en que el sistema operativo se comunica con el usuario constituye la **interfaz** del mismo.

La interfaz es particularmente importante para establecer una vinculación amigable entre el usuario de la computadora y el manejo de la misma que da el sistema operativo.

Históricamente las interfaces estuvieron basadas en **comandos** formados por palabras clave que se combinaban con una sintaxis determinada para ser interpretados por el sistema operativo.

Estas interfaces se denominan **orientadas a caracteres**.

El ejemplo clásico de una interfaz orientada a caracteres es el sistema operativo DOS que ¿todos? conocen de las primitivas PCs.

Las ventajas que tienen las interfaces orientadas a caracteres son su simplicidad, confiabilidad y poco costo en el desarrollo del sistema operativo que las soporta.

Las desventajas son que requieren un usuario calificado que estudie y conozca los comandos, lo cual resulta muy restrictivo para la difusión del uso de las computadoras.

En los últimos años se han impuesto las **interfaces gráficas** que contienen imágenes

representativas (por ejemplo de los archivos o dispositivos o de los comandos), llamadas **iconos** que se pueden organizar en menús que se abren y cierran (**menús descendentes**) y que pueden expandirse en presentaciones dentro de múltiples **ventanas** en la pantalla. En todos los casos el dispositivo apuntador a las selecciones del usuario es fundamentalmente el mouse.

Ventajas de las interfaces gráficas tipo VIMA

VIMA (WIMP en inglés) significa **V**entanas, **I**conos, **M**enús y **A**puntadores, como interfaz de usuario tiene una serie de ventajas:

- **Son intuitivas.** El usuario no necesita estudiar un manual de comandos para comprender lo que la imagen le muestra en un menú.
- **Son consistentes.** Toda una gama de aplicaciones (por ejemplo los múltiples programas de un Office) tienen la misma forma de interfaz, lo que favorece el aprendizaje y la seguridad del usuario en su utilización.
- **Facilitan el autoaprendizaje al ser repetitivas.**
- **Incorporan mecanismos de seguridad.** Se trata de impedir determinados errores mediante mensajes y bloqueos para el usuario (por ejemplo borrar inadvertidamente un disco rígido) y también se trata de permitir “volver atrás”, de modo de corregir alguna secuencia incorrecta de acciones.
- **Incrementan la flexibilidad.** En particular se puede usar simultánea o alternativamente el teclado o el mouse.

¿Cuál es el futuro?

- La tendencia es a las interfaces naturales: poder hablar directamente a la computadora indicando lo que se quiere, y tener una respuesta auditiva o gráfica. Ya existen productos de hardware y software que permiten manejar un procesador de textos directamente al dictado de voz, o tener el mailing de una organización por voz.
- Las aplicaciones de inteligencia artificial (en particular los agentes inteligentes) aplicados al manejo de la vinculación entre el sistema operativo y el usuario, tienden a facilitar el trabajo “interpretando” las elecciones más frecuentes del usuario y los “deseos” según el tipo de proceso a realizar. Un ejemplo muy elemental de esta tendencia lo constituyen las ayudas interactivas de algunos productos bajo Windows (por ejemplo el asistente de presentaciones de Power Point)

PARTE 2

LA COMPUTADORA HACIA ADENTRO

No hay inventos, solo descubrimientos.

Thomas J. Watson, Sr.

INTRODUCCIÓN

Para comprender lo que realmente hay detrás de una computadora, es necesario dedicar mucho tiempo y esfuerzo al estudio de las ciencias de la computación y la ingeniería computacional. Daremos aquí una visión general de la estructura interna y el funcionamiento para introducir los principales conceptos.

Como se expresó en el primer capítulo, un sistema de cómputo consta de un procesador, memoria, entrada/salida y las interconexiones entre estos componentes principales.

En el nivel superior, podemos entender la función de cada una de estas componentes describiendo la estructura de su interconexión y el tipo de señales intercambiadas entre ellas.

Las computadoras en realidad sólo hacen cuatro cosas:

- *recibir entradas* (aceptan información desde el mundo exterior)
- *producir salidas* (dan información al mundo exterior)
- *procesar información* (llevan a cabo operaciones aritméticas o lógicas con la información) y
- *almacenar información* (mueven y almacenan información en la memoria).

Con estas cuatro operaciones básicas las computadoras cumplen todas sus funciones. Todo sistema de cómputo tiene componentes de hardware dedicados a ellas.

Los *dispositivos de entrada* aceptan entradas del mundo exterior, siendo los más comunes el teclado, el mouse y el joystick. Los *dispositivos de salida* envían información al mundo exterior. Los más usuales son el monitor y la impresora. Trataremos estos y otros dispositivos en el capítulo dedicado a los *periféricos*.

El *procesador o unidad central de procesamiento* (UCP), procesa información, llevando a cabo todos los cálculos aritméticos y tomando decisiones básicas en base a los valores de la información. Es, de hecho, el “cerebro” de la computadora.

Los *dispositivos de almacenamiento* y la *memoria* sirven para almacenar información. Los medios de almacenamiento más conocidos son las unidades de disco, diskettes y cintas. La computadora transfiere información entre la memoria y los dispositivos de almacenamiento según se requiera.

La combinación de estos componentes constituye el hardware de un sistema de cómputo.

Recordemos que en el mundo de las computadoras la información es *digital*. Una computadora no entiende palabras, números, imágenes, notas musicales, ni letras del alfabeto. Sólo pueden digerir información que ha sido dividida en *bits*, que es la unidad de información más pequeña. Puede parecer extraño pensar que los cajeros automáticos, las consolas de juegos de video, y las supercomputadoras son procesadores de bits. Pero, independientemente de lo que pueda aparentar para el usuario, el núcleo de una computadora digital es una colección de conmutadores de encendido-apagado diseñada para convertir información de una forma a otra. El usuario proporciona a la computadora patrones de bits (entrada) y ésta sigue las instrucciones para transformar esa entrada en otro patrón de bits (salida) y devolverlo al usuario.

Virtualmente todos los diseños de computadoras contemporáneas están basados en los conceptos desarrollados por John Von Neumann en el “Institute for Advanced Studies” de la Universidad de Princeton. Tal diseño es conocido como la *arquitectura von Neumann*, y se basa en tres conceptos claves:

- los datos e instrucciones están almacenados en una única memoria de lectura-escritura constituida por celdas de igual tamaño.
- los contenidos de las celdas de la memoria son identificables por posición, sin importar el tipo de los datos guardados en ese lugar.
- la ejecución ocurre de manera secuencial (a menos que se modifique explícitamente) de una instrucción a la siguiente.

LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO

*¿Cuánto es uno más uno más uno más uno más uno
más uno más uno
más uno más uno?*

No lo se, dijo Alicia. Perdí la cuenta.

No sabe sumar, dijo la reina Roja.

Louis Carroll, en A través del espejo.

Las transformaciones son realizadas por la *unidad central de procesamiento* o *procesador*. Toda computadora tiene una UCP que interpreta y lleva a cabo las instrucciones de los programas, efectúa manipulaciones aritméticas y lógicas con los datos y se comunica con las demás partes del sistema de cómputo. Una UCP moderna es un conjunto extraordinariamente complejo de circuitos electrónicos. Cuando se incorporan todos estos circuitos en un chip de silicio, como sucede en la mayoría de las computadoras actuales, a este chip se lo denomina *microprocesador*. En una computadora de escritorio corriente, la UCP y otros chips y componentes electrónicos se ubican en una *placa de circuitos*, placa madre o “*motherboard*”.

En las computadoras personales se utilizan varios chips de UCP distintos. Aunque hay variantes en cuanto al diseño de estos chips, existen dos factores relevantes para el usuario: la compatibilidad y la velocidad.

Compatibilidad. No todo el software es compatible con todas las UCP. Esto es, es posible que el software escrito para un procesador no funcione en otro. Por ejemplo, el software escrito para la familia de procesadores Motorola 68000 usados en las computadoras Macintosh, no puede ejecutarse en los procesadores Intel de la mayoría de las computadoras compatibles con IBM; sencillamente, los procesadores Intel no pueden comprender los programas escritos para una UCP de Motorola. En algunos casos se pueden resolver estos problemas utilizando software especial de conversión, pero en general la compatibilidad es una función de la UCP.

Velocidad. Hay una enorme diferencia en la rapidez con la cual los procesadores pueden manejar información. La velocidad de una computadora está determinada en gran parte por la velocidad de su *reloj* interno, el dispositivo cronométrico que produce pulsos eléctricos para sincronizar las operaciones. Por lo general, las computadoras se describen en términos de su velocidad de reloj, medida en unidades *hertz* (un hertz representa un pulso por segundo). Pero la velocidad de reloj, aunque sea de millones de hertz (megahertz), no es suficiente para describir cuán rápido puede procesar palabras, números o imágenes una computadora.

La velocidad está determinada también por la *arquitectura* del procesador, esto es, el diseño que establece de qué manera están colocados en el chip los componentes individuales de la UCP. De hecho, la arquitectura de todo el sistema de cómputo es parte importante de la

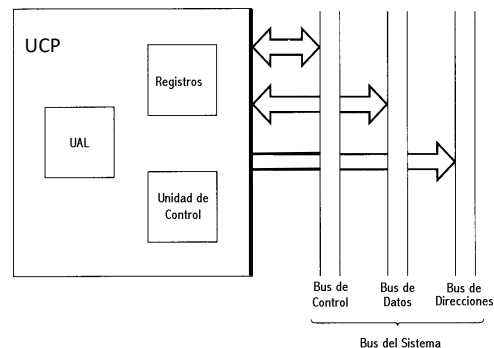
ecuación de velocidad. Desde la perspectiva del usuario, el punto crucial es que “más rápido” casi siempre significa “mejor”. En la mayoría de las aplicaciones como el procesamiento de texto, es mejor emplear una máquina más rápida, pero en las aplicaciones que usan muchos gráficos y cálculos es *necesario* utilizar máquinas más rápidas.

Como la velocidad es decisiva, los ingenieros y científicos de la computación constantemente desarrollan técnicas para acelerar la capacidad de la computadora para manipular y mover bits. Una alternativa muy usada consiste en colocar más de un procesador en la computadora, por ejemplo para realizar determinadas operaciones como cálculos matemáticos o presentaciones gráficas.

Por otro lado, la mayoría de las supercomputadoras tienen varios procesadores completos que pueden dividir los trabajos en porciones y trabajar con ellos en paralelo (*procesamiento en paralelo*).

La figura a la derecha, muestra una visión simplificada de la UCP, indicando la conexión con el resto del sistema vía el bus o canal de comunicación del sistema.

En ella podemos observar que, internamente, los principales componentes de la UCP son una *unidad aritmética y lógica (UAL)* y una *unidad de control (UC)*. La UAL realiza la computación real o procesamiento de datos. La UC controla la operación de la UAL. Además, existe una mínima memoria interna de la UCP, consistente de un conjunto de lugares de almacenamiento, llamados *registros*.



Si nos planteamos una visión un poco más detallada de la UCP, existe un elemento llamado *bus interno de UCP*, necesario para transferir datos entre los distintos registros y la UAL, dado que la UAL de hecho opera sólo sobre datos en la memoria interna de la UCP.

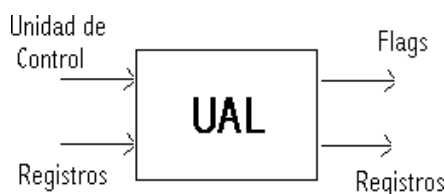
Los registros de la UCP sirven para dos funciones:

- **registros visibles al usuario.** Permiten al programador en lenguaje de máquina minimizar las referencias a memoria principal optimizando el uso de los registros, que son de acceso más rápido que aquella.
- **registros de control y estado.** Son utilizados por la UC para controlar la operación de la UCP, y por programas del Sistema Operativo para controlar la ejecución de los programas. Entre estos registros se encuentran el *contador de programa* (que contiene la ubicación de la próxima instrucción a ser buscada y ejecutada) y el *registro de instrucción* (que contiene la última instrucción buscada).

La UAL es la parte de la computadora que ejecuta realmente las operaciones aritméticas y lógicas sobre datos. Todos los otros elementos del sistema de cómputo (UC, registros, memoria, entrada/salida) están principalmente para traer datos a la UAL para que ésta los procese y luego tomar los resultados y comunicarlos.

Una UAL y todos los componentes en la computadora están basados en el uso de simples dispositivos electrónicos digitales que pueden almacenar dígitos binarios y realizar operaciones lógicas simples (operaciones *booleanas*).

La siguiente figura indica, en términos muy generales, cómo está conectada la UAL con el resto de la UCP:



Los datos son presentados a la UAL en registros, y los resultados de una operación son almacenados en registros. La UC provee señales que controlan la operación de la UAL, y el movimiento de los datos desde y hacia la UAL.

Debe mencionarse que la UAL también actualiza unas señales denominadas banderas o *flags* como resultado de una operación. Estas banderas o flags, que no son más que bits individuales o pertenecientes a un registro especial, cambiarán acorde al resultado. El estado o valor de estos bits (1 ó 0) podrán ser consultados por el programador por medio de instrucciones especiales; la importancia de estos bits reside en que de acuerdo a su valor podremos tomar decisiones.

LA MEMORIA

*Aguardó con impaciencia la respuesta de Riddle:
Menos mal que registré mis memorias en algo mas duradero
que la tinta. Siempre supe que habría gente que no querría
que mi diario fuera leído
“¿Qué quieres decir?”, escribió Harry, echando, por los
nervios, un borrón en la página.
Quiero decir que este diario da fe de cosas horribles. Cosas
que fueron ocultadas. Cosas que sucedieron en el Colegio
Hogwarts de Magia y brujería.
Harry Potter y la cámara secreta,
Cap 13: El diario secretísimo.*

La función principal de la UCP es obedecer las instrucciones codificadas en los programas. Sin embargo, como Alicia en *A través del espejo*, la UCP sólo puede manejar una instrucción y unos cuantos datos a la vez. La computadora tiene que “recordar” el resto del programa y los datos hasta que el procesador esté listo para usarlos.

Cuando está listo, ¿cómo sabe la UCP dónde están los mismos?.

La UCP está conectada con el resto de los componentes del sistema a través de 3 buses distintos: direcciones, datos y control. Independientemente de la implementación de cada procesador, la información que viaja por el bus de direcciones (las direcciones) tiene como objetivo “identificar” otro componente con el cual la UCP quiere comunicarse, todos los componentes están conectados al bus de direcciones, pero aquél que “reconoce” su dirección queda conectado a la UCP y el resto es como si no estuvieran. Una vez comunicada la UCP con otro componente, puede enviar ó recibir información (denominada dato) a través del bus de datos.

Se tiene entonces, un medio para identificar: *el bus de direcciones*, un medio para transportar el dato propiamente dicho: *el bus de datos*, y un medio para controlar el intercambio de información: *el bus de control*.

En este punto se puede preguntar ¿de dónde saca información la UCP para tomar las acciones adecuadas sobre el bus de control? ¿cuánto tiempo tardará la UCP en recibir o enviar valores por el bus de datos?. La UCP saca información de la misma instrucción que debe ejecutar, así sabe por ejemplo, en que sentido deberían viajar los datos (lectura o escritura) y envía en consecuencia las señales adecuadas por el bus de control. La UCP deberá también conocer cuando enviar esas señales para trabajar en forma conjunta y ordenada. Se denomina tiempo de acceso al tiempo que tarda un elemento de memoria en cumplir efectivamente una orden de lectura o escritura.

Trate ahora de responder las siguientes preguntas: dado un tamaño (medido en bits) del bus de direcciones ¿cuántas celdas de memoria se pueden identificar?, o para una determinada cantidad de celdas de memoria ¿cuál debe ser el tamaño medido en bits del bus de direcciones?

Modelo de memoria

Suponga un modelo de memoria que está formado por “cajitas” que pueden guardar información. Dentro de esa cajita se escribirá el dato a almacenar (DATO) y la identificaremos con una etiqueta llamada DIRECCION.

Tenga en cuenta que una dirección es un número que identifica un lugar, en este caso una cajita. El número es un valor binario que deberá ser expresado como combinación de unos y ceros. Cada dirección deberá ser única, a fin de que, cuando la UCP quiera trabajar con una cajita, lo haga con una a la vez.

DIRECCIÓN	DATO
-----------	------

Si se tienen solamente 2 cajitas, con una dirección de un solo bit se podrá identificar cada una de ellas, sin posibilidad de error. Por ejemplo tendremos:

Dirección = 0_2	DATO1
Dirección = 1_2	DATO2

Si tengo 4 cajitas se necesitarán direcciones con 2 bits para poder identificar cada una de ellas. Notar que utilizamos el subíndice 2 en las direcciones para identificarlas como números binarios.


Dirección = 00_2	DATO1
Dirección = 01_2	DATO2
Dirección = 10_2	DATO3
Dirección = 11_2	DATO4

Nota: el denominado ‘tamaño del bus de direcciones’, determina cuántos bits tienen las direcciones que identifican cada “cajita”. La denominada ‘cajita’ es una celda de memoria identificada con una dirección de memoria.

En general para identificar N diferentes posiciones de memoria (cajitas) se necesitará que n (el número de bits del bus de direcciones) sea tal que se cumpla

$$N \leq 2^n$$

Ejemplo 1. ¿Cuántos bits deberán tener las direcciones para identificar 250 posiciones de memoria diferentes?

$N = 250 \leq 2^n$  si $n = 8$, $2^8 = 256$ y se cumple la desigualdad. Respuesta: 8 bits.

Ejemplo 2. Escriba en binario la dirección más pequeña y la más grande para el bus de direcciones del ej. anterior. ¿Puede determinar su valor en decimal?

Dirección mas pequeña = 00000000_2 = ¿valor en decimal?

Dirección mas grande = 11111111_2 = ¿valor en decimal?

En el próximo capítulo se tratará el tema de conversión de números, aunque una calculadora puede ayudar a realizar los mismos.

Unidad mínima direccionable

En los ejemplos del apartado anterior identificamos cada posición de memoria (celda o cajita) con un número binario llamado dirección. La cantidad de bits almacenados en ella (y que llamamos DATO) se conoce como “unidad mínima direccionable”. Si la cajita puede contener 8 bits (llamado byte) de información decimos que la unidad mínima direccionable es el byte.

Entonces podemos decir que, el byte llamado DATO1 se encuentra en la dirección 00_2 , el byte DATO2 en la dirección 01_2 , etc.. La cantidad ‘byte’ es típica, histórica y ampliamente utilizada para describir el tamaño del contenido de las ‘cajitas’, aunque la realidad nos presenta otras cosas.

Supongamos que organizo las cuatro cajitas del dibujo anterior de la siguiente manera:

Dirección = 0_2	DATO1	DATO2
Dirección = 1_2	DATO3	DATO4

La dirección 0_2 identifica ahora a un valor almacenado en 2 cajitas ‘pegadas’ DATO1 y DATO2. O sea tenemos las 4 cajitas pero no las “distinguimos” como antes (con 4 direcciones distintas), sólo puedo leer o escribir de a 2 cajitas a la vez. Esto implica que la mínima unidad direccionable es una caja con el doble de la capacidad de las cajitas anteriores, por lo tanto necesito menos bits en el bus de direcciones (un bit en este caso), pero el bus de datos debe tener el doble de bits que el caso anterior.

RAM y ROM

La RAM (*random access memory*: memoria de acceso aleatorio) es el tipo más común de almacenamiento primario o memoria de la computadora. Los chips RAM contienen circuitos que sirven para almacenar temporalmente instrucciones de programas y datos. Un chip de RAM está dividido en posiciones o celdas de igual tamaño, identificadas por una dirección única, de manera que el procesador puede distinguirlas y ordenar que se guarde o recupere información de ella.

La información almacenada en la RAM no es más que un patrón de corriente eléctrica que fluye por circuitos microscópicos en chips de silicio. Esto significa que si se interrumpe la energía eléctrica, por cualquier razón, la computadora olvida inmediatamente todo lo que estaba recordando en la RAM. Técnicamente, la RAM es una *memoria volátil*, ya que la información que contiene no se conserva de manera permanente.

Esto representaría un problema muy grave si la computadora no tuviera otro tipo de memoria donde guardar de manera permanente la información importante. Esta *memoria no volátil* se denomina *ROM* (*read-only memory*: memoria sólo de lectura) porque la computadora puede leer información de ella, pero no escribir nueva información. Todas las computadoras modernas cuentan con dispositivos de ROM que contienen las instrucciones de arranque y otra información crítica. La información en la ROM se graba permanentemente cuando nace la computadora, de modo que siempre está disponible cuando ésta opera, pero no puede cambiarse a menos que se reemplace el chip de ROM.

En RAM y ROM el tiempo de acceso es constante sin importar la ubicación relativa de las celdas.

Adicionalmente, existen otros medios donde almacenar información y que constituyen una forma de *memoria externa*, como por ejemplo los discos rígidos. Nos referiremos a ellos en el capítulo de *Periféricos*.

Aunque aparentemente simple en concepto, la memoria exhibe quizás el mayor rango de tipo, tecnología, organización, “performance” y costo de todos los componentes. Ninguna tecnología es óptima para satisfacer los requerimientos de memoria de un sistema de cómputo. Como consecuencia, las máquinas están equipadas con un sistema de memoria, compuesto por elementos internos (accesibles directamente por el procesador) y externos (accesibles vía un módulo de entrada/salida). Dentro de la memoria interna encontramos la memoria principal y la memoria local de la UCP (registros). La memoria externa consiste en dispositivos de almacenamiento periférico, como discos y cintas.

Algunas características de la memoria son su capacidad, su velocidad y su costo. Las restricciones de diseño del sistema de memoria de una computadora pueden ser resumidas por tres preguntas: ¿cuánta?, ¿cuán rápida?, ¿a qué costo?

La pregunta sobre *cuánta* es de respuesta abierta: si la capacidad está, las aplicaciones serán desarrolladas para usarla.

La pregunta de *cuán rápida* es un poco más fácil de responder. Para obtener mayores prestaciones, la memoria debe estar acorde con el procesador. Es decir, a medida que la UCP completa instrucciones no queremos que se demore esperando instrucciones o datos. El tiempo de acceso al sistema de memoria debe ser el mas chico posible.

Para un sistema práctico, el costo de memoria debe ser razonable en relación a los otros componentes.

Como es de esperar, hay una relación entre las tres características clave de la memoria (costo, capacidad y tiempo de acceso):

- menor tiempo de acceso, mayor costo por bit
- mayor capacidad, menor costo por bit
- mayor capacidad, mayor tiempo de acceso

Para obtener las mejores prestaciones, el diseñador deberá elegir y combinar diferentes subsistemas de memoria para poder balancear las partes costosas y rápidas con las económicas y lentas.

BUSES Y ENTRADA/SALIDA

En una computadora de escritorio corriente, la UCP y los chips de memoria se fijan en una placa de circuitos (placa madre o motherboard) junto con otras componentes clave. La información viaja entre las componentes a través de grupos de cables llamados *buses*. Por lo general, los

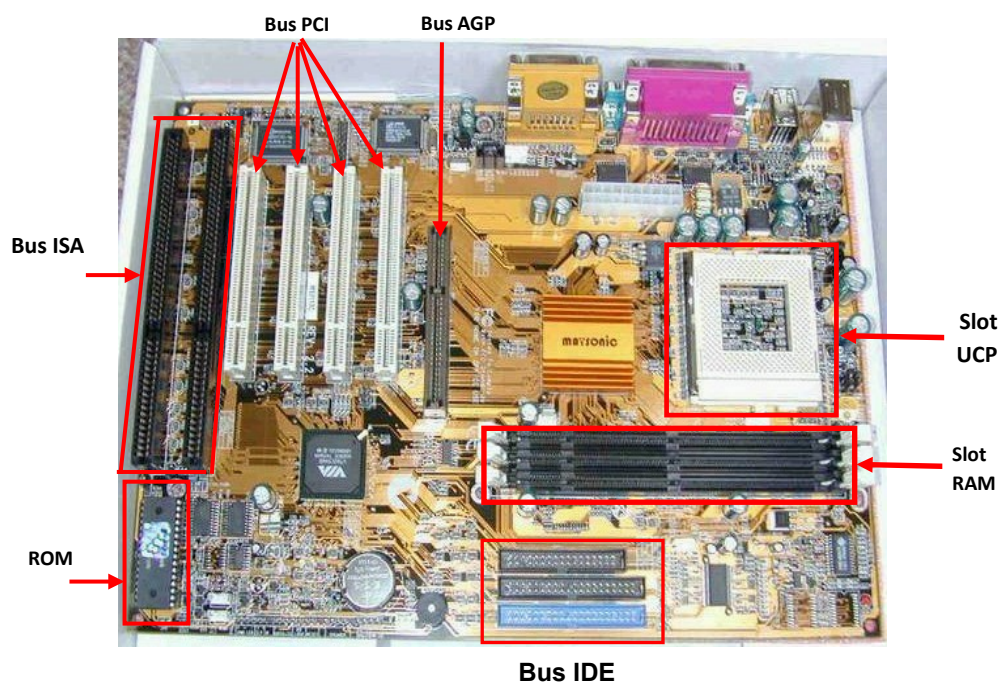
buses tienen 8, 16 o 32 cables; dado que por cada cable puede fluir un bit a la vez, un bus con 16 cables se denomina *bus de 16 bits*, ya que puede transmitir 16 bits de información al mismo tiempo (por distintos caminos); transmite el doble de información que un bus de 8 bits. De la misma manera en que una autopista con varios carriles permite que grandes cantidades de vehículos se muevan con mayor rapidez que un camino de un solo carril, los buses más anchos pueden transmitir información con más rapidez que los angostos. Las computadoras más nuevas y potentes cuentan con buses más anchos, para que puedan transferir la información con mayor rapidez.

Además de la UCP y un conjunto de módulos de memoria, el tercer elemento clave de un sistema de cómputo es un conjunto de módulos de entrada y/o salida (E/S). Cada módulo realiza la interfase con el bus del sistema y controla uno o más dispositivos periféricos. Un módulo de E/S no es simplemente un grupo de conectores mecánicos que enlazan un dispositivo con el bus del sistema, sino que contiene alguna "inteligencia", es decir, contiene lógica para realizar las funciones de comunicación.

Un módulo de E/S es la entidad responsable de controlar uno o más dispositivos externos y de intercambiar datos entre estos dispositivos y la memoria principal y/o los registros de la UCP. Luego, el módulo de E/S debe tener una interfaz interna a la computadora (la UCP y la memoria principal) y una interfaz externa a la computadora (el dispositivo externo).

Algunos módulos están conectados a *ranuras de expansión* en la caja de la computadora, que permiten personalizar las máquinas insertando placas de circuitos de propósito especial en ellas. Otros módulos están conectados a *puertos* externos, esto es, puntos de conexión en la parte exterior del chasis de la computadora. Ambas formas de expansión simplifican la adición de dispositivos externos o periféricos para que la UCP pueda comunicarse con el mundo exterior y almacenar información que se usará después.

Una imagen de placa madre y la ubicación de distintos buses



FUNCIONAMIENTO. EL CICLO DE INSTRUCCIÓN.

La función básica realizada por una computadora es la ejecución de programas. El programa a

ser ejecutado consiste de una secuencia de instrucciones almacenadas en la memoria. La UCP realiza el trabajo real ejecutando las instrucciones especificadas en el programa.

Para entender mejor el funcionamiento y la manera en la cual interactúan las principales componentes para ejecutar un programa, necesitamos mirar en más detalle el proceso de ejecución. El punto de vista más simple es considerar el procesamiento de una instrucción como consistente de dos pasos: la UCP lee (*búsqueda*) las instrucciones desde la memoria una a la vez, y las completa (*ejecución*). La corrida de un programa consiste en la repetición de los pasos de búsqueda y ejecución.

Por supuesto, el paso 'ejecución' del procesamiento de una instrucción puede involucrar en sí mismo un número de pasos. En este punto, podemos justificar la simplificación por lo siguiente. La 'búsqueda' de instrucción es una operación común para cada instrucción, y consiste en leer información de, al menos, una posición de memoria. La 'ejecución' puede involucrar varias operaciones y depende de la naturaleza de la instrucción.

El procesamiento requerido para una sola instrucción es llamado *ciclo de instrucción*. Usando la descripción simplificada, los dos pasos son el *ciclo de búsqueda* y el *ciclo de ejecución*. El ciclo se detiene sólo si la máquina es apagada, si ocurre algún error irreparable, o se encuentra una instrucción de programa que detenga la computadora.

Los ciclos de búsqueda y ejecución

En el comienzo de cada ciclo de instrucción, la UCP busca una instrucción desde la memoria. En una UCP típica, se usa un registro llamado *contador de programa* para conocer la ubicación desde la cual la próxima instrucción debe ser buscada. A menos que se diga otra cosa, la UCP siempre incrementa el contador de programa después de cada búsqueda de instrucción, de modo de quedar listo para buscar la próxima en secuencia (es decir, la instrucción ubicada en la siguiente posición de memoria). Esta secuencia podrá ser alterada y deberemos indicarla en modo especial.

La instrucción buscada es cargada en un registro de la UCP conocido como *registro de instrucción*. La instrucción está en la forma de un código binario que especifica qué acción debe tomar la UCP; ésta interpreta la instrucción y realiza la acción requerida. En general, estas acciones caen en 4 categorías:

- **UCP - Memoria:** los datos pueden ser transferidos desde la UCP a la memoria o desde la memoria a la UCP.
- **UCP - E/S:** los datos pueden ser transferidos hacia o desde el mundo exterior por una transferencia entre la UCP y el módulo de E/S.
- **Procesamiento de datos:** la UCP puede realizar alguna operación aritmética o lógica sobre los datos.
- **Control:** una instrucción puede especificar que la secuencia de ejecución sea alterada (por ejemplo con una operación de salto o *jump*). Como ejemplo, si la UCP busca una instrucción de la posición 149 que especifica que la próxima instrucción sea buscada en la posición 182, la UCP recordará esto poniendo el 182 en el contador de programa. Así, en el próximo ciclo de búsqueda, la instrucción será buscada en la posición 182 en vez de la 150 como sería en la secuencia sin alterar.

Por supuesto, la ejecución de una instrucción puede involucrar una combinación de estas acciones.

El ciclo de ejecución para una instrucción particular puede contener más de una referencia a

memoria. Además, en lugar de referencias a memoria, una instrucción puede especificar una operación de E/S.

Interrupciones

Virtualmente todas las computadoras proveen un mecanismo por el cual otros módulos (E/S, memoria) pueden interrumpir el procesamiento normal de la UCP. Estas *interrupciones* tienen implicancias sobre el ciclo de instrucción y la estructura de interconexión.

Las interrupciones se proveen principalmente como una manera de mejorar la eficiencia de procesamiento. Por ejemplo, la mayoría de los dispositivos externos son mucho más lentos que el procesador; si suponemos que el procesador está transfiriendo datos a una impresora usando el esquema de ciclo de instrucción visto, resulta que después de cada operación de escritura, el procesador tendrá que parar y estar ocioso hasta que la impresora tome el dato. La longitud de esta pausa puede ser equivalente a varios cientos o miles de ciclos de instrucción.

Claramente, esto es un gran desperdicio del uso del procesador. Con las interrupciones, el procesador puede ejecutar otras instrucciones mientras la operación de E/S progresa, con la consiguiente ganancia en el uso del procesador.

Preguntas

- 1- Tener muchos registros en una UCP de computadora suele considerarse una ventaja. Sin embargo todos los microprocesadores tienen un número limitado de registros (por ejemplo menos de 300). ¿Ud. puede describir por qué?
- 2- En general la memoria interna o propia de una computadora es varias veces menor que la memoria externa accesible por el mismo procesador (por ejemplo 8 GB de RAM contra 1 TB de disco). ¿Puede Ud. dar la razón principal de esta característica?
- 3- En algunas computadoras se duplican los buses, por ejemplo el de datos y el de direcciones. También en ocasiones se duplican (o multiplican) las unidades de cálculo aritmético-lógico. ¿Cuál es el beneficio? ¿Se aplican estas técnicas a las PCs comerciales de uso masivo?
- 4- Suponga que su computadora maneja una impresora. Seguramente Ud. ha recibido mensajes del tipo “Impresora detenida o Falla en la impresora” cuando se terminó el papel en una impresión o se atascó una hoja. ¿Porqué conviene que estas señales de la impresora a la computadora viajen por una línea de control que genera una interrupción?
- 5- Investigue el significado de las palabras RISC y CISC e indique las ventajas y/o desventajas de los procesadores RISC y CISC.
- 6- En el esquema simplificado del sistema de cómputo mostrado, ¿qué función cumple la UC?
- 7- Si contestó la pregunta anterior, ¿dónde obtiene la UC la información de las tareas que debe realizar?
- 8- ¿Qué acciones se llevan a cabo en el ciclo de búsqueda del ciclo de instrucción?
- 9- ¿Qué son los registros de la CPU?
- 10- Difícil: ¿Cómo sabe la UC donde encontrar la próxima instrucción a ejecutar?
- 11- Se mencionó que todos los dispositivos se conectan al mismo medio de comunicación compartido que es el bus, ¿Por qué cree que son necesarias las direcciones?
- 12- Piense en las desventajas de no tener una estructura de bus ¿Qué sucedería al querer conectar al sistema de cómputo un nuevo dispositivo?



CAPÍTULO 2

LÓGICA DIGITAL

*La lógica es
el arte de la argumentación correcta y verdadera*
Organon, Aristóteles de Estagira

INTRODUCCIÓN

Desde hace mucho tiempo, el hombre en su vida diaria se expresa, comunica, almacena información, la manipula, etc. mediante letras y números. Para la representación numérica utiliza el sistema de representación decimal, en tanto que, dependiendo del idioma, dispone de un alfabeto que representa estas letras. Siguiendo el mismo principio que guía al hombre, las computadoras tienen su propio sistema de representación. Debido a su construcción basada fundamentalmente en circuitos electrónicos digitales, utiliza un sistema *binario*. Esto obliga a transformar la representación de nuestra información, tanto numérica como alfanumérica, 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 (o coma) decimal.

Por cuestiones de índole técnica, los circuitos electrónicos que conforman una computadora suelen estar capacitados para reconocer señales eléctricas de tipo digital; por lo 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 que sean manejadas por la computadora.

En los circuitos electrónicos suele representarse la presencia de tensión (electricidad) en un punto de un circuito por medio de un **1**, en tanto que **0** representa la ausencia de dicha tensión.

LOS CIRCUITOS LÓGICOS

La electrónica digital está fundamentada en la base matemática formada por el álgebra de Boole (George Boole, matemático inglés, 1815-1864). Este método de análisis considera que todos los elementos poseen únicamente dos estados (biestables) o dos valores, verdadero o falso (1 ó 0) que son opuestos entre sí, no permitiéndose nunca la adopción de estados intermedios. Estudiando las distintas asociaciones entre ellos se obtienen las leyes generales sobre los procesos lógicos.

Fue Claude Shannon (matemático e ingeniero norteamericano, 1916-2001) quien aplicó estas técnicas de estudio a los circuitos compuestos de elementos que solo pueden adoptar dos estados estables posibles, apareciendo entonces los llamados circuitos lógicos.

Puede decirse entonces que el álgebra de Boole es el sistema matemático empleado en el diseño de circuitos lógicos, que nos permite identificar mediante símbolos el objeto de un circuito lógico de modo que su estado sea equivalente a un circuito real.

Es interesante antes de abordar el estudio de las ecuaciones lógicas, comprender algunos conceptos básicos relativos a la teoría de conjuntos como pueden ser:

Conjunto. Reunión de elementos caracterizados por poseer una propiedad común.

Conjunto universal. También denominado conjunto unidad es el que incluye la totalidad de los elementos con una propiedad en común.

Conjunto particular. Reunión de elementos pertenecientes al conjunto universal, pero que además poseen alguna características particular que los distingue del resto.

Conjunto vacío. Aquel que no posee ningún elemento. Se representa por 0.

Conjunto complementario de otro conjunto A (también denominado conjunto negado o inverso). Está constituido por todos los elementos del conjunto universal que no pertenecen al conjunto A.

ALGEBRA DE BOOLE. OPERACIONES LÓGICAS Y TEOREMAS

Se definen básicamente tres tipos de operaciones sobre las variables del álgebra de Boole o variables booleanas que son: La complementación lógica, la suma lógica y el producto lógico.

La complementación lógica

Sea una variable booleana A, que por el hecho de serlo solamente podrá poseer dos estados. Si en un instante determinado posee el estado lógico 1, diremos que su estado inverso o complementado será el 0. Si por el contrario la variable A posee el estado lógico 0, su complemento será el 1. El complemento de una variable A se representa simbólicamente por: \bar{A} (con una barra encima de la variable). Otra forma de indicación puede utilizar el símbolo "–" adelante de la variable ($-A$)

La tabla de verdad de los estados lógicos correspondientes a una variable y a su complementaria o inversa es la siguiente:

A	\bar{A}
0	1
1	0

La suma lógica

La operación lógica suma entre dos o más conjuntos (o variables booleanas) se representa mediante el signo "+". Por tanto si tenemos $C = A + B$, leeremos "el conjunto C es la suma de los conjuntos A y B". Sin embargo suele leerse "C es igual a A o B". Esta operación se denomina también reunión de conjuntos y puede representarse con el símbolo " \vee ".

La función suma lógica se define mediante la siguiente tabla de verdad:

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

En ella podemos apreciar cómo el resultado de esta operación (suma lógica) es 1 lógico cuando la variable A o la variable B valen 1. Este resultado puede generalizarse para "n" variables de entrada.

El producto lógico

La operación producto entre dos conjuntos se representa mediante el símbolo "*", y da como resultado un conjunto formado por elementos comunes a dichos conjuntos. Esta operación se

denomina también intersección de conjuntos y el símbolo habitualmente utilizado es " \wedge ". Por tanto tendremos que $D = A * B$ representa un producto y se lee "D es igual a A por B", o también "D es igual a A y B." (Para mayor comodidad se acostumbra a escribir $D=AB$ omitiendo el símbolo del producto lógico.

La operación producto lógico se define mediante la siguiente tabla de verdad:

A	B	D
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

En ella podemos apreciar que el resultado de esta operación (producto lógico) es 1 lógico si y solo si la variable A y la variable B son ambas 1.

TEOREMAS

Conocidas ya las tres operaciones elementales del álgebra de Boole, enunciaremos a continuación de la forma más concisa posible, sus teoremas fundamentales:

Teorema 1. El resultado de aplicar cualquiera de las tres operaciones antes definidas, a variables booleanas, es otra variable booleana y además el resultado es único.

Teorema 2. Ley de idempotencia. Tanto la suma como el producto de una variable booleana consigo misma da como resultado la misma variable:

$$A + A = A$$

$$A * A = A$$

Teorema 3. Ley de involución. Una variable booleana negada dos veces, da como resultado la misma variable:

$$\overline{\overline{A}} = A$$

Teorema 4. Ley conmutativa. Se define respecto a la suma (y al producto) y nos dice que el orden de los sumandos (factores) no altera el resultado:

$$A + B = B + A$$

$$A * B = B * A$$

Teorema 5. Ley asociativa. Se define respecto a las operaciones suma y producto de la siguiente forma:

Respecto de la suma: $A+(B+C) = (A+B)+C = A+B+C$

Respecto del producto: $A(BC) = (AB)C = ABC$ (se omite el símbolo *)

Teorema 6. Ley distributiva.

Respecto de la suma: $A+BC = (A+B)(A+C)$

Respecto del producto: $A(B+C) = AB+AC$

Teorema 7. Ley de absorción.

$$A+AB = A$$

$$A(A+B) = A$$

Teorema 8. Leyes de De Morgan.

$$\overline{A+B} = \overline{A} * \overline{B}$$

$$\overline{A * B} = \overline{A} + \overline{B}$$

(Las leyes de De Morgan pueden ser generalizadas a "n" variables.)

A continuación se muestran algunas relaciones importantes que se deducen de las operaciones booleanas y de los teoremas anteriores:

$$0+A = A \quad 1 \cdot A = A \quad 0 \cdot A = 0 \quad 1+A = 1$$

Analizadas las variables booleanas y sus operaciones, pasamos a definir una función booleana como un conjunto de variables booleanas relacionadas entre sí por cualquiera de las tres operaciones ya definidas o una combinación de ellas. En general la representaremos por:

$$f(A,B,C,...)$$

indicando que la función f depende de las variables A, B, C, etc.

Además podemos asegurar que toda función booleana es también una variable booleana (Teorema 1).

PUERTAS LÓGICAS

Existe un convenio gráfico para representar dispositivos (electrónicos, hidráulicos, mecánicos, etc.) que lleven a cabo funciones booleanas elementales y que, en función de la combinación o combinaciones diseñadas, se obtendrán funciones más complejas. Las puertas lógicas son dispositivos electrónicos que desarrollan las funciones booleanas y son básicamente: Puertas OR, AND, NOT, NOR, NAND, OR Exclusiva y NOR Exclusiva.

Las puertas OR

Desarrollan la suma booleana. Su símbolo gráfico está representado en la FIG.1 donde podemos apreciar que se trata de una puerta OR de dos entradas y que a su salida nos proporciona la suma lógica de ambas. Su tabla de la verdad corresponde evidentemente a la suma booleana.

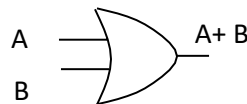


FIG.1

Si deseamos tener una puerta OR con tres ó más entradas sólo tendremos que agregar una línea de entrada por cada entrada añadida y la salida nos dará la suma lógica de todas las variables de entrada.

Las puertas AND

Corresponden al producto booleano de las variables de entrada, proporcionándonos el resultado en su línea de salida. Su símbolo lógico puede verse en la FIG.2.

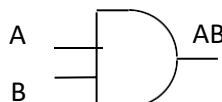


FIG.2

Como podemos apreciar, se trata de una puerta AND de dos entradas, si deseamos tener una puerta AND con tres ó más entradas sólo tendremos una línea de entrada por cada entrada añadida y la salida nos dará el producto lógico de todas las variables de entrada.

Las puertas NOT

Realizan la función complementación o inversión booleana. A estas puertas se las denomina generalmente inversores. Su representación simbólica es la mostrada en la FIG.3, aunque en realidad, la inversión propiamente dicha se representa únicamente por el círculo final del

símbolo mostrado, siendo la parte triangular la representación de un amplificador de señal (buffer) que no invierte ni complementa la entrada.

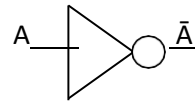


FIG.3

Las puertas NOR

Realizan la función inversa de una operación suma lógica, es decir, es la equivalente a una puerta OR complementada. La función lógica será por tanto:

$$f = \overline{A+B} \quad (\text{e igual a } \overline{A} * \overline{B} \text{ por ley de De Morgan})$$

En la FIG.4 podemos ver su representación simbólica y su tabla de verdad, en la que podemos apreciar cómo la salida es 1 lógico solo si las variables de entrada son ambas 0 lógicos.

A	B	f
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

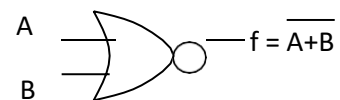


FIG.4

Las puertas NAND

La función f es equivalente a una puerta AND complementada. Su símbolo lógico y su tabla de verdad se dan en la FIG.5.

$$f = \overline{A * B} \text{ (e igual a } \overline{A} + \overline{B} \text{ por De Morgan)}$$

A	B	f
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

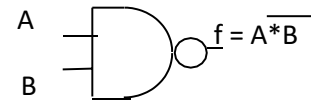


FIG.5

Vemos aquí que la salida de esta puerta será 1 lógico siempre que al menos una de sus entradas sea 0 lógico.

Las puertas OR EXCLUSIVAS (EOR o XOR)

Son puertas que a su salida nos proporcionan la función lógica:

$$f = \overline{A}B + A\overline{B} = A \oplus B$$

Su símbolo gráfico y su tabla de verdad se observan en la FIG.6. Como podemos ver la salida de esta puerta es 1 lógico siempre que 'una y solo una' de sus entradas tenga el nivel lógico 1, es decir sus entradas tienen que poseer valores distintos.

A	B	f
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

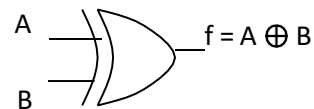


FIG.6

Las puertas NOR EXCLUSIVAS (XNOR)

Como su propio nombre indica, realizan la operación inversa de una OR Exclusiva, por lo que proporcionan a su salida la función lógica:

$$f = \overline{A \oplus B} = \overline{A\bar{B} + \bar{A}B} = AB + \bar{A}\bar{B}$$

En la FIG.7 podemos ver su tabla de verdad y su símbolo lógico. La salida adopta el valor lógico 1 solamente cuando ambas variables son 0 ó 1 al mismo tiempo.

A	B	f
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

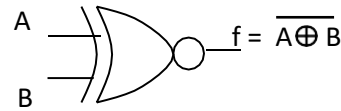


FIG.7

CIRCUITOS COMBINACIONALES

Un circuito combinacional es un conjunto de puertas lógicas interconectadas, cuya salida, en un momento dado, es función solamente de los valores de las entradas en ese instante. Como sucede con una puerta como las vistas anteriormente, la aparición de un valor en las entradas viene seguido casi inmediatamente por la aparición de un valor en la salida, con un retardo propio de la puerta.

En general, un circuito combinacional consiste de n entradas binarias y m salidas binarias. Como una puerta, un circuito combinacional puede definirse de tres formas:

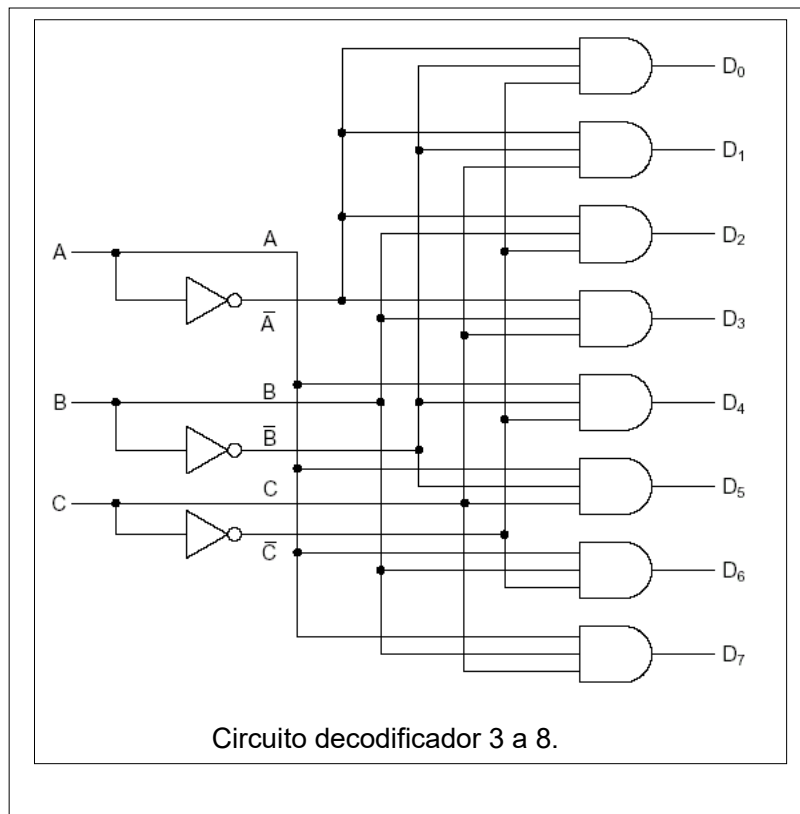
- ✓ **Tabla de verdad:** Para cada una de las posibles combinaciones de las n señales de entrada, se enumera el valor binario de cada una de las m señales de salida.
- ✓ **Símbolo gráfico:** Describe la organización de las interconexiones entre puertas.
- ✓ **Ecuaciones booleanas:** Cada señal de salida se expresa como una función booleana de las señales de entrada.

Los circuitos combinacionales implementan las funciones esenciales de una computadora digital. Sin embargo, ellos no proporcionan memoria, que es un elemento también esencial para el funcionamiento. Para estos fines, se utilizan circuitos lógicos digitales mas complejos denominados circuitos secuenciales y que escapan al objetivo del presente curso.

Preguntas

- 1- ¿Cuál es la razón técnica por la cual la mayoría de las computadoras son básicamente sistemas digitales *binarios*?
- 2- Trabajar con una base de expresión numérica mayor que 2 (por ejemplo 10 o 16) puede tener beneficios para “acortar” el número de dígitos de un número. Sin embargo, internamente en la computadora obliga a “convertir” a binario. ¿Esta metodología puede conducir a errores? ¿Por qué?

- 3- ¿Qué ventaja tiene que en algunas computadoras se fabriquen unidades aritméticas dedicadas exclusivamente a realizar las operaciones de punto flotante por hardware?
- 4- Si las computadoras están constituidas por circuitos o *chips* que implementan funciones lógicas por interconexión de puertas lógicas. ¿Qué utilidad o ventajas se obtendría si un usuario pudiera establecer o *programar* la interconexión de las puertas lógicas de un chip?. Investigue si existen los supuestos circuitos con lógica programable.
- 5- ¿Cuál es el funcionamiento del siguiente circuito que justifica se lo denomine como **decodificador 3 a 8**?



PRÁCTICA 1 - Operaciones y Circuitos Lógicos

1) Realizar las siguientes operaciones lógicas:

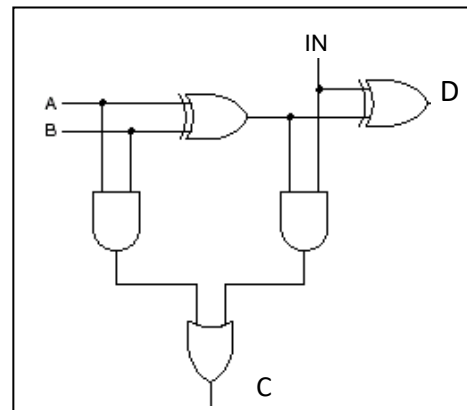
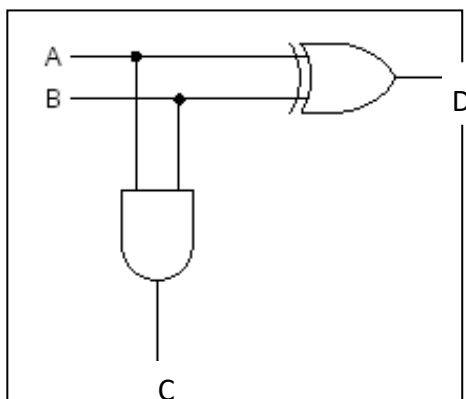
Nota: Se opera lógicamente con los bits ubicados en la misma posición del o de los operandos

00010001 AND 01011100 = 00010000
01010101 AND 01010101 =
01010101 AND 10101010 =
11110000 AND 11111111=
01010101 OR 01010101 =
01010101 OR 10101010 =
11110001 OR 11110010 =
01010101 XOR 01010101 =
01010101 XOR 10101010 =
00001111 XOR 00000000 =
NOT 11111111 =
NOT 01000000 =
NOT 00001110 =

2) Si DATO "operación_lógica" MASK = RESULTADO, determine la operación lógica y el valor de MASK tal que RESULTADO sea el indicado:

DATO	Op. lógica	MASK	=	RESULTADO
D₇D₆D₅D₄D₃D₂D₁D₀	OR	11100111	=	1 1 1 D₄D₃ 1 1 1
D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀			=	D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ 1 D ₂ D ₁ D ₀
D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀			=	0 D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀
D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀			=	<u>D₇</u> (<u>D₆</u>) <u>D₅</u> (<u>D₄</u>) D ₃ D ₂ D ₁ D ₀

3) Analice los siguientes esquemas y determine los valores de las salidas C y D para todas las combinaciones de entrada (A y B o A, B y IN). ¿Puede asociar los resultados obtenidos con una operación aritmética?



4) Si sólo se poseen puertas lógicas NAND:

- ¿Cree ud. que será posible obtener las funciones AND, OR y NOT?
- ¿Cómo se implementarían?

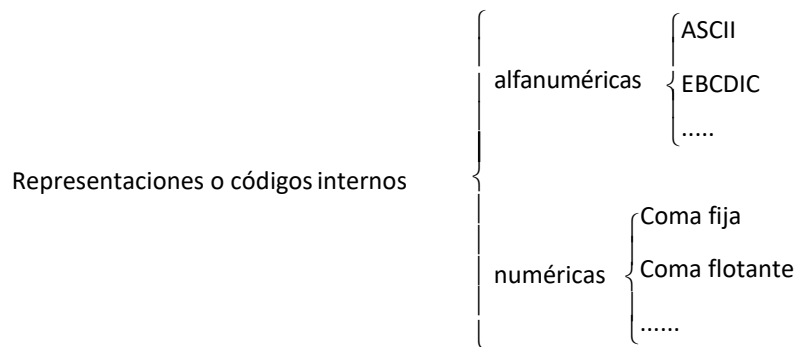


CAPÍTULO 3

REPRESENTACIÓN NUMÉRICA

Representación interna de datos

Los datos e informaciones que se manejan internamente en un sistema informático se pueden representar, según sus características, de la siguiente forma:



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 (A..Z sin la Ñ)
- letras minúsculas (a..z sin la ñ)
- cifras decimales: los números 0, 1, ..., 9
- caracteres especiales
- caracteres como el . , ; : * @, etc.
- órdenes de control. Equivalen a las teclas enter, tabulación, esc, 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, con lo cual todo tipo de información puede ser utilizada 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 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
- 28 caracteres denominados especiales

Un ejemplo de código de 6 bits es el código FIELDATA.

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.

Hoy los códigos utilizados son los de 8 bits, de los cuales los más conocidos son el ASCII extendido que agrega un bit a la representación ASCII extendiendo la cantidad de símbolos disponibles a 256 y el EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code).

Representaciones Numéricas

“....
¿Cuántos camellos hay?. Para responder a esta pregunta hay
que emplear el **número**.
¿Serán cuarenta? ¿Serán cien?
Para llegar al resultado el beduino precisa poner en
práctica cierta actividad. El beduino necesita **contar**.
Para contar, el beduino relaciona cada objeto de la serie
con cierto símbolo: **uno, dos, tres, cuatro**,...
Para dar el resultado de la cuenta, o mejor el número, el
beduino precisa inventar un **sistema de numeración**.
....”

El hombre que calculaba,

Capítulo XX. Como Beremiz da su 2^{da} clase de matemática

Se denomina sistema de numeración al 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 fraccionaria.

Teorema Fundamental de la Numeración

Se trata de un teorema que relaciona una cantidad expresada en cualquier sistema de numeración posicional 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 **i** indica la posición del dígito con respecto a la coma fraccionaria, la posición se numera en forma creciente hacia la izquierda y decreciente hacia la derecha de la coma (posición 0), en ambos casos de a 1.

El Teorema Fundamental de la Numeración dice que el valor decimal de una cantidad expresada en otro sistema de numeración, está dado por la fórmula:

$$N^{\circ} = \sum_{i=-m}^n (\text{dígito})_i \times (\text{base})^i$$

donde el número en base B es $\dots x_4 x_3 x_2 x_1 x_0 x_{-1} x_{-2} \dots$, o sea

$$N^B = \dots + x_4 \times B^4 + x_3 \times B^3 + x_2 \times B^2 + x_1 \times B^1 + x_0 \times B^0 + x_{-1} \times B^{-1} + x_{-2} \times B^{-2} + \dots$$

Sistemas Decimal, Binario y Hexadecimal

El sistema que ha usado el hombre para contar desde hace bastante tiempo es el denominado **sistema decimal**, adoptado por contar con los diez dedos de la mano. El sistema decimal es uno de los denominados posicionales, que utiliza un conjunto de 10 símbolos, $x_i \in \{0, \dots, 9\}$. Un valor determinado o cantidad, que se denomina número decimal, se puede expresar por la fórmula del Teorema anterior, donde la Base es 10.

Ejemplo. ¿Cuál es la interpretación de la representación de la cantidad 3,1416?

$$3,1416_{(10)} = 3 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-3} + 6 \times 10^{-4}$$

El **sistema binario** es el sistema de numeración que utiliza internamente el hardware de las computadoras actuales. La base o número de símbolos que utiliza el sistema binario es 2, siendo los símbolos **0** y **1**, los utilizados para la representación de cantidades.

Ejemplo. ¿Qué número decimal representa el número binario 1001,1?

Utilizando el Teorema Fundamental de la Numeración:

$$1001,1_{(2)} = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 8 + 0 + 0 + 1 + 0,5 = 9,5$$

Al igual que los anteriores, el **sistema hexadecimal** es un sistema posicional pero que utiliza 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

donde las letras A, B, C, D, E, F equivalen a 10, 11, 12, 13, 14 y 15 del sistema decimal respectivamente.

Ejemplo. ¿Qué número decimal representa el número hexadecimal 2CA?

$$2CA_{(16)} = 2 \times 16^2 + C \times 16^1 + A \times 16^0 = 512 + 192 + 10 = 714_{(10)}$$

Operaciones de Suma y Resta Binaria

Las operaciones aritméticas son similares a las del sistema decimal, con la diferencia que se manejan sólo los dígitos 0 y 1. Al realizar la suma parcial de dos dígitos, si el resultado excede el valor del máximo dígito (el 1) se debe pasar el sobrante (denominado acarreo) a la suma parcial siguiente hacia la izquierda.

Ejemplo. Sumaremos los números binarios 100100 y 10110

$$\begin{array}{r} \text{acarreo} \rightarrow \quad 1 \\ 100100 \\ + 10110 \\ \hline 111010 \end{array}$$

En la resta binaria hay que tener 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 sustrae una unidad del dígito de más a la izquierda en el minuendo –pedir prestado-. Si el dígito siguiente de la izquierda es 0, se busca en los sucesivos teniendo en cuenta que su valor se multiplica por dos a cada desplazamiento sucesivo a derecha.

Ejemplo. Restar los números binarios 111100 y 101010

$$\begin{array}{r} 10 \\ 111\cancel{1}00 \\ - 101010 \\ \hline 010010 \end{array}$$

Rango de representación. Valores mínimo y máximo.

Se denomina *rango de representación* en un sistema determinado al conjunto de números representables con el mismo. Un sistema de base b y números de n dígitos tiene un rango igual a b^n .

El valor mínimo representable se obtiene cuando los n dígitos del número son iguales al símbolo de menor valor del sistema, por ejemplo con 4 dígitos, 0000 coincide como mínimo en base 2, 10 o 16.

El valor máximo representable se obtiene cuando los n dígitos del número son iguales al símbolo de mayor valor del sistema, por ejemplo con 4 dígitos, los máximos serán 1111_2 , 9999_{10} o $FFFF_{16}$.

Conversiones entre los sistemas de numeración

Se denomina conversión entre números representados en distintos sistemas 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.

Conversión decimal-binario

El método de conversión de un número decimal a un número binario consiste en efectuar, sobre la parte entera del número decimal, divisiones sucesivas de los cocientes por el número 2, hasta que el cociente tome el valor 0. La unión de todos los restos obtenidos, escritos en orden inverso, nos proporciona ahora el número decimal inicial expresado en sistema binario.

Ejemplo. Convertir el número decimal 15 a binario.

$$\begin{array}{r} 15 \overline{)2} \\ 1 \ 7 \overline{)2} \\ 1 \ 3 \overline{)2} \\ 1 \ 1 \overline{)2} \\ 1 \ 0 \end{array}$$

Leyendo los restos, del último obtenido al primero de ellos, tenemos: $1111_2 = 15_{10}$

Para convertir una fracción decimal a su equivalente binario se debe multiplicar dicha fracción por dos, obteniendo en la parte entera del resultado el primero de los dígitos binarios de la fracción que buscamos. A continuación, se repite el proceso con la parte fraccionaria del resultado anterior, obteniendo en la parte entera del nuevo resultado el segundo de los dígitos buscados. El proceso se repite hasta que desaparezca la parte fraccionaria de los resultados parciales (se haga 0) o hasta que tengamos los suficientes dígitos binarios.

Ejemplo. Se desea convertir la fracción 0,828125 a binario

$$\begin{array}{rcl}
 0,828125 & * & 2 = 1,65625 \\
 0,65625 & * & 2 = 1,3125 \\
 0,3125 & * & 2 = 0,625 \\
 0,625 & * & 2 = 1,25 \\
 0,25 & * & 2 = 0,5 \\
 0,5 & * & 2 = 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \swarrow \\
 \swarrow \\
 \swarrow \\
 \swarrow \\
 \swarrow \\
 \downarrow
 \end{array}
 \quad
 0,828125_{10} = 0,110101_2$$

Un número decimal que posee parte entera y parte fraccionaria (ej. 4,625) puede convertirse a su representación binaria utilizando los 2 mecanismos anteriores, uno para la parte a la izquierda de la coma ($4_{10} = 100_2$) y el otro para la parte a la derecha de la misma ($,625_{10} = ,101_2$). El resultado completo es $4,625_{10} = 100,101_2$. El video [“Conversión de decimal a binario”](#) describe como la conversión del decimal $791,8125_{10}$ nos proporciona el binario $1100010111,1101_2$.

Conversión hexadecimal-binario y binario-hexadecimal

Cada dígito hexadecimal tiene una representación binaria con cuatro dígitos según indica la siguiente Tabla. (Tabla 1)

Dígito hexadecimal	Dígito binario
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

La Tabla 1 puede ser utilizada para convertir un número hexadecimal a binario. En ésta conversión cada dígito hexadecimal se reemplaza por los cuatro dígitos binarios correspondientes. En la conversión de binario a hexadecimal se realiza un proceso inverso. Se agrupan los dígitos binarios de a 4 a partir de la coma decimal hacia la izquierda y hacia la derecha, sustituyendo cada cuarteto por su correspondiente dígito hexadecimal.

Ejemplo. Convertir el número hexadecimal 7BA3,BC a binario

7	B	A	3	,	B	C
0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 1 0 0					

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

Conversión de cualquier base a decimal

Para ello se utiliza el teorema fundamental de la numeración y se convierte el número de la base que se disponga, a la base decimal (como se explica en página 50).

Representación de números enteros

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

- Módulo y signo
- Complemento a 1
- Complemento a 2
- Exceso a 2^{n-1}

Estas representaciones de números utilizan el sistema binario y se considera que tenemos un número limitado de bits para cada dato numérico. Este número de bits disponibles lo representamos por n . También se pueden representar mediante estos métodos números reales, como veremos más adelante.

Módulo y signo (Binario Con Signo)

En este sistema de representación, también llamado binario con signo, 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 la coma se supone implícita a la derecha.

Por ejemplo, supongamos que disponemos de 8 bits, y queremos representar los números 10 y -10. Veamos cuales son sus representaciones.

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

representa al número 10, y

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

representa al número -10.

Para módulo y signo, si se disponen de n bits en total, el rango de representación es:

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

Para el caso de $n = 8$ bits, el rango de representación va desde -127 a 127.

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. El cual se representa tanto con un signo positivo (0) como con uno negativo (1) y el resto de los bits en 0.

Representaciones con signo avanzadas

Complemento a 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 el sistema anterior). El negativo de un número se obtiene complementando todos sus dígitos (cambiando ceros por uno y viceversa) incluido el signo.

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

0 (+)	0	0	0	1	0	1	0	representa al número 10,
1 (-)	1	1	1	0	1	0	1	representa al número -10.

Para el complemento a 1 el rango de representación es, si se disponen de n bits:

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

Para el caso de n = 8 bits, el rango de representación va desde -127 a 127.

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. El cual se representa tanto con todos 0 como con todos los bits en uno.

Complemento a 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 -. Para los números positivos, los n -1 bits de la derecha representan el módulo (igual que en los dos sistemas anteriores). El negativo de un número se obtiene en dos pasos:

- **Primer paso:** se complementa el número en todos sus bits (cambiando ceros por uno y viceversa), incluido el bit de signo, similar a complemento a 1.
- **Segundo paso:** al resultado obtenido en el paso anterior se le suma 1 (en binario), despreciando el acarreo del bit más significativo si existiera.

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

0 (+)	0	0	0	1	0	1	0	representa al número 10 y
1 (-)	1	1	1	0	1	1	0	representa al número -10.

Para el complemento a 2 el rango de representación es, si se disponen de n bits:

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

Para el caso de n = 8 bits, el rango de representación va desde -128 a 127.

La principal ventaja es la de tener una única representación para el número 0, ya que el 0 positivo o negativo se representan igual.

Exceso a 2^{n-1}

Este método de representación no utiliza la convención del bit mas significativo para identificar el signo, con lo cual todos los bits representan un número o valor. Este valor binario se corresponde con el número representado más el valor del exceso. En el caso propuesto de n bits, el exceso viene dado por 2^{n-1} . El signo del número resulta de una operación aritmética.

Por ejemplo, para $n=8$ bits el valor del exceso a utilizar será 128, con lo cual para representar un número deberá sumársele dicho exceso. De esta manera el número decimal 10, que veníamos representando, recibirá la adición del número 128, por lo que el número 138 expresado en binario lo representará. Por otro lado, el número decimal -10 , se representará como el 118 ($-10+128$) en binario. De esta forma quedarán:

1	0	0	0	1	0	1	0	representando al número 10 y
0	1	1	1	0	1	1	0	representando al número -10 .

En este sistema el número 0 tiene una sola representación, la cual consiste en la representación binaria del valor del exceso que en este ejemplo es 10000000_2 .

El rango de representación en exceso a 2^{n-1} es asimétrico y viene dado por:

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

Resulta interesante observar que todo número representado en exceso a 2^{n-1} tiene la misma representación que un complemento a 2 con el bit que define el signo cambiado de valor. Puede inferirse entonces, que el bit mas significativo representaría el signo de valor opuesto (el 0 un valor '-' y el 1 un valor '+').

Suma en complemento a 2

En la aritmética de complemento a 2, dos números se suman de igual forma que en la suma binaria de página 51, con la única diferencia que se desprecia el acarreo del bit más significativo en el caso que el mismo exista.

Ejemplo 1. Sumar los números decimales 10 y -3 representados en complemento a 2 para $n = 8$ bits. La representación de los números es:

$$0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0_{Ca2} = 10_{10}$$

$$1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1_{Ca2} = -3_{10}$$

La suma se realiza de la siguiente manera:

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

y teniendo en cuenta que el acarreo del bit más significativa se desprecia, el resultado de 8 bits obtenido 00000111_2 interpretado como valor en $Ca2$ representa el valor $+7_{10}$ que es correcto.

Ejemplo 2. Sumar los números decimales 110 y 30 representados en complemento a 2 utilizando $n = 8$ bits es:

$$\begin{array}{r}
 \text{Acarreos } \textcircled{7} \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\
 \quad \quad \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 110_{10} \\
 + \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 30_{10} \\
 \hline
 \quad \quad \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0
 \end{array}$$

El resultado de 8 bits obtenido 10001100_2 interpretado como valor en Ca2 es negativo y representa el número -116_{10} que es erróneo.

Flags

En la UCP, existen bits llamados banderas o flags que luego de realizar una operación, cambiarán acorde al resultado de dicha operación. El estado de estos bits podrán ser consultados por el programador utilizando instrucciones especiales; la importancia de estos bits reside en que de acuerdo a su valor (1 ó 0), permitirán la toma de decisiones.

Se presentan aquí 4 banderas, que son determinadas luego de realizar una operación de suma ó una resta y por eso las llamaremos banderas aritméticas. Otras operaciones pueden no afectarlas, como así también debemos mencionar que existen otras banderas que se modificarán en respuesta a otras operaciones.

Estas banderas aritméticas son:

- **Z (cero):** esta bandera toma el valor 1 indicando que el resultado de la operación fue cero. Para cualquier otro resultado el valor de esta bandera es cero.
- **N (negativo):** esta bandera toma el valor del bit más significativo del resultado. Dicho de otra manera si la bandera vale 1 es porque el resultado es negativo, y 0 si el resultado es positivo.
- **C (carry):** esta bandera toma el valor 1 indicando que hay 'acarreo' en la suma ó 'borrow' en la resta. Cuando esta bandera toma el valor 1 indica una condición de fuera de rango en números sin signo.
- **V (overflow):** esta bandera vale 1, indicando una condición de desborde (fuera de rango) del resultado en números con signo (complemento a 2). Por condición de desborde se entiende que la cantidad de bits no alcanza para expresar el resultado.

Veamos algunos ejemplos, por simplicidad tomemos números de 4 bits:

$$\begin{array}{r}
 \quad 1 \quad 1 \\
 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\
 + \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\
 \hline
 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0
 \end{array}
 \quad N = 1 \quad \quad Z = 0 \quad \quad C = 0 \quad \quad V = 1$$

A la derecha de la operación realizada se muestra el estado de las banderas. La bandera N está en 1 indicando que el resultado fue negativo, ésto lo vemos porque el resultado empieza con 1, como corresponde a números negativos en complemento a 2. La bandera Z es 0, porque el resultado no fue cero. La bandera C es cero pues no hay 'acarreo' en el resultado. La bandera de overflow (V) está en 1 indicando una condición de desborde en números con signo. ¿Cómo se llega a esta conclusión?. Afortunadamente no es tan difícil, si se observa la suma, se verá que los operandos empiezan con 0, ó sea son positivos, por tanto el resultado de la suma no puede dar un valor negativo (por comenzar con 1). **Sólo puede haber desborde en una suma si los dos**

números son del mismo signo.

Observando la bandera de overflow (V) podemos concluir que si la operación fué de números con signo el resultado es incorrecto (está mal), pero si la misma era de números sin signo el resultado es correcto pues la bandera de acarreo (C) está en cero.

Analicemos la cuenta, si interpretamos como números con signo quisimos sumar $5 + 7 = -4$ (valor erróneo). El resultado de la cuenta debería dar +12, pero este número no puede ser expresado con 4 bits, pues el positivo más grande que se puede expresar con esta cantidad de dígitos es el +7.

Si los interpretamos como números sin signo sumamos $5 + 7 = 12$ (valor correcto). Con 4 bits sin signo se puede expresar hasta el 15, por lo tanto la interpretación sin signo es correcta.

Otro ejemplo de suma puede ser el siguiente.

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 1 \\ 1\ 1\ 0\ 1 \\ +\ 0\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 0\ 0\ 0\ 0 \end{array} \quad N = 0 \quad Z = 1 \quad C = 1 \quad V = 0$$

Junto al resultado tenemos la bandera $N = 0$, $Z = 1$ indica que el resultado es cero (el resultado se considera con 4 bits como los operandos), $C = 1$ (pues hay arrastre en el bit más significativo del resultado) y $V = 0$.

Interpretando el resultado de acuerdo a las banderas estará bien si la suma es de números con signo ($V=0$) pero estará mal si la suma es de números sin signo ($C=1$).

Con signo sumamos $-3 + 3 = 0$ (correcto) pero sin signo es $13 + 3 = 0$ (debería resultar 16 que no puede ser expresado con 4 bits).

Veamos un ejemplo de resta :

$$\begin{array}{r} (1\ 0\ 0) \leftarrow \text{se debe pedir prestado el '1'} \\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ -\ 0\ 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 0 \end{array} \quad N = 1 \quad Z = 0 \quad C = 1 \quad V = 0$$

Analicemos las banderas, $N = 1$, indica resultado negativo, $Z = 0$, $C = 1$ indica el 'borrow' y por tanto un resultado incorrecto en la resta de números sin signo. $V = 0$ no hay overflow, la condición a analizar es la misma que para la suma, la diferencia es que **para la resta el desborde se puede producir cuando los operandos tienen signo contrario y no iguales.**

Con signo (Ca2) la cuenta es $5 - 7 = -2$ resultado correcto ($V = 0$) y sin signo la cuenta es $5 - 7 = 14$, incorrecto pues debería dar -2 (valor que no se puede expresar en números sin signo).



PRÁCTICA 2 - Números y operaciones aritméticas en binario

1) Convertir los siguientes valores decimales a binario y a hexadecimal:

Decimal	Binario	Hexadecimal
27	11011	1B
54		
108		
542		
1084		
2013		
2168		

2) Convertir los siguientes valores a decimal:

a) 1000111101010₍₂₎

b) 10100111001111000₍₂₎

a) FECB₍₁₆₎

d) 1B2C₍₁₆₎

3) Completar la siguiente tabla:

Decimal	Binario	Hexadecimal
	1011000111001	
896		
		2C9

4) Interpretar las siguientes cadenas de dígitos binarios como números codificados en Binario Sin Signo (BSS) o Binario Con Signo (BCS).

Resultado	BSS	BCS
10000010	130	-2
10110011		
00000010		
00110011		
10101110		



- 5) Realizar las siguientes operaciones de suma y resta indicando el estado de las banderas de Z(cero) y C(carry). Interpretar el resultado obtenido considerando que la operación trabaja con valores binarios que representaban números enteros sin signo. Determinar cuáles resultados son correctos y cuáles no. El resultado de la operación es del mismo tamaño de los operandos, es decir 8 bits.

	Resultado	ZC	interpretados como sin signo	¿Correcto?
00000001 $+ 10000000 =$	$10000001_{(2)}$	00	$1 + 128 = 129_{(10)}$	Si
10000001 $+ 10000000 =$	$00000001_{(2)}$	01	$129 + 128 = 1_{(10)}$	No
01110000 $+ 00101111 =$				
01000000 $+ 01000000 =$				
11111111 $+ 00000001 =$				
01111111 $+ 00000001 =$				
11111111 $+ 11111110 =$				
10011111 $+ 11110000 =$				
00100000 $- 01100000 =$	$11000000_{(2)}$	01	$32 - 96 = 192_{(10)}$	No
01110000 $- 01111000 =$				
10110111 $- 00011110 =$				
01111111 $- 11110000 =$				



CAPÍTULO 4 PERIFÉRICOS

Introducción

Se denominan **periféricos** tanto a las unidades o dispositivos a través de los cuales el computador se comunica con el mundo exterior, como a los sistemas que almacenan o archivan la información, sirviendo de memoria auxiliar de la memoria principal.

La memoria masiva o auxiliar trata de suplir las deficiencias de la memoria principal. Estas son, su relativa baja capacidad y el hecho de que la información almacenada se borra al eliminar la alimentación de energía eléctrica (al desconectarla). En efecto, los dispositivos de memoria masiva auxiliar (hoy día principalmente discos y cintas magnéticas) son mucho más capaces (del orden de 10000 veces o más) que la memoria principal, y en ellos se puede grabar la información durante mucho tiempo.

Según la definición de periférico dada anteriormente, éstos están constituidos por unidades de entrada, unidades de salida y unidades de memoria masiva auxiliar. Estas últimas unidades también pueden considerarse como unidades de E/S, ya que el computador central puede escribir (dar salidas) sobre ellas, y la información escrita puede ser leída, es decir, ser dada como entrada. Ahora bien, la información grabada en estos soportes no es directamente inteligible para el usuario de la computadora, esto es, no puede haber una intercomunicación directa usuario-computador como la que hay a través de un teclado/pantalla.

El computador es una máquina que no tendría sentido si no se pudiera comunicar con el exterior, es decir, si careciera de periféricos. Por lo que debe disponer de:

- Unidad(es) de entrada, a través de la(s) cual(es) poderle dar los programas que queramos que ejecute y los datos correspondientes.
- Unidad(es) de salida, con la(s) que la computadora nos da los resultados de los programas.
- Unidades de Almacenamiento masivo o memoria auxiliar, que facilite su funcionamiento y utilización.

Los dispositivos de E/S transforman la información externa en señales codificadas, permitiendo su transmisión, detección, interpretación, procesamiento y almacenamiento de forma automática. Los dispositivos de Entrada transforman la información externa (instrucciones o datos tecleados) según alguno de los códigos de entrada/salida (E/S). Así el computador recibe dicha información adecuadamente preparada (en binario). En un dispositivo de Salida se efectúa el proceso inverso: la información binaria que llega del computador se transforma de acuerdo con el código de E/S en caracteres escritos inteligibles por el usuario.

Hay que distinguir claramente entre periféricos de un computador y máquinas auxiliares de un determinado servicio informático. Las máquinas auxiliares no están físicamente conectadas al computador (su funcionamiento es totalmente autónomo) y sirven para preparar o ayudar en la confección o utilización de la información que se da a, o produce, el computador. Por ejemplo, hace algunos años existían máquinas autónomas para perforar tarjetas, para grabar cintas magnéticas manualmente a través de un teclado, para separar el papel continuo producido por un programa a través de la impresora, etc.

Tampoco hay que confundir periférico con soporte de información. Por soporte de información se entiende aquellos medios físicos sobre los que va la información. Por unidades o dispositivos

periféricos se entiende aquellos elementos encargados de transcribir la información al correspondiente soporte.

Ejemplos:

- Los disquetes son soporte de información, mientras que la unidad lectora o disquetera, es unidad periférica.
- El papel de impresora es soporte de información y la impresora unidad periférica.

Conexión de periféricos al computador

Las unidades funcionales del computador (memoria, UCP, Entrada/Salida), así como éstas con los periféricos, se comunican por conjuntos o grupos de hilos denominados canales o buses de comunicación.

Es necesario tener en cuenta el número de líneas de información simultánea (cantidad de bits) que “viajan” por los buses de comunicación.

Como las unidades del computador central funcionan a velocidades muy elevadas, se intercomunican con “buses paralelos”, por ello en la evolución de las PCs que todos conocemos, se menciona frases tales como “bus de 8 bits”, “bus de 16 bits” o “bus de 32 bits”.

Sin embargo, hay periféricos que actúan, en comparación con las unidades centrales, muy lentamente y además pueden estar muy alejados del computador central necesitándose hilos muy largos para realizar la conexión. En este caso es aconsejable una conexión con “bus serie”, donde los bits viajan uno detrás de otro por un único hilo.

Estos canales de comunicación, denominados bus del sistema, recorren toda la placa base o “mainboard” de una computadora de escritorio y los periféricos se interconectan al mismo directamente, o bien a través de unos circuitos denominados interfaces.

Existe una gran diversidad de periféricos con distintas características eléctricas y velocidades de funcionamiento. Las interfaces son para adaptar las características de los periféricos a las del bus del sistema.

Más concretamente, las interfaces cubren básicamente los siguientes tres objetivos:

- **Conversión de datos:** Adaptan la representación de datos del bus del sistema a la representación de datos del periférico. Si el periférico, por ejemplo, es de tipo serie la interfase realiza la conversión de paralelo a serie (si es un dispositivo de salida) o de serie a paralelo (si es un dispositivo de entrada).
- **Sincronización:** La velocidad operativa del computador central suele ser mucho mayor que la de los periféricos. La interfase regula el tráfico de información para que no se den problemas de desincronización o pérdidas de información. Los periféricos (o las interfaces) incluyen una memoria intermedia o “buffer”, efectuándose el tráfico de datos entre el periférico y el bus a través de ella. La interfaz suele actuar con unas señales de control y estado que intercambia con la CPU indicando situaciones tales como que está preparada o lista para recibir o transmitir, que ha reconocido la llegada de unos datos, que desea ser atendida por la CPU, etc.
- **Selección de dispositivos:** Las interfaces se encargan de identificar la dirección del periférico que debe intervenir en tráfico de datos. Todos los periféricos están conectados físicamente al bus del sistema, pero en una transmisión concreta, por lo general, solamente uno de ellos debe estar conectado lógicamente al bus de datos, para transmitir a través de él.

El concepto de los circuitos o placas de interfaz entre los periféricos y la CPU y memoria del computador tiene ventajas importantes:

- Independizar a los fabricantes de periféricos y placas controladoras de los fabricantes de procesadores y mainboards: basta con acordar como serán las señales sobre los canales de comunicación.
- Establecer normas generales para la comunicación entre cualquier clase de periférico y los procesadores (paralelo, serie RS232, IEEE 422, etc.) de modo que sean “conectables” a cualquier procesador.

Es interesante notar que estas placas de interfaz tienen muchas veces su propio procesador, su propia memoria y su programa de control (“driver”) que les permite manejar una variedad de periféricos similares con prestaciones adaptables a lo que quiere el usuario (por ejemplo una placa controladora de video puede servir para muy variados monitores).

Características generales de los periféricos

Cada periférico suele estar formado por dos partes claramente diferenciadas en cuanto a su misión y funcionamiento: una parte mecánica y otra electrónica.

La parte mecánica está formada básicamente por dispositivos electromecánicos (conmutadores manuales, motores, electroimanes, etc) controlados por los elementos electrónicos.

La parte electrónica se incluye en su mayor parte en los circuitos de la interfaz.

La velocidad de funcionamiento de un periférico viene dada por los elementos mecánicos.

Desde el computador se actúa sobre los periféricos a iniciativa de las instrucciones de los programas. Para poder utilizar eficazmente una computadora, su sistema operativo contiene rutinas especiales para gestión de sus distintos tipos de periféricos. Sin estas rutinas sería imposible o extremadamente complejo utilizar un periférico desde un lenguaje de alto nivel.

Ciertos periféricos tienen la posibilidad de hacer en forma autónoma determinadas operaciones. Estas operaciones pueden ser desde autocomprobar o verificar su funcionamiento físico, hasta funciones más complejas como rebobinar una cinta magnética, o dibujar en un registrador gráfico la información contenida en una cinta magnética.

Cuando un periférico actúa sin intervención del computador central se dice que trabaja fuera de línea (“off line”) y cuando actúa bajo el control de la computadora central se dice que funciona en línea (“on line”).

Además de éstas, otras características de los periféricos y de los soportes de información son:

- **Fiabilidad:** Es la probabilidad de que se produzca un error en la entrada/salida y depende de la naturaleza del soporte (hay soportes mucho menos fiables que otros), de las condiciones ambientales en que se conserva el soporte, o de las características de la unidad.
- **Duración:** Es la permanencia sin alteración de los datos a lo largo del tiempo. Algunos soportes van perdiendo la señal escrita a lo largo del tiempo y acaban perdiendo los datos por volverse obsoleto el soporte físico.
- **Densidad:** Se refiere a la cantidad de datos (bits o caracteres) contenidos por unidad de volumen, superficie o longitud ocupada.
- **Reutilización:** Un soporte de información se dice reutilizable cuando nos permite guardar nueva información sobre datos que ya resultan obsoletos. Con este problema se han

enfrentado los fabricantes de discos ópticos (CD-ROM), los cuales hasta hace poco tiempo no han sido susceptibles de ser reutilizables.

- **Tipo de acceso:** Característica vinculada al dispositivo lector/grabador. Se dice que un dispositivo es de acceso secuencial si para acceder a un dato determinado debemos acceder primero a todos los que le preceden físicamente (Ejemplo: las cintas magnéticas). Se dice, en cambio, que un dispositivo permite el acceso directo si podemos acceder a un dato sin necesidad de pasar por los datos que le preceden (Ejemplo: disco magnético).
- **Tiempo de acceso:** Es el tiempo promedio que necesita un dispositivo de almacenamiento secundario para leer/grabar un dato en su soporte de información.
- **Velocidad de transferencia:** Refiriéndose a los dispositivos de almacenamiento secundario, es la cantidad de información que el dispositivo es capaz de leer/grabar por unidad de tiempo. Ejemplo: bits/s, caracteres/s.
- **Transportabilidad:** Decimos que un soporte de información es transportable si es susceptible de ser trasladado de una unidad periférica a otra. Ejemplo: el disquete puede ser utilizado en distintas disqueteras de su mismo formato. Por el contrario hay soportes de información fijos, que no pueden extraerse de la unidad correspondiente. (Ejemplo: disco rígido).
- **Ergonomía:** Un periférico se dice que es ergonómico cuando su diseño físico externo se adapta al usuario, obteniéndose una buena integración hombre-máquina y una adecuada eficiencia en su utilización haciéndose cómodo su uso al hombre. Los equipos que llevan la homologación alemana GS son ergonómicos, esta homologación no sólo se aplica a los computadores, sino a cualquier producto, como por ejemplo ollas a presión y cochecitos de bebe.

Clasificación de los periféricos

Los periféricos se pueden dividir en las siguientes categorías:

- **Unidades de entrada.**
Por ejemplo: Teclado, Ratón, Lápiz óptico, "Scanner", etc..
- **Unidades de salida.**
Por ejemplo: Monitor, Impresora, "Plotter", etc.
- **Unidades de almacenamiento masivo.**
Por ejemplo: Cinta magnética, Disco magnético, CD-ROM, DVD.
- **Unidades de E/S mixtas.**
Por ejemplo: Terminal interactivo, Modem.

No necesariamente las distintas unidades están físicamente individualizadas en módulos independientes, pudiendo, por ejemplo, estar montadas una unidad de entrada y una unidad de salida conjuntamente. Así un terminal interactivo suele estar constituido por un teclado (unidad de entrada) acoplado solidariamente a una pantalla (unidad de salida). A veces se dice que estas unidades son de tipo mixto. Incluso hay dispositivos de entrada que únicamente tienen sentido actuando conjuntamente con un dispositivo de salida (Ejemplo: lápiz óptico).

Las unidades de memoria masiva también pueden considerarse como unidades de E/S mixtas. Por ejemplo una unidad de cinta magnética, cuando lee información de una cinta, actúa como dispositivo de entrada y cuando escribe (o graba) información procedente de la computadora, actúa como unidad de salida.

Existe otra clasificación de los periféricos del computador según a qué distancia de éste se encuentren. Según esto encontraremos:

- **Locales:** Se encuentran cerca del computador.
- **Remotos:** Si debido a su situación lejana la conexión hay que realizarla a través de líneas especiales de transmisión.

PERIFÉRICOS DE ENTRADA DE DATOS

En la “prehistoria” de la computación el usuario podía tener que cargar directamente los bits en la memoria del procesador!!! Esto significaba manejar manualmente llaves externas que se ponían en ON u OFF para indicar “1” o “0”.

Ahora disponemos de muchas herramientas para indicar que datos queremos introducir en la computadora. A continuación describiremos algunos:

Teclado

Los teclados son similares a los de una máquina de escribir, correspondiendo cada tecla a uno o varios caracteres, funciones u órdenes. Para seleccionar uno de los caracteres de una tecla puede ser necesario pulsar simultáneamente dos o más teclas, una de ellas la correspondiente al carácter.

Al pulsar una tecla se cierra un conmutador que hay en el interior del teclado, esto hace que unos circuitos codificadores generen el código de E/S correspondiente al carácter seleccionado, apareciendo éste en la pantalla si no es un carácter de control.

Los teclados contienen los siguientes tipos de teclas:

- **Teclado principal:** Contiene los caracteres alfabéticos, numéricos y especiales, como en una máquina de escribir convencional con alguno adicional. Hay teclados que también incluyen aquí caracteres gráficos
- **Teclas de desplazamiento del cursor:** Permiten desplazar el cursor a izquierda, derecha, arriba y abajo, borrar un carácter o parte de una línea.
- **Teclado numérico:** Es habitual en los teclados de computadora que las teclas correspondientes a los caracteres numéricos (cifras decimales), signos de operaciones básicas (+, -, ...) y punto decimal estén repetidas para facilitar al usuario la introducción de datos numéricos.
- **Teclas de funciones:** Son teclas cuyas funciones son definibles por el usuario o están predefinidas en un programa.
- **Teclas de funciones locales:** Controlan funciones propias del terminal, como impresión del contenido de imagen cuando el computador esta conectada a una impresora.

En algunos teclados la transmisión no se efectúa pulsación a pulsación sino que se dispone de un buffer y la transmisión se efectúa a la vez para todo un conjunto de mensajes completos cuando el usuario pulsa una tecla especial destinada a activar dicha transmisión. Esta tecla recibe distintos nombres como Return, Enter, Transmit, Intro, Retorno de carro.

Entre las posibles características técnicas a contemplar a la hora de evaluar la mejor o peor adaptabilidad de un teclado a nuestras necesidades, podemos citar el número de caracteres y símbolos básicos, sensibilidad a la pulsación, tipo de contactos de las teclas (membrana o mecánico), peso, tamaño, transportabilidad. Actualmente se comercializan teclados

ergonómicos, con una disposición algo original, aunque se han difundido poco, y hay discusiones sobre si es cierta la ergonomía que propugnan.

Para aplicaciones industriales existen teclados totalmente sellados que soportan ambientes agresivos, como por ejemplo aire, agua y atmósferas de vapores.

Ratón o mouse

El ratón o mouse es un pequeño periférico que está constituido por una bola que puede girar libremente, y se acciona haciéndola rodar sobre una superficie plana.

Un ratón es un dispositivo pensado para apuntar y luego realizar dos operaciones:

- **Clic:** es la operación que teniendo el ratón quieto permite elegir un objeto o una acción que previamente se ha apuntado en la pantalla.
- **Arrastrar:** el objeto seleccionado puede ser arrastrado (por ejemplo un pincel en una interfaz gráfica para pintar una zona de la pantalla) o utilizado para marcar una zona (por ejemplo una parte de un texto) para luego tomar una acción específica.

En el momento de activar el mouse, se asocia su posición con la del cursor en la pantalla. Si desplazamos sobre una superficie el mouse, el cursor seguirá dichos movimientos. Es muy empleado en aplicaciones dirigidas por menús o entornos gráficos, como por ejemplo Windows ya que con un pulsador adicional en cualquier instante se pueden obtener en programa las coordenadas (x,y) donde se encuentra el cursor en la pantalla, seleccionando de esta forma una de las opciones de un menú.

Un ratón o mouse tiene variantes tales como los trackballs de las computadoras portables, las palancas de los joysticks, las tabletas sensibles al tacto, e incluso la pantalla sensible al tacto. En todos los casos las acciones a realizar son las mismas que hemos indicado anteriormente (clic y arrastre) y siempre se aprovecha la visualización directa de la posición del objeto o menú a tratar en la pantalla.

Otros dispositivos

Lápiz óptico

Físicamente tiene la forma de una pluma o lápiz grueso, de uno de cuyos extremos sale un cable para unirlo a un monitor. El lápiz contiene un pulsador, transmitiéndose información hacia el monitor sólo en el caso de estar presionado. Al activar el lápiz óptico frente a un punto de la pantalla se obtienen las coordenadas del lugar donde apuntaba el lápiz.

Lector de marcas

Hay ciertos documentos o productos que se utilizan en la vida ordinaria en gran cantidad y que pueden ser controlados por computadora, introduciendo con gran rapidez y sin error sus características sin necesidad de teclear el código o información que los identifica. Esto es así porque en su superficie llevan impresos caracteres, barras o marcas predefinidas, que pueden ser detectados por dispositivos especiales.

Ejemplos de estos productos y documentos: talones o cheques bancarios, productos farmacéuticos, artículos de supermercados (que utilizan códigos de barras), quinielas, exámenes tipo test, etc.

En la mayoría de los sistemas existe un conjunto de caracteres o patrones predefinidos.

Las lectoras, analizan los datos carácter a carácter y detectan si cada zona de identificación está

impresa o no. A cada caracter, se le hace corresponder una secuencia ordenada de ceros y unos. El dispositivo de entrada compara esta secuencia con la de los patrones (que tienen grabados internamente).

Los lectores ópticos suelen contener una fuente de luz que ilumina intensamente el dato a leer, un sistema óptico de ampliación de imagen y los elementos necesarios para identificar el carácter.

La presentación del documento frente a la unidad de detección óptica se hace siguiendo uno de los tres sistemas que indicamos a continuación :

- El primero consiste en que los documentos a leer se ubican en un depósito de alimentación y por un sistema de arrastre son llevados uno a uno frente al elemento de lectura.
- El segundo consiste en introducir y sacar manualmente los documentos de la unidad de detección.
- El tercero consiste en pasar el sistema detector (que tiene forma de lápiz o pistola) frente a la zona de la etiqueta o documento donde se encuentran los caracteres a leer.

Lector de caracteres magnéticos

Los caracteres magnéticos se utilizan en los cheques bancarios, y en las etiquetas de algunos medicamentos en algunos países. En estos documentos se imprimen, de acuerdo con unos patrones, los caracteres que identifican el cheque o talón. La tinta utilizada es magnetizable (contiene óxido de hierro) y además es legible directamente por el hombre. La impresión se hace con una máquina auxiliar denominada inscriptora electrónica.

Este dispositivo ofrece una serie de ventajas como:

- Permitir la captación directa de datos.
- Los documentos no necesitan cuidados especiales, se pueden doblar, escribir encima con tinta no magnética.
- Se consiguen velocidades de lectura muy apreciables.
- Los caracteres usados son legibles.

Los inconvenientes que presentan son:

- Alto costo.
- Impresión cara y específica.

Lector de bandas magnéticas

Las bandas magnéticas se emplean en productos como tarjetas de crédito, tarjetas de la Seguridad Social, tarjetas de acceso a edificios y etiquetas de algunos productos. Contienen datos como números de cuenta, códigos de productos, precios, etc.

Las bandas magnéticas se leen mediante dispositivos de lectura manual, similares a un lápiz, o por detectores situados en los dispositivos en los que se introducen las tarjetas, incluso disponibles en algunos teclados.

La ventaja de este método es que la información es difícil de alterar una vez que se ha grabado en la banda, salvo que se le aplique un campo magnético de intensidad suficiente, en cuyo caso los datos almacenados se pierden.

Lector Óptico de Marcas

Los lectores ópticos de marcas son sistemas que aceptan información escrita a mano y la transforman en datos binarios inteligibles por el computador. El usuario se limita a marcar con su lápiz ciertas áreas preestablecidas del documento que representan posibles opciones o preguntas. Estos documentos pueden ser leídos posteriormente, a gran velocidad, por un computador con un lector óptico de marcas. Este detecta las zonas preestablecidas que están marcadas. Esta forma de introducir datos en la computadora es útil, por ejemplo, para corregir exámenes de tipo test, escrutar quinielas, valorar encuestas, etc.

Una variante sencilla de este sistema la constituye el método de reconocimiento de marcas. En este caso el dispositivo de lectura puede reconocer cuándo ciertas áreas se han ennegrecido con un lápiz u otro instrumento de escritura. Entre los documentos sometidos a esta forma de lectura se encuentran los cupones de las quinielas, los formularios para la lectura de los contadores de gas y luz, y los cuestionarios con respuesta de elección múltiple. Los métodos de OCR y de reconocimiento de marcas tienen la ventaja de que se pueden emplear para leer los datos directamente de los documentos originales, pero son lentos y sensibles a los errores, en comparación con otros métodos.

Lector de caracteres manuscritos e impresos

Los lectores ópticos de caracteres pueden detectar caracteres (alfabéticos y/o numéricos), o bien impresos o mecanografiados, o bien manuscritos. Los lectores de caracteres impresos suelen utilizar patrones normalizados.

Los lectores de caracteres manuales son mucho más complejos, sirviendo frecuentemente sólo para detectar unos pocos caracteres. Usualmente en el manual del dispositivo se indica la caligrafía "preferida" por el dispositivo.

El reconocimiento óptico de caracteres (OCR) está basado en el uso de un dispositivo de exploración óptica que puede reconocer la letra impresa. Muchos documentos comerciales, como las facturas de gas, luz o teléfono, disponen de una banda que figura en la parte inferior que se puede leer mediante un dispositivo de OCR. Los nuevos pasaportes de la Comunidad Europea disponen de una página de texto OCR en la que se incluyen todos los detalles del titular del pasaporte. Se emplea un tipo de impresión especial para facilitar su lectura (algunos dispositivos de OCR pueden leer tipos de imprenta comunes, y otros, como los empleados por las administraciones postales para los procesos de clasificación, pueden reconocer la letra manuscrita siempre que ésta sea suficientemente clara).

Lector de barras impresas

En la actualidad han adquirido un gran desarrollo los lectores de códigos de barras.

En el momento de fabricar un producto se imprime en su envoltorio una etiqueta con información sobre el mismo según un código formado por un conjunto de barras separadas por zonas en blanco.

Con estas marcas se puede controlar fácilmente por computador las existencias y ventas de una determinada empresa, e incluso gestionar los pedidos a los suministradores de forma totalmente automática, lo cual genera un ahorro de costes considerable.

El usuario pasa una lectora óptica de tipo lápiz o pistola por la etiqueta, introduciéndose así, sin necesidad de teclear, y con rapidez, la identificación del artículo. El computador contabiliza el producto como vendido y lo da de baja en la base de datos de existencias. El lector óptico suele

formar parte de una caja registradora que en realidad es un terminal interactivo denominado terminal punto de venta.

Los códigos de barras se están transformando en la forma estándar de representar la información en los productos de mercado en un formato accesible para las máquinas, particularmente en los centros comerciales.

Un código de barras consiste en un conjunto de barras verticales pintadas en negro (o en un color oscuro) sobre un fondo blanco (o claro). Los caracteres se codifican empleando combinaciones de barras anchas y estrechas y siempre se incluyen caracteres de comprobación.

Un lector de código de barras interpreta la secuencia de barras y produce el conjunto de caracteres equivalente. Los lectores de códigos de barras tienen la forma de un lápiz, pistola o bien son dispositivos mayores de carácter fijo, que disponen de una ventana sobre la que se pasa el producto cuyo código se quiere leer. En este último tipo la lectura se realiza mediante un haz láser. Los lectores de códigos de barras se incorporan generalmente a algún tipo de terminal, como en el caso de los más recientes tipos de cajas registradoras para supermercados. Las experiencias hasta la fecha indican que los códigos de barras constituyen un método de codificación bastante rápido y fiable.

Pantalla sensible al tacto

Son pantallas que pueden detectar las coordenadas (x,y) de la zona de la propia pantalla donde se acerca algo (por ejemplo, con un dedo). Éste es un sistema muy sencillo para dar entradas o elegir opciones sin utilizar el teclado.

Se utiliza para la selección de opciones dentro del menú o como ayuda en el uso de editores gráficos. Con frecuencia se ve en los denominados kioscos informativos, cada vez más difundido en grandes empresas, bancos y en puntos de información urbana.

Existen pantallas con toda su superficie sensible, y otras en las que sólo una parte de ella lo es.

Digitalizador

Los digitalizadores o tabletas digitalizadoras o tabletas gráficas son unidades de entrada que permiten transferir directamente al computador gráficos, figuras, planos, mapas, o dibujos en general. Esto se hace pasando manualmente una pieza móvil por encima de la línea a digitalizar y automáticamente se transfieren las coordenadas (x,y) de los distintos puntos que forman la imagen, unas detrás de otras. Es decir, con el digitalizador, partiendo de un dibujo se obtiene una representación digital de él, en el interior de la computadora.

Todo digitalizador consta de tres elementos:

- Tabla: Donde se ubica el dibujo a digitalizar (puede ser opaca o transparente).
- Mando: Con el que el usuario debe recorrer el dibujo. Este suele tener forma de lápiz o cursor, y está unido al resto del sistema por un cable flexible. En el último caso el cursor tiene una ventana cerrada con una lupa, en cuyo interior se encuentra embebida una retícula en forma de cruz para señalar o apuntar con precisión el punto a digitalizar. El mando puede disponer de uno o varios pulsadores para controlar la modalidad de funcionamiento, forma de transmisión y selección de opciones del programa que gestiona la digitalización.
- Circuitos electrónicos: Controlan el funcionamiento de la unidad.

Los digitalizadores, junto con los trazadores de gráficos (plotters) y pantallas gráficas, son

elementos fundamentales de los sistemas gráficos, que tienen en la actualidad importancia en diversas aplicaciones de la Informática.

Scanner

Es un dispositivo que recuerda a una fotocopidora y que se emplea para introducir imágenes en un computador. Las imágenes que se desee capturar deben estar correctamente iluminadas para evitar brillo y tonos no deseados. Son dispositivos de entrada de datos de propósito especial que se emplean conjuntamente con paquetes software para gráficos y pantallas de alta resolución. La mayor parte de los scanners capturan imágenes en color generando una determinada cantidad de bits por cada punto. La cantidad de espacio de almacenamiento que se necesita para una imagen depende de las dimensiones máximas de la imagen y de la resolución de captura del equipo; la resolución se describe en 'cantidad de puntos por pulgada' ('dot per inch' en inglés o con el acrónimo 'dpi') en el sentido horizontal (eje x) y en el vertical (eje y).

Los programas que controlan el scanner suelen presentar la imagen capturada en la pantalla. Los colores no tienen porqué ser necesariamente los originales. Es posible capturar las imágenes en blanco y negro o transformar los colores mediante algún algoritmo interno o modificar y mejorar la imagen. Sin embargo, y en general, los colores que produce un scanner suelen ser los correctos.

Reconocedores de voz

Uno de los campos de investigación actual más relevantes relacionados con la Informática es el reconocimiento de la voz. Se pretende una comunicación directa del hombre con el computador, sin necesidad de transcribir la información a través de un teclado u otros soportes intermedios de información.

Usualmente los dispositivos de reconocimiento de la voz o de la palabra tratan de identificar fonemas o palabras dentro de un repertorio o vocabulario muy limitado. Un fonema es un sonido simple o unidad del lenguaje hablado. Un sistema capaz de reconocer, supongamos, 7 palabras, lo que hace al detectar un sonido es extraer características o parámetros físicos inherentes a dicho sonido, y compararlos con los parámetros (previamente memorizados) de las 7 palabras que es capaz de reconocer. Si, como resultado de la comparación, se identifica como correspondiente a una de las 7 palabras, se transmite a la memoria intermedia del dispositivo el código binario identificador de la palabra. Si el sonido no se identifica, se indica esta circunstancia al usuario (iluminándose una luz, por ejemplo) para que el usuario vuelva a emitir el sonido.

Existen dos tipos de unidades de reconocimiento de la voz:

- **Dependientes del usuario:** En estos sistemas es necesario someter al dispositivo a un período de aprendizaje o programación, al cabo del cual puede reconocer ciertas palabras del usuario. En el período de aprendizaje el sistema retiene o memoriza las características o peculiaridades de los sonidos emitidos por el locutor, y que luego tendrá que identificar.
- **Independientes del usuario:** Estos sistemas están más difundidos, pero el vocabulario que reconocen suele ser muy limitado. Los parámetros de las palabras que identifican vienen ya memorizados al adquirir la unidad. Son utilizados, por ejemplo, para definir el movimiento de cierto tipo de robots. En este caso el operador da verbalmente órdenes elegidas de un repertorio muy limitado, como puede ser: para, anda, arriba, abajo,... La unidad cuando capta un sonido comprueba si corresponde a uno de los del repertorio. En caso de identificación se transmite a la computadora central la información necesaria para la ejecución del programa que pone en marcha y controla la acción requerida.

Conversor A/D (Analógico/Digital)

Por último debemos mencionar los dispositivos que transforman datos analógicos del mundo real en datos digitales (por ejemplo un sensor de temperatura, un digitalizador de sonidos de una guitarra, un sensor de presión sanguínea, etc.).

En todos estos casos alguna forma de conversor analógico-digital tiene la capacidad de convertir los datos del mundo real en alguna representación binaria (por ejemplo, la intensidad de un sonido) de modo que la computadora posteriormente pueda procesar los números resultantes.

PERIFÉRICOS DE SALIDA DE DATOS

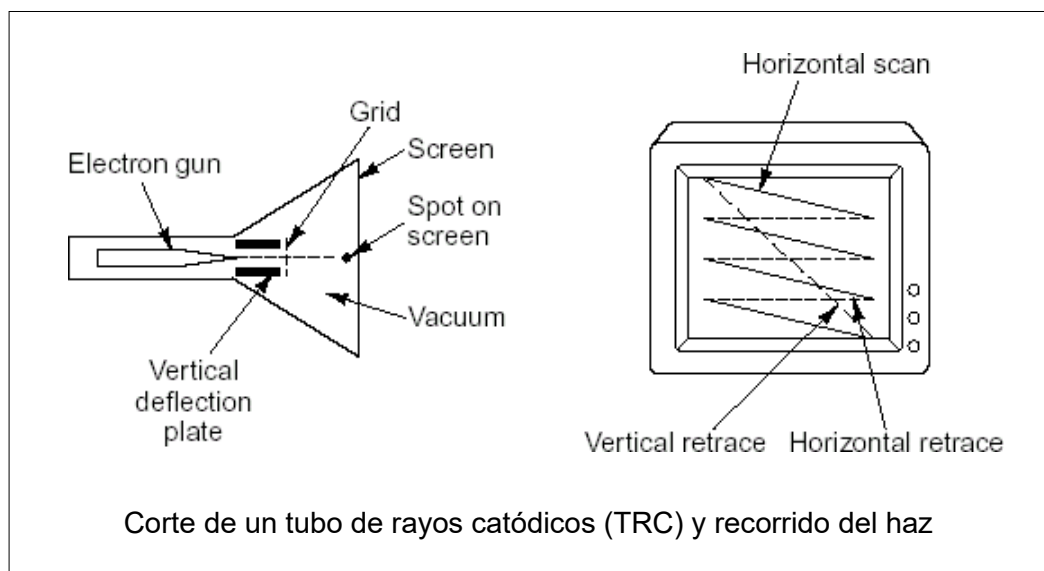
Una computadora puede hacer muchísimas cosas... pero ninguna de ellas tendría significado para nosotros (usuarios humanos) si no hubiera forma de “sacar” los resultados de la computadora.

Los dispositivos de salida permiten a la computadora convertir sus patrones de bits internos de un modo que lo puedan comprender y aprovechar los usuarios externos.

En la “prehistoria” de la computación esta comunicación podía ser tan elemental como el parpadeo o el encendido y apagado de luces. Ahora disponemos de muchas herramientas para visualizar datos internos de la computadora de un modo “entendible”. A continuación mencionaremos algunos:

Monitor o Pantalla de Video

El tipo más habitual de pantalla es la que vemos en los computadores de escritorio y en las terminales, basada en Tubos de Rayos Catódicos o TRC, pero cada vez se difunden más las



basadas en otras tecnologías como las de cristal líquido, implantadas en los equipos portátiles.

La imagen de una pantalla de rayos catódicos (TRC) se forma al incidir un haz de electrones sobre la superficie interna de la pantalla que está recubierta de un material fosforescente, análogamente a como se forman las imágenes en un televisor.

Estas pantallas hacen desplazar el haz de electrones de izquierda a derecha y de arriba a abajo y, dependiendo de la intensidad con la que inciden los electrones en la pantalla así de brillante

será cada punto de la imagen. La imagen, para ser visualizada durante un determinado tiempo debe ser repetida o refrescada periódicamente (al menos 25 veces por segundo). Estas pantallas se denominan pantallas de barrido.

Una imagen de pantalla no es continua sino que se forma por multitud de puntos de imagen (en inglés "pixel"). La pantalla está dividida en celdas, en cada una de las cuales puede ir un caracter. La celda está constituida por una matriz regular de puntos de imagen.

Las pantallas se clasifican, según la capacidad o no de mostrar colores, en:

- Monitor monocromo: Los colores usuales en un monitor monocromático son el blanco y negro, ámbar o verde.
- Monitor color: El color de cada punto se obtiene con mezcla de los colores rojo, verde y azul, pudiéndose programar la intensidad de cada color básico.

Según su capacidad de representación se pueden clasificar en:

- Pantallas de caracteres: Sólo admiten caracteres.
- Pantallas gráficas: Permiten trazados de líneas y curvas continuas.

En las pantallas de caracteres, se debe poseer una memoria de imagen (que es una memoria de tipo RAM) que almacena la información correspondiente a cada celda (compuesta por el código binario del caracter a mostrar y la información binaria de como mostrar ese caracter –los atributos-) y una memoria de sólo lectura (tipo ROM) donde se almacenan los patrones de los caracteres representados como una matriz de puntos. La memoria ROM se denomina "generador de caracteres".

Con toda esta información almacenada el proceso a seguir es el siguiente:

- Se leen de la memoria de imagen los códigos de los caracteres que corresponden a cada posición de pantalla.
- Los códigos son enviados al generador de caracteres que proporciona la matriz de puntos correspondiente.
- Los atributos se aplican a cada caracter (matriz de puntos).

En las pantallas gráficas el usuario tiene acceso al punto de imagen, pudiendo representar en ellas imágenes configuradas no sólo con las formas de caracteres incluidos en la ROM. En este caso, se requiere una memoria de imagen que pueda contener la información de cada punto de imagen (intensidad, color y otros posibles atributos), en vez de la correspondiente a cada celda. Los dibujos, a pesar de estar formados por puntos de imagen presentan una apariencia de líneas continuas. La calidad de la pantalla gráfica depende de la densidad de puntos de imagen.

Los principales parámetros que caracterizan a una pantalla son:

- Tamaño: Se describen en función del tamaño de la diagonal principal, y se tiene la mala costumbre de darla en pulgadas. Las más habituales son las de 15" (381 mm), aunque existen las de 14" (356 mm) y se generalizan 17".
- Número de celdas o caracteres: Lo usual es una representación de 24 filas y 80 columnas de caracteres (24*80 caracteres).
- Resolución: Es el número de puntos de imagen en pantalla. Éste número no depende del tamaño de la pantalla. Usualmente se consideran básicamente tres tipos de resolución:

CGA 640*200 puntos

VGA 640*480 puntos

SVGA 1024*768 puntos

Actualmente hay resoluciones superiores como por ejemplo XGA 1280*1024.

Supongamos poseer un monitor alfanumérico que puede mostrar 25 filas con 100 caracteres en cada una, ¿cuánta memoria de imagen se necesita?. Dado que podemos mostrar 25×100 caracteres si cada uno de ellos utiliza 7 bits la memoria debe poder contener $25 \times 100 \times 7 \text{ bits} = 17500 \text{ bits} < 2188 \text{ bytes}$. Si esos caracteres pudieran o no titilar, estar o no subrayado y estar o no resaltado se requiere almacenar 3 bits mas por cada caracter (1 bit para cada atributo) por lo que la memoria debe contener $25 \times 100 \times 10 \text{ bits} = 25000 \text{ bits} = 3125 \text{ bytes}$.

Para un monitor gráfico tipo SVGA (equivalente a que cada caracter anterior utilice una matriz de 10×30 puntos) monocromo la memoria necesaria es $1024 \times 768 \times 1 \text{ bit} = 786432 \text{ bits} = 98304 \text{ bytes} = 96 \text{ KBytes}$ y si la imagen fuera True Color la memoria debería ser $1024 \times 768 \times 3 \text{ bytes} = 2359296 \text{ bytes} = 2304 \text{ KBytes} = 2,25 \text{ MBytes}!!!$.

En las pantallas de TRC se han de considerar normas de seguridad, dado que estos dispositivos emiten radiaciones de diversos tipos, una solución es poner filtros para la pantalla. Las pantallas de otras tecnologías como plasma y cristal líquido son mucho más seguras, pues la radiación que emiten es mínima.

Visualizadores (o "displays")

Los visualizadores son pequeñas unidades de salida que permiten al usuario leer una instrucción, un dato o un mensaje.

Los caracteres se forman partiendo de estructuras en módulos, cada uno de los cuales sirve para visualizar un carácter. Cada módulo contiene una serie de segmentos, siendo los más habituales de 7. Un carácter concreto se visualiza activando determinados segmentos, dependiendo de la forma del caracter.

El visualizador es el elemento de salida típico de las calculadoras de bolsillo y de los relojes digitales.

Impresoras

Las impresoras son periféricos que escriben la información de salida sobre papel. Su comportamiento inicialmente era muy similar al de las máquinas de escribir, pero hoy día son mucho más sofisticadas, pareciéndose algunas en su funcionamiento a máquinas fotocopadoras conectadas en línea con el computador.

Las impresoras son, junto a las pantallas, los dispositivos más utilizados para poder ver en forma directamente inteligible para el hombre los resultados de un programa de computadora.

Como indicamos anteriormente para todos los periféricos, las impresoras tienen dos partes diferenciadas: la parte mecánica y la parte electrónica. Aquí la parte mecánica, además de encargarse de seleccionar el carácter a partir del código de E/S correspondiente, debe dedicarse a la alimentación y arrastre del papel.

Las impresoras tradicionalmente utilizaban papel continuo, en cuyos márgenes existen unos orificios. En este caso, el arrastre se efectúa por un tractor que dispone de unos dientes metálicos que encajan en los orificios laterales del papel. En la actualidad existen también impresoras que no necesitan papel continuo, efectuándose el arrastre por fricción o presión, como en el caso de las máquinas de escribir o en las fotocopadoras convencionales.

Clasificación y tipos de impresoras

Existen diversos criterios para clasificar las impresoras.

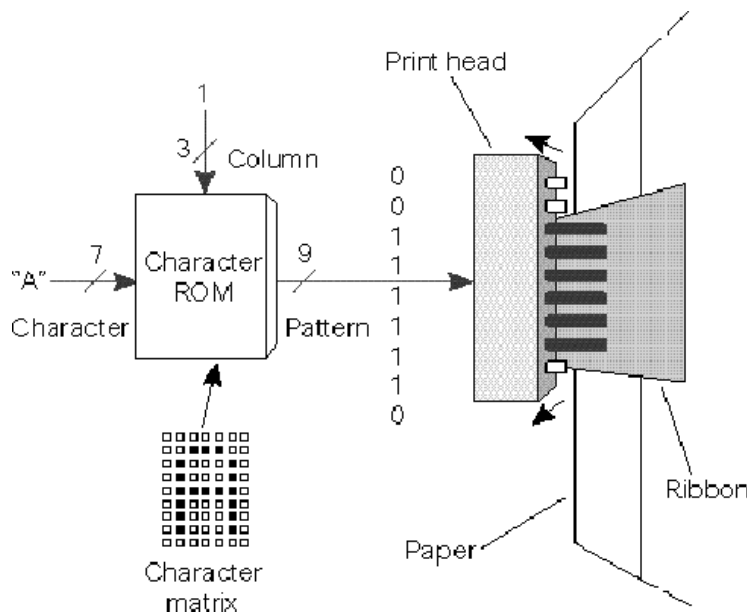
Calidad de impresión: Tiene en cuenta la calidad de presentación y de contraste de los caracteres impresos. Las impresoras se clasifican, atendiendo a este aspecto en:

- Impresoras normales: Como las impresoras de línea, de rueda y térmicas.
- Impresoras de semicalidad. Como algunas impresoras matriciales.
- Impresoras de calidad: Como las impresoras margarita e impresoras láser.

Fundamento del sistema de impresión: Hay impresoras que realizan la impresión por impacto de martillos o piezas móviles mecánicas, y otras sin impacto mecánico.

El fundamento de las impresoras por impacto es similar al de las máquinas de escribir.

Sobre la superficie de la línea a imprimir en el papel se desliza una cinta entintada, y delante de ésta pasa una pieza metálica donde está moldeado el juego de tipos de impresión. Cuando pasa el tipo a grabar sobre su posición en el papel, se dispara un martillo que golpea la cinta contra el papel, quedando impreso en tinta sobre el papel el carácter en cuestión. En otras impresoras de impacto cada carácter se crea por el disparo de ciertas agujas metálicas que conforman el



carácter con un conjunto de puntos.

Las impresoras de impacto son muy ruidosas y tradicionalmente han sido las más utilizadas. Entre ellas se encuentran las impresoras de rueda, bola, margarita, matriciales, cilindro, cadena...

Las impresoras sin impacto forman los caracteres sin necesidad de golpes mecánicos y utilizan otros principios físicos para transferir las imágenes al papel.

Son impresoras sin impacto las térmicas, las de inyección de tinta y las impresoras láser.

Forma de imprimir los caracteres: En cuanto a este aspecto, las impresoras se pueden clasificar en:

- Impresoras de caracteres.

Realizan la impresión por medio de un cabezal que va escribiendo la línea carácter a carácter. El cabezal se desplaza a lo largo de la línea que se está imprimiendo, sólo de izquierda a derecha (impresoras unidireccionales) o bien, para conseguir mayor velocidad, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda sucesivamente (impresoras bidireccionales).

- Impresoras de líneas.

En estas impresoras se imprimen simultáneamente todos o varios de los caracteres correspondientes a una línea de impresión.

- Impresoras de páginas.

Aquí se incluyen un grupo de impresoras que actúan de forma muy similar a las máquinas fotocopadoras. Se caracterizan por contener un tambor rotativo donde se forma con tinta o polvillo especial (toner) la imagen de la página a imprimir. Esta imagen, por contacto y un proceso de fijación se transfiere al papel.

Descripción de distintos tipos de impresoras

Impresoras de rueda

Son impresoras de impacto y de caracteres. El cabezal de impresión está constituido por una rueda metálica que contiene en su parte exterior los moldes de los distintos tipos. La rueda se desplaza perpendicularmente al papel a lo largo de un eje o varilla metálica paralela al rodillo donde se asienta el papel. La rueda está continuamente girando y cuando el tipo a escribir pasa delante de la cinta entintada se dispara, por la parte posterior al papel, un martillo que hace que el carácter se imprima en tinta sobre el papel.

Una vez escrito el carácter, la rueda se desplaza a lo largo de la varilla, hacia su derecha, o pasa a la línea siguiente. Estas impresoras están en desuso.

Impresoras de margarita

Son impresoras de calidad de impresión, sin embargo son relativamente lentas. Los caracteres se encuentran modelados en la parte más ancha (más externa) de los sectores (pétalos) de una rueda metálica o de plástico en forma de margarita.

La margarita forma parte del cabezal de impresión. Un motor posiciona la hoja de margarita del carácter a imprimir frente a la cinta entintada, golpeando un martillo al pétalo contra la cinta, escribiéndose el carácter sobre el papel. El juego de caracteres se puede cambiar fácilmente sin más que sustituir la margarita.

Son análogas a las máquinas de escribir. Actualmente están fuera de uso.

Impresoras matriciales o de agujas

Estas impresoras, también denominadas de matriz de puntos, son las más utilizadas con microcomputadores y pequeños sistemas informáticos. Los caracteres se forman por medio de una matriz de agujas. Las agujas golpean la cinta entintada, transfiriéndose al papel los puntos correspondientes a las agujas disparadas.

Los caracteres, por tanto, son punteados, siendo su calidad muy inferior a los caracteres continuos producidos por una impresora de margarita. No obstante, algunos modelos de impresoras matriciales, presentan la posibilidad de realizar escritos en semicalidad de impresión. Para ello, los caracteres se reescriben con los puntos ligeramente desplazados,

solapándose los de la segunda impresión con los de la primera, dando una mayor apariencia de continuidad.

Impresoras de tambor

Dentro de estas impresoras, encontramos dos tipos: las de tambor compacto y las de tambor de ruedas. Ambos tipos son impresoras de líneas y de impacto.

La impresora de tambor compacto contiene una pieza metálica cilíndrica cuya longitud coincide con el ancho del papel. En la superficie externa del cilindro o tambor se encuentran modelados en circunferencias los juegos de caracteres, estando éstos repetidos tantas veces como posiciones de impresión de una línea. El tambor está constantemente girando, y cuando se posiciona una generatriz correspondiente a una determinada letra, la "A" por ejemplo, se imprimen simultáneamente todas las "A" de la línea.

Las impresoras de tambor de ruedas son similares, sólo que cada circunferencia puede girar independientemente. Todos los caracteres de la línea de impresión se escriben a la vez, posicionándose previamente cada tipo en su posición correcta.

En lugar de una cinta entintada, estas impresoras suelen llevar una pieza de tela entintada del ancho del papel.

Impresoras de barras y de cadenas

Los caracteres se encuentran moldeados sobre una barra de acero que se desplaza a gran velocidad, oscilando delante de la línea a escribir. El juego de caracteres está repetido varias veces (usualmente tres). Cuando los moldes de los caracteres a imprimir se posicionan delante de las posiciones en que han de quedar en el papel se disparan por detrás de éste unos martillos, imprimiéndose de esta forma la línea.

El número de martillos coincide con el número de caracteres por línea.

En las impresoras de cadena, los caracteres se encuentran grabados en los eslabones de una cadena. La cadena se encuentra cerrada y girando constantemente a gran velocidad frente a la cinta entintada.

Impresoras térmicas

Son similares a las impresoras de agujas. Se utiliza un papel especial termosensible que se ennegrece al aplicar calor.

El calor se transfiere desde el cabezal por una matriz de pequeñas resistencias en las que al pasar una corriente eléctrica por ellas se calientan, formándose los puntos en el papel.

Estas impresoras pueden ser:

- De caracteres: Las líneas se imprimen con un cabezal móvil.
- De líneas: Contienen tantas cabezas como caracteres a imprimir por línea. Son más rápidos.

Impresoras de inyección de tinta

El descubrimiento de esta tecnología fue fruto del azar. Al acercarse accidentalmente el soldador, por parte de un técnico, a un minúsculo cilindro lleno de tinta, salió una gota de tinta proyectada, naciendo la inyección de tinta por proceso térmico. La primera patente referente a este tipo de impresión data del año 1951, aunque hasta el año 1983, en el que Epson lanzó la SQ2000, no fueron lo suficientemente fiables y baratas para el gran público.

Actualmente hay varias tecnologías, aunque son muy pocos los fabricantes a nivel mundial que las producen, siendo la mayoría de ellas de un mismo fabricante con una marca puesta por el

que las vende. Canon (que le proporciona las piezas a Hewlett Packard) y Olivetti son los más importantes dentro de este tipo.

El fundamento físico es similar al de las pantallas de vídeo. En lugar de transmitir un haz de electrones se emite un chorro de gotas de tinta ionizadas que en su recorrido es desviado por unos electrodos según la carga eléctrica de las gotas. El carácter se forma con la tinta que incide en el papel. Cuando no se debe escribir, las gotas de tinta se desvían hacia un depósito de retorno, si es de flujo continuo, mientras que las que son bajo demanda, todas las usadas con los PC's, la tinta sólo circula cuando se necesita. Los caracteres se forman según una matriz de puntos. Estas impresoras son bidireccionales y hay modelos que imprimen en distintos colores.

Un ejemplo de aplicación de la impresión con tinta es el marcado de lote y fecha de caducidad en botellas de leche. Este proceso se efectúa con el sistema de impresión mediante circulación continua. Los equipos de marcado de botellas sufren una degradación progresiva en la tinta que contienen, debida al proceso tecnológico de funcionamiento. El sistema de circulación continua de tinta provoca que una partícula de tinta pase por el cabezal impresor gran cantidad de veces antes de ser proyectada. La tinta al sufrir presión, entrar en contacto con el aire y sufrir la carga de las placas electrostáticas pierde propiedades eléctricas, se evapora parte del disolvente y sufre contaminación debida al polvo y humedad del aire. Este sistema incorpora un viscosímetro que controla la cantidad de disolvente que la tinta pierde al entrar en contacto con el aire y la compensa añadiendo aditivo, que además de disolvente añade sales y otros elementos para recuperar la tinta.

La contaminación que la tinta sufre con el contacto del aire, provoca peor calidad de impresión, llegando un momento en el que hay que cambiar la tinta. El equipo incorpora un depósito central de cambio fácil e instantáneo que avisa con 24 horas de antelación al momento de sustitución. El depósito central incorpora el filtro principal de tinta, con lo que se cambia sin intervención cada vez que se repone el depósito.

Impresoras electrostáticas

Las impresoras electrostáticas utilizan un papel especial eléctricamente conductor (de color gris metálico). La forma de los caracteres se produce por medio de cargas eléctricas que se fijan en el papel por medio de una hilera de plumillas que abarcan el ancho del papel. Posteriormente a estar formada eléctricamente la línea, se la hace pasar, avanzando el papel, por un depósito donde se la pulveriza con un líquido que contiene suspendidas partículas de tóner (polvo de carbón). Las partículas son atraídas en los puntos que conforman el carácter. Estas impresoras de línea son muy rápidas.

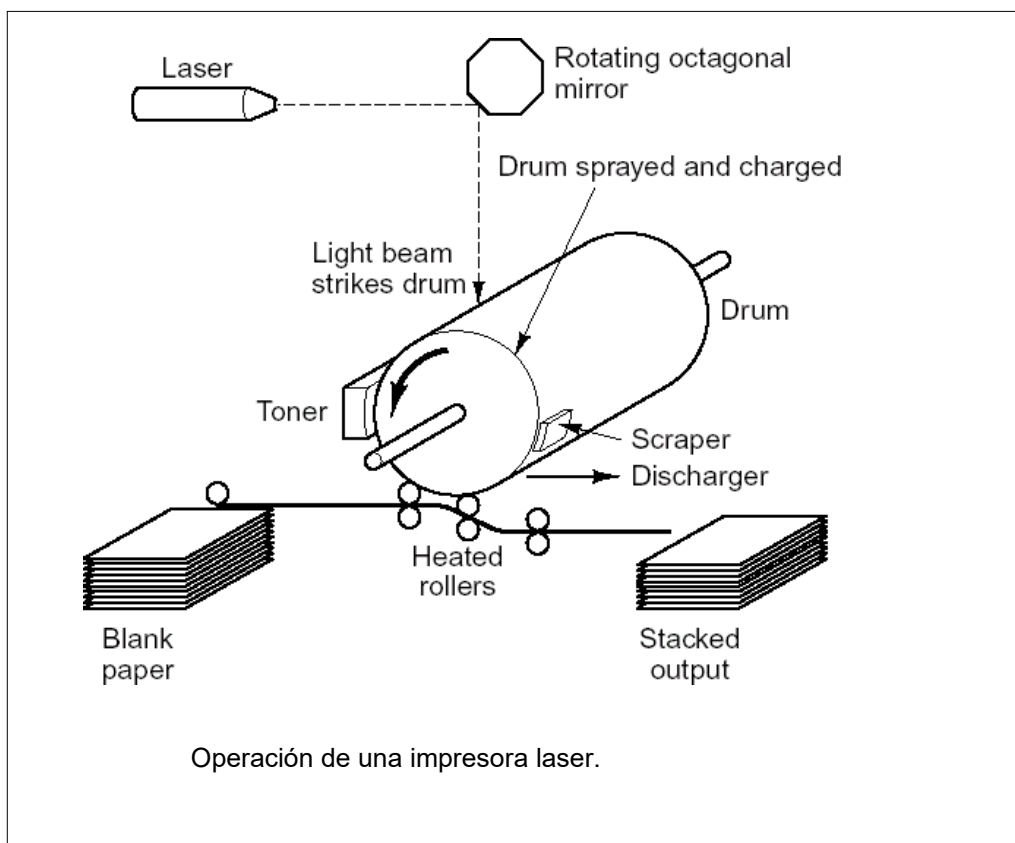
Impresoras láser

Estas impresoras tienen en la actualidad una gran importancia por su elevada velocidad, calidad de impresión, relativo bajo precio y poder utilizar papel normal.

Su fundamento es muy parecido al de las máquinas de fotocopiar. La página a imprimir se transfiere al papel por contacto, desde un tambor que contiene la imagen impregnada en tóner.

La cantidad de 'puntos por pulgada' de resolución y la cantidad de hojas por minuto son parámetros que caracterizan sus prestaciones.

La impresión se realiza mediante radiación láser, dirigida sobre el tambor cuya superficie tiene propiedades electrostáticas (se trata de un material fotoconductor, tal que si la luz incide sobre su superficie la carga eléctrica de esa superficie cambia).



Parámetros que caracterizan a una impresora

Velocidad de escritura. Normalmente la velocidad de impresión se expresa en las siguientes unidades:

- Impresoras de caracteres: Caracteres por segundo (cps).
- Impresoras de líneas: Líneas por minuto (lpm).
- Impresoras de páginas: Páginas por minuto (ppm).

Caracteres por línea. Es el número máximo de caracteres que se pueden escribir en una línea.

Ancho del papel o longitud del carro. Se suele expresar en pulgadas.

Densidad de líneas. Se expresa normalmente en líneas por pulgada e indica el espaciado entre líneas.

Tipos de letras. Una misma impresora puede escribir con distintos tipos de letras. Las de margarita pueden cambiar de caracteres sustituyendo la margarita. Las de agujas usualmente pueden escribir en tamaño normal, comprimido y elongado. El cambio del tipo de letra se realiza por programa.

Color. Es la posibilidad de imprimir en colores. Usualmente los colores se forman a partir de tres básicos (como en los monitores color), pero a partir del cian, el magenta y el amarillo).

Resolución. Una gran parte de impresoras forman los caracteres por unión de puntos. La resolución se suele expresar como número de puntos por unidad de superficie.

Otros dispositivos de salida

Plotter o Trazador de gráficos

Los trazadores de gráficos (en inglés: "plotters") son dispositivos de salida que realizan dibujos sobre papel. Estos periféricos tienen gran importancia ya que con ellos se obtienen directamente del computador salidas en forma de planos, mapas, dibujos, gráficos, esquemas e imágenes en general.

El funcionamiento de un plotter se controla desde programa. El usuario puede incluir en su programa instrucciones para realizar las representaciones que desee con sus datos.

Los registradores gráficos se fundamentan en el desplazamiento relativo de un cabezal con el elemento de escritura, con respecto al papel. Dependiendo del tipo de gráfico se moverá sólo la cabeza, o la cabeza y el papel.

Según la forma en que se realiza el dibujo, los registradores se pueden clasificar en tres tipos:

- de pluma.
- electrostáticos.
- de inyección

En los registradores de pluma el dibujo se realiza mediante un cabezal en el que se insertan los elementos de escritura: plumas, bolígrafos o rotuladores. Cada elemento de escritura puede subirse o bajarse hasta entrar en contacto con el papel, todo ello controlado por programa.

Los registradores electrostáticos son impresoras electrostáticas. El sistema de tracción de papel es similar al de una impresora convencional. El dibujo se realiza línea a línea. El elemento de escritura está constituido por una serie de agujas cuya densidad puede variar.

Por lo que respecta a los de inyección, trabajan de forma análoga a una impresora de inyección de tinta.

Microfilm

La salida de datos en microfilm (COM) es una técnica de representar los datos de salida. Las técnicas COM se usan en los bancos para llevar los registros de los balances diarios de cuentas. Esto supone un gran ahorro de papel, al evitar las salidas por impresora, al tiempo que reduce problemas de almacenamiento.

Cada "página" se representa en una pantalla y se fotografía mediante una cámara especial. La imagen de la página mide alrededor de 1,5 cm². La película se corta en microfichas del tamaño de una postal conteniendo cada una cien páginas aproximadamente. Se emplea un lector de microfichas para proyectar la imagen aumentada de una página cuando es necesario leerla.

Sintetizador de voz

Las unidades sintetizadoras de voz son dispositivos que dan los resultados de un programa emitiendo sonidos (fonemas o palabras) similares al habla humana. Estos periféricos de salida suelen incluir un microprocesador, memoria ROM con programas y datos, un conversor D/A, un amplificador de audiofrecuencia y altavoz.

La mayor parte de los dispositivos sintetizadores de voz tienen memorizados digitalmente cada uno de los fonemas o palabras que son capaces de emitir. Los datos que recibe un sintetizador procedentes del computador corresponden a la identificación de los fonemas o palabras a emitir. Una vez que se analiza el dato, se activa una rutina encargada de generar el sonido correspondiente.

Los sonidos resultan muy metálicos. Por lo general, estos sistemas incluyen programas que enriquecen las posibilidades de los mismos, como por ejemplo, generar frases o combinaciones de palabras, incluso hay sistemas que traducen cantidades.

Conversor D/A

En general un **conversor D/A (Digital/Analógico)** permitirá poner señales físicas (una presión, una fuerza, una alarma) en el mundo real, de acuerdo a las órdenes y datos internos de una computadora.

Pensemos por ejemplo en una estación de monitoreo de pacientes con problemas de corazón: por un lado hay una entrada permanente de datos analógicos (por ejemplo, el ritmo cardíaco o la presión sanguínea) que se convierten a digitales y un programa almacenado en la computadora verifica el estado del paciente. Ante un problema, directamente la computadora puede enviar una señal para activar (por ejemplo un desfibrilador o el suministro de oxígeno al paciente o la dosificación de una droga por vía endovenosa).

En el ámbito industrial podemos tener numerosos ejemplos de este tipo, donde la computadora (a veces llamada “robot”) automáticamente registra datos de entrada de periféricos muy variables y produce señales de salida sobre otros componentes electromecánicos para producir acciones en tiempo real (por ejemplo, armar o pintar un automóvil en una línea de montaje).

Periféricos de almacenamiento de datos

Una característica que distingue un soporte de almacenamiento de los soportes de entrada o los de salida (aparte de la posibilidad de realizar operaciones de entrada/salida indistintamente) es que en el soporte de almacenamiento los datos son legibles sólo por la máquina, pero no lo son directamente por el hombre.

Mientras los dispositivos de memoria permiten un acceso inmediato del programa a la información que contienen, los dispositivos de almacenamiento guardan la información en un soporte que no permite el acceso inmediato desde el programa y se requiere un paso previo de lectura (o entrada) que recupera dicha información desde el almacenamiento y lo coloca en la memoria.

Si la memoria de los computadores tuviera capacidad infinita y no fuera volátil no se requeriría disponer de almacenamientos externos. Si se han inventado distintos tipos de dispositivos de almacenamiento de los datos es por la imposibilidad de disponer de memoria con capacidad suficientes a precios convenientes.

Sacrificando la rapidez del acceso se obtienen capacidades muchísimo mayores a precios muy inferiores y con tiempos de respuesta soportables para cada tipo de aplicación. Los soportes magnéticos son el medio más usual de almacenar la información en un sistema informático. Entre la variedad existente, podemos destacar: cinta, disco y disquete.

Las principales características de estos soportes son:

- Reutilizables (salvo en los más antiguos).
- Elevada capacidad de almacenamiento.
- No volátiles.
- Más económicos que la memoria principal (RAM).

Dentro de los dispositivos de almacenamiento secundario hay que tener en cuenta a la hora de su elección las siguientes características:

- Tiempo de acceso a los datos.
- Velocidad de transferencia de los datos.
- Capacidad total de almacenamiento.
- Tipo de acceso del dispositivo (secuencial o directo).
- Costo/bit del dispositivo.
- Densidad de almacenamiento.

Recientemente se han desarrollado soportes de almacenamiento de tecnología óptica que tienen mayores densidades de grabación que las magnéticas convencionales.

Se distinguen los siguientes tipos de dispositivos de almacenamiento:

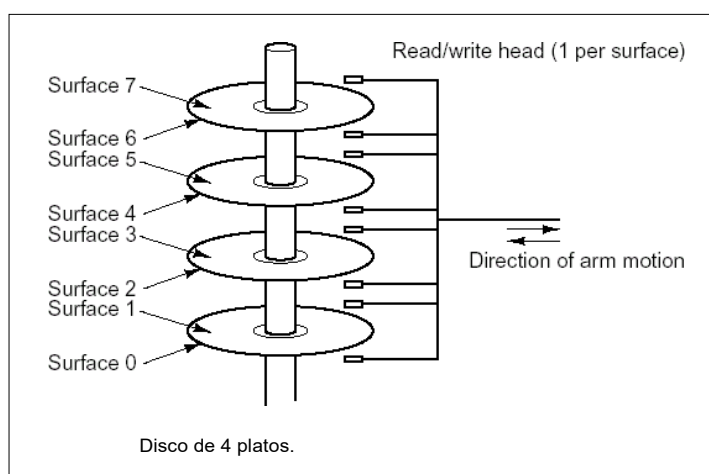
- Discos magnéticos.
- Cintas magnéticas.
- Discos ópticos.

Discos magnéticos

Los discos magnéticos son sistemas de almacenamiento de información que en la actualidad tienen una gran importancia, ya que constituyen el principal soporte utilizado como memoria masiva auxiliar. A pesar de que son más costosos que las cintas magnéticas, son sistemas de acceso directo, y con ellos se consiguen tiempos medios de acceso menores que con las cintas magnéticas.

Un disco magnético está constituido por una superficie metálica o plástica recubierta por una capa de una sustancia magnética. Los datos se almacenan mediante pequeños cambios en la imanación, en uno u otro sentido. El plato o disco puede ser de plástico flexible o puede ser rígido. En el primer caso tenemos disquetes o discos flexibles (en inglés floppy disk o disquetes) y en el segundo caso discos rígidos o duros.

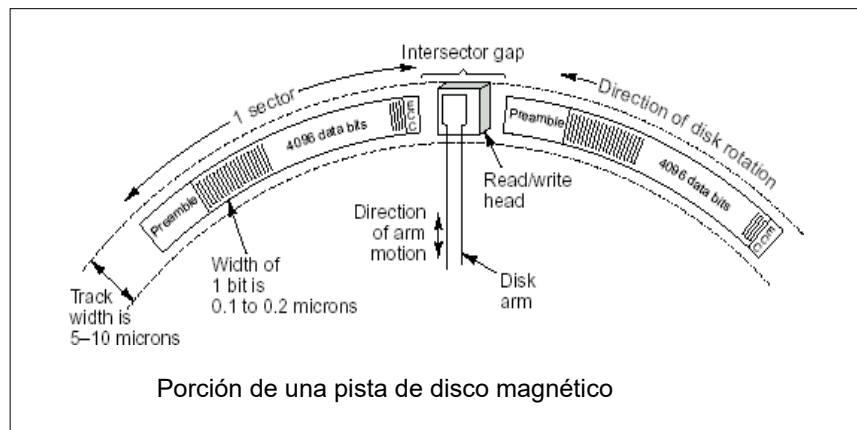
Tanto en los discos rígidos como en los flexibles la información se graba en circunferencias concéntricas, no notándose visualmente las zonas grabadas. Cada una de las circunferencias concéntricas grabadas constituye una **pista**. Así mismo el disco se considera dividido en arcos iguales denominados **sectores**, de esta forma cada pista está compuesta de sectores. Los sectores de las pistas más exteriores son de mayor longitud que las interiores, ahora bien el



número de bits grabados en cada sector es siempre el mismo, con lo que la densidad de grabación será mayor en las pistas interiores que en las exteriores. Los sectores comienzan con

una cabecera de identificación, indicando su dirección completa. Un **cilindro** es un conjunto de pistas, una en cada disco, que son accesibles simultáneamente por el conjunto de cabezas.

La lectura y escritura en la superficie del disco se hace mediante una cabeza. Esta suele ser de tipo cerámico, aunque inicialmente eran metálicas. La cabeza, en las unidades de cabezas móviles, está insertada en un extremo de un brazo mecánico móvil, que se desplaza hacia el centro o hacia la parte externa del disco bajo el control de los circuitos electrónicos del periférico.



El direccionamiento para leer o grabar un sector del disco se efectúa dando al periférico:

- número de unidad.
- número de superficie.
- número de pista.
- número del sector.

El brazo sitúa rápidamente la cabeza encima de la pista correspondiente y espera a que el sector en cuestión se posicione bajo la cabeza. En el acceso, por tanto, hay que considerar dos tiempos:

- Tiempo de búsqueda de la pista (t_{seek}).
- Tiempo de espera al sector ($t_{latencia}$).

Luego el **Tiempo de acceso** será

$$t_{acc} = t_{seek} + t_{latencia}$$

En las unidades de cabezas fijas, hay una cabeza por pista y entonces

$$t_{acc} = t_{latencia}$$

Los discos suelen tener una o varias referencias físicas (orificios y muescas) para poder identificar los sectores y pistas. Esto se denomina sectorización hardware o física. En los disquetes sólo existe un orificio de alineamiento y referencia. Este orificio, cuando el disco gira, es detectado por un conjunto fotodiodo/fototransistor utilizándose como punto de referencia para el acceso a las distintas pistas y sectores. Las unidades de discos rígidos suelen tener unas muescas que identifican los límites de cada sector y el primer sector de la pista.

Antes de utilizar un disco es necesario darle "formato" efectuando en él grabaciones específicas. Al dar formato o formatear un disco se definen por software las pistas, sectores y palabras; además se inicializa un directorio para la información sobre el contenido del disco (como un

índice de su contenido).

El formateo efectúa una sectorización que detecta y elimina para posteriores grabaciones, las zonas del disco deterioradas. El formateo incluye tablas con los nombres de los ficheros grabados en él, fecha y hora en que se crearon o actualizaron por última vez, espacio que ocupan y direcciones físicas donde se encuentran.

La unidad de transferencia de datos desde y hacia el disco es el sector.

Clasificación y tipos de discos

Básicamente existen 4 tipos de unidades de discos:

- Discos de cabezas fijas.
- Paquetes de discos.
- Discos Winchester (disco rígido).
- Disquetes.

A continuación describiremos brevemente cada uno de ellos.

Discos de cabezas fijas. Son discos que tienen una cabeza individual de lectura/escritura para cada pista, con ello se consigue un tiempo de acceso relativamente bajo, ya que este tiempo viene fijado únicamente por la velocidad de giro del disco. Existen unidades con un sólo plato o con varios platos.

Paquetes de discos. Son unidades compuestas por varios platos que giran solidariamente alrededor de un eje común. Las cabezas de lectura/escritura son móviles, existiendo una por superficie. Estas se desplazan simultáneamente a gran velocidad radialmente buscando la pista en que se encuentra el sector que se debe escribir o leer. Todas las cabezas se mueven al unísono, y cada cabeza lee/graba en el sector correspondiente a su superficie, transfiriéndose la información en paralelo.

En un instante dado, por tanto, se leen/graban las mismas pistas de las distintas superficies. Cada grupo de estas pistas se denomina cilindro de pistas, existiendo tantos cilindros como pistas.

Usualmente las superficies externas no se utilizan para grabar, así una unidad con 6 platos puede utilizar sólo 10 superficies. Existen unidades de paquetes de discos en que éstos son intercambiables.

Discos Winchester (disco rígido). Es un disco de pequeño tamaño pero de gran precisión y con una gran capacidad de almacenamiento. Está permanentemente montado en su unidad.

Los platos de estas unidades están herméticamente cerrados y son fijos. El hecho de que estén herméticamente cerrados es por reducir los efectos de la suciedad ambiental. No es necesario el retraimiento de las cabezas en reposo, existiendo una pista específica de “aterrizaje”. Las cabezas van más próximas a la superficie que en las anteriores unidades, lográndose grandes densidades de grabación. Por tanto, en pequeñas superficies se puede almacenar mucha información.

Disquetes. Los disquetes son pequeños discos cuyos platos son flexibles, ya que están constituidos por un material de plástico y son intercambiables.

Se encuentran en desuso y hasta hace poco tiempo los más utilizados eran los de 90 mm (3½”) pero en las primeras PC eran de 203,2 mm (8”) y luego se popularizaron los de 133 mm (5¼”).

La superficie se encuentra protegida por una funda recubierta internamente de un material que facilita el deslizamiento rotacional del plato. En la funda hay una abertura radial que abarca a todas las pistas; a través de esta ventana las cabezas de la unidad de disquetes acceden a la información.

También en el sobre y en el plato hay otro orificio que sirve para que la unidad por medios

ópticos tenga una referencia de alineamiento para localizar pistas y sectores.

El centro está abierto con objeto de que el disquete ajuste en el eje de rotación de la unidad de lectura/grabación. En la parte superior del lateral derecho hay una muesca cuadrada, ésta indica que el disquete está preparado para poder grabar en él información, por no estar protegido contra escrituras.

Las cabezas actúan en contacto con la superficie del disquete.

La grabación, dependiendo del tipo de unidad, puede efectuarse en una única superficie, es decir, en una sola de las caras, o en doble cara.

También la grabación se puede efectuar en densidad normal (o simple densidad) o doble densidad.

Parámetros que caracterizan un disco

Los principales parámetros que caracterizan el funcionamiento de un disco:

- **Tipo de disco:** Indica la tecnología y estructura física del mismo. Los tipos básicos son: discos de cabezas fijas, paquetes de discos, discos Winchester y disquetes.
- **Capacidad:** Indica el contenido en bytes que es capaz de almacenar el disco. La capacidad de almacenamiento depende del tamaño de la superficie de grabación, número de superficies de grabación y tipo de grabación (simple o doble densidad). Se puede calcular multiplicando la cantidad de superficies grabables por la cantidad de pistas en una cara por la cantidad de sectores en una pista por la cantidad de bytes en sector.
- **Tamaño:** Indica el diámetro del plato donde se encuentran las superficies magnetizables.
- **Tiempo medio de acceso:** Es el tiempo medio en que la cabeza lectora/grabadora tarda en acceder a un sector determinado.
- **Velocidad de transferencia:** Indica el número de bytes que se transfieren por unidad de tiempo entre la computadora central y el dispositivo o viceversa.
- **Velocidad de rotación:** Es el número de revoluciones por minuto al que gira el plato que contiene la superficie magnetizable.
- **Número de superficies:** Es el número de superficies grabables.
- **Número de cabezas:** Es el número de cabezas lectoras/grabadoras de que consta la unidad.
- **Número de pistas:** Es el número de circunferencias grabables. Se suele indicar el número de pistas por superficie.
- **Número de sectores por pista:** Es el número de bloques o registros físicos que hay en una pista.
- **Número de palabras por sector:** Es el número de palabras que pueden grabarse en un sector.
- **Bits por palabras:** Indica el número de bits que utilizan las palabras grabadas.
- **Densidad máxima:** Indica la densidad máxima de grabación en las pistas, es decir, la densidad de grabación en la pista más interior. Este parámetro se indica en bits/pulgada o bits/cm.
- **Código de grabación:** Es el código usado para la grabación magnética de la información. Desde el punto de vista práctico interesa conocer si la grabación se

efectúa en simple o doble densidad.

Cintas magnéticas

Es el medio más barato para almacenar grandes cantidades de datos. Las cintas están formadas por una sustancia plástica recubierta de material magnetizable y por su aspecto, recuerdan a las cintas empleadas para la reproducción del sonido.

Las cintas magnéticas se basan en los mismos principios de lectura/grabación que los discos magnéticos.

La lectura y grabación se efectúa haciendo pasar la cinta por una estación de cabezas lectoras/grabadoras. Usualmente se lee simultáneamente el contenido de varias pistas requiriéndose un elemento lector/grabador por pista. Por lo general el conjunto de bits que se leen simultáneamente corresponde a un carácter con un bit adicional de paridad (Los datos se disponen en pistas que recorren la cinta a lo largo. Lo más frecuente es que disponga de 8 pistas. Cada dato se representa por el conjunto de zonas magnetizadas o no, que se encuentran perpendicularmente a la cinta).

Una línea transversal al sentido longitudinal de la cinta donde se almacenan los bits de un carácter se denomina línea de grabación.

La grabación de una cinta se hace por bloques de caracteres de una longitud preestablecida. En el caso de las cintas, debido a la inercia, entre dos bloques consecutivos se desperdicia un determinado espacio que se denomina interbloque. Cada bloque contiene, además de los datos del usuario, líneas adicionales redundantes para poder detectar automáticamente posibles errores de grabación y secuencias de caracteres y espacios identificadores de los límites del bloque.

Los extremos inicial y final de la cinta contienen unas marcas metálicas pegadas denominadas BOT (comienzo de la cinta) y EOT (fin de la cinta) para detección automática del inicio y fin de la cinta.

La capacidad de una cinta depende fundamentalmente de su longitud, densidad de grabación, longitud de bloque y formato de grabación.

Las cintas magnéticas son un soporte de información barato y de gran capacidad, pero son muy lentas (acceso secuencial).

Tipos de unidades de cinta magnética

Cintas tradicionales:

- de columnas de vacío.
- de brazos tensores.

Unidades de cassette:

- de audio.
- digitales.
- cartuchos.

Cintas tradicionales de columnas de vacío. Las columnas de vacío tienen como objetivo mantener constante la tensión de la cinta bajo la estación de lectura/grabación.

Cintas tradicionales de brazos tensores. Son más sencillas ya que no necesitan columnas de vacío pero con ellas se obtiene menor velocidad.

Unidades de cassette de audio. Se utilizan en microcomputadoras domésticas y pequeños sistemas informáticos. Lo usual es utilizar cassettes de audio convencionales. El movimiento de la cinta se realiza con motores que actúan directamente sobre los carretes, no siendo tan rápidos ni precisos como las cintas tradicionales.

Unidades de cassette digitales. Disponen de cabestrantes para control de la velocidad de lectura/grabación.

Cartuchos. Son unidades diseñadas fundamentalmente para copias de seguridad de unidades de disco. La densidad de grabación es muy elevada y son de tamaño relativamente pequeño. Hay dos tipos fundamentales :

- De arranque/parada: Intercambian bloques de información de longitud similar a las cintas tradicionales.
- De bobinado continuo: Intercambian bloques de gran longitud.

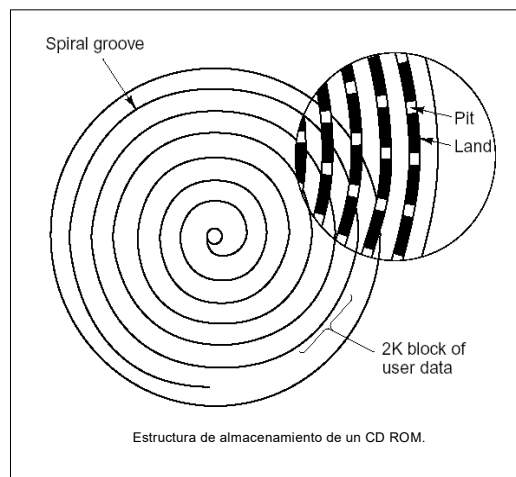
Discos ópticos

La información se almacena en el disco compacto o compact disc (CD) en forma digital (lógica binaria), de modo semejante a los de audio.

Sobre una capa de vidrio y sustancias plásticas se graban, con un haz de láser, los agujeros o marcas que posteriormente detectará la unidad lectora. La lectora, mediante técnicas ópticas, con un rayo láser de baja potencia, garantiza que no va a sufrir ningún daño físico.

Gracias a la precisión de esta técnica, se permiten disponer grandes cantidades de información en un espacio muy reducido. Cada bit en estos tipos de discos se llama ***pit***, y son ubicados en una única pista con forma de espiral.

Un inconveniente es que en la mayoría de estos dispositivos, una vez grabados no pueden ser reutilizados para escribir. Ello nos obliga a construir dispositivos de memoria de sólo lectura.



Dentro de sus ventajas destacamos:

- **Gran compactación:** Pueden almacenar entre 60 y 100 veces más datos que un disco magnético de igual diámetro.
- **Acceso directo:** Similar al modo de acceso de los discos magnéticos. Cada bloque almacenado se identifica por un encabezado en el que se expresa minuto, segundo y sector.
- **Alta velocidad:** El tiempo de acceso es muy similar al de los discos magnéticos y la

velocidad de transferencia es mayor debido a la mayor densidad de grabación. Se establece como mínimo la transferencia de 75 sectores en un segundo, esto se denomina 1X.

- **Bajo costo:** El soporte y el lector son de costes muy atractivos frente a los altos costos de los discos duros magnéticos.
- **Capacidad de almacenamiento:** Si fué estandarizado para contener hasta 74 minutos de información, donde cada segundo son 75 sectores distintos y cada sector almacena 2 Kbytes, podremos guardar 650 Mbytes en cada CD ROM.

Respecto a los CD grabables, denominados CD-R, se basan en una sustancia que cambia de fase al ser irradiada con un láser más potente que el de los lectores de CD normales, apareciendo entonces para la lectura como si hubiera pits análogos a los que hay en los CD generados a partir de un master.

También es posible encontrar sustancias en las que el cambio de fase sea reversible, dando lugar a CD grabables y borrables.

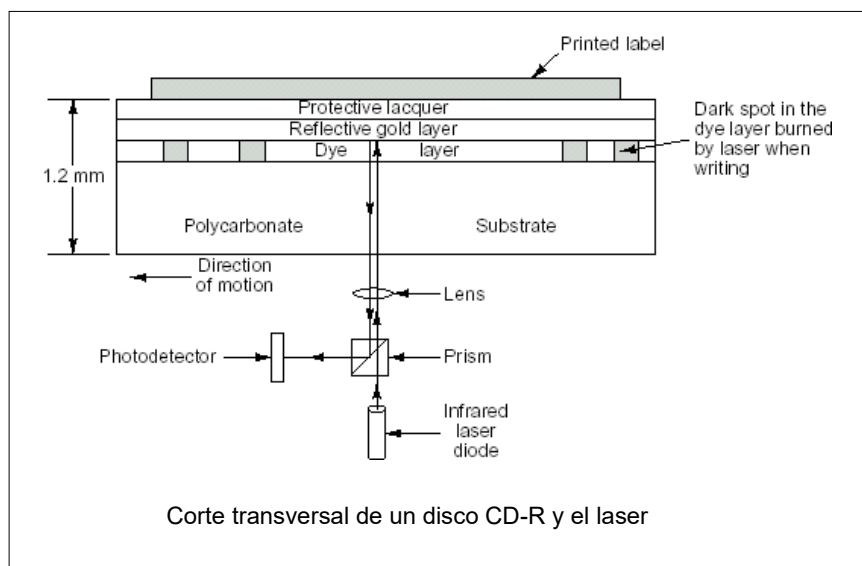
Existe otro tipo de discos ópticos grabables por el usuario, conocidos como WORM, se graban una vez pero se pueden leer múltiples veces. Una evolución de estos son los denominados discos magneto-ópticos, compatibles con los anteriores pero que admiten borrar la información lo cual permite la reescritura. Las capacidades son de hasta 4 GB.

La gran ventaja de los discos ópticos es la permanencia de la información durante tiempos muy superiores a la grabada en soportes magnéticos, sin embargo son algo más lentos, lo cual los hace poco adecuados bajo determinadas circunstancias.

DVD - Disco Versátil Digital

DVD, o Disco Versátil Digital, es el nombre propio del formato de disco óptico que desplazó la hegemonía del CD.

Nacido del acuerdo de dos consorcios de empresas que en principio presentaron sendos formatos incompatibles el DVD ofrece un amplio abanico de aplicaciones que se extienden en el sector audiovisual y en el informático, ya que su gran atractivo es su alta capacidad para almacenar información.



Un disco DVD tiene la misma apariencia que un CD 12 centímetros de diámetro y un espesor de 1,2 milímetros, pero puede contener toda la información de 25 CDs y ofrece imagen y sonido digital de calidad superior a la del tradicional disco compacto.

Entre las características que diferencian al DVD del CD figuran su mayor resistencia a cambios de temperatura y la forma de lectura de la información.

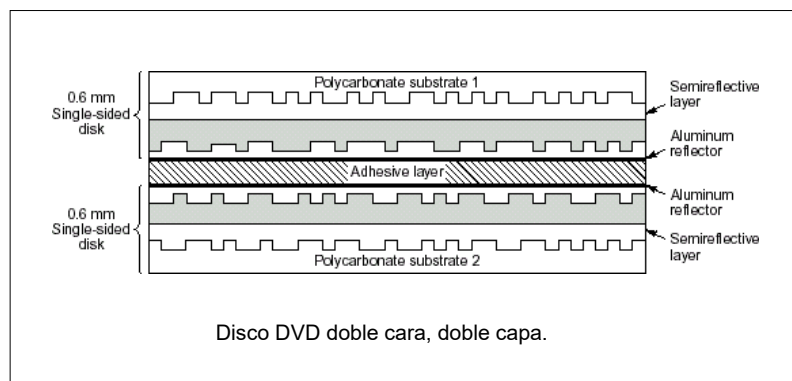
Mientras que en el CD se encarga de la lectura un rayo láser de infrarrojos, en el DVD esta labor se realiza con un rayo láser dual con diferente longitud de onda, capaz de leer las distintas capas del disco.

Almacén de datos

La razón fundamental por la que el DVD puede contener mucha más información que un CD es que, además de albergar distintas capas, las hendiduras o pits en las que se registra la información son más pequeñas en el DVD que en el CD, así como es mas pequeña la separación entre las distintas pistas.

El vídeo es sólo una de las aplicaciones del nuevo formato de disco óptico. El DVD-Audio se anuncia también con una calidad de sonido superior a la del CD, pero su lanzamiento al mercado dependerá de que la industria musical lo respalde. Bajo la óptica de esta última no parece muy atractiva, comercialmente hablando, la posibilidad de ofrecer al consumidor todas las obras de un autor en un sólo disco.

Para la industria informática, este disco de alta densidad presenta mucha expectativa. En un DVD-18 de doble cara y doble capa cabe la información contenida en 14.000 disquetes de 1,44



MB, los utilizados comúnmente por los usuarios.

Se pueden distinguir los DVD-ROM, disco que únicamente se puede leer y en el que es posible almacenar información de datos, imágenes y sonido; DVD-R, con capacidad de lectura y grabación esta última una sola vez también para datos, imagen y sonido; y DVD-RAM, con capacidad para leer y grabar tantas veces como se quiera datos, imágenes y sonido.

La introducción en el mercado de estas dos últimas aplicaciones provocó que parte de la industria vea en el DVD-Vídeo una excelente palanca de impulso para renovar, globalmente, el equipamiento audiovisual de los hogares.

A diferencia del disco compacto convencional, el DVD puede almacenar información por ambas caras y en distintas capas. Ese es uno de los secretos de su gran memoria. Según el número de capas de que disponga, ofrece mayor o menor capacidad de almacenamiento de información.

Hay varias versiones. La más simple, DVD-5, dispone de simple cara y capa y es capaz de almacenar hasta 4,7 GB. Es decir, algo más de dos horas de imágenes de alta calidad y sonido codificado en cinco canales para disfrutar de tener el 'cine en casa'.

La versión más completa, el DVD-18, puede almacenar hasta 17 GB de información.

Técnicamente, el DVD, sustituye al láser infrarrojo por uno de mayor capacidad que es el láser rojo, cuya longitud de onda es más corta (fino), lo que ofrece un mayor espacio de almacenaje y contará con una mayor capacidad para evitar los errores por el tiempo, ya que cuenta con una tecnología que evitará hasta seis veces más el error con que cuenta un CD.

PERIFÉRICOS DE E/S O MIXTOS

De hecho alguno de los periféricos que hemos mencionado como “de entrada” o “de salida” pueden serlo de ambas clases al mismo tiempo. Por ejemplo hay impresoras que permiten usarse como scanners; hay monitores sobre los que se puede escribir con una pluma, etc.

Entre los dispositivos que implementan ambas funciones se encuentran:

Terminales interactivos

La combinación de un monitor de vídeo con su correspondiente teclado se llama frecuentemente terminal y es normal acoplar varios terminales a un computador que se encarga de procesar las distintas tareas que cada usuario (desde su terminal) le ordena.

Podemos distinguir dos tipos de terminales:

- Terminales no inteligentes: Sólo son capaces de ejecutar operaciones de E/S simples.
- Terminales inteligentes: Capaces de ejecutar ciertos procesos tales como manipulación de texto, posibilidades gráficas o programas simples dirigidos por menús para ayudar a la entrada de datos. Esto es posible al incluir microprocesadores en los terminales.

Modem

El modem es un dispositivo que permite conectar dos computadores remotos utilizando la línea telefónica de forma que puedan intercambiar información entre sí. El modem es uno de los métodos más extendidos para la interconexión de computadores por su sencillez y bajo costo.

La gran cobertura de la red telefónica convencional posibilita la casi inmediata conexión de dos computadores si se utiliza modem. El modem es el método más popular de acceso a la Internet por parte de los usuarios privados y también de muchas empresas.

La información que maneja el computador es digital, es decir esta compuesta por un conjunto discreto de dos valores el 1 y el 0. Sin embargo, por las limitaciones físicas de las líneas de transmisión, no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico, solo pueden transmitirse señales analógicas.

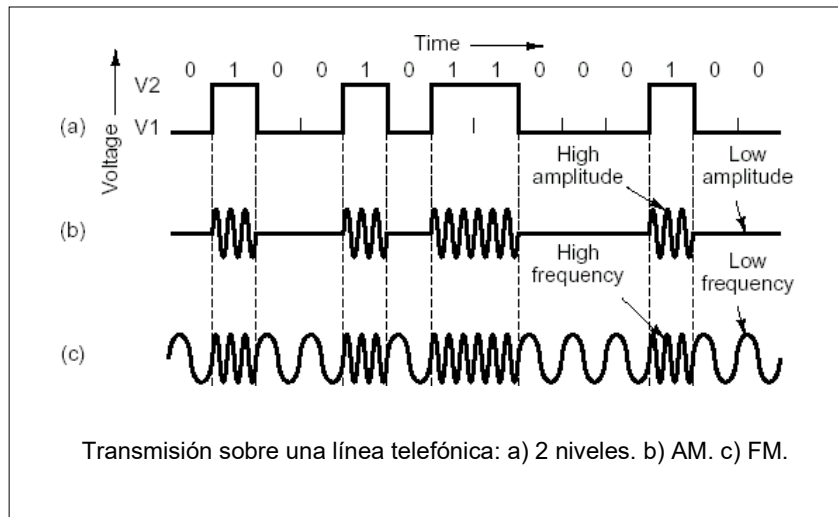
Entonces, para poder utilizar las líneas telefónicas (y en general cualquier línea de transmisión) para el envío de información entre computadoras digitales, es necesario un proceso de transformación de la información. Durante este proceso la información se adecua para ser transportada por el canal de comunicación.

Este proceso se conoce como **modulación-demodulación** y es el que se realiza en el **modem**.

Un módem es un dispositivo que posee conversores A/D y D/A especialmente adecuados para

conectar líneas telefónicas al computador. De este modo las señales provenientes de una línea telefónica (por ejemplo por una llamada) son interpretadas y “atendidas” por el módem, permitiendo que otra computadora transmita información directamente a la nuestra.

Recíprocamente, nuestra voz, una imagen o datos guardados en nuestra computadora pueden ser manejados por el módem para ponerlos (previa llamada) sobre la línea telefónica que del otro lado tendrá una computadora receptora (o eventualmente un ser humano que descuelga un teléfono).



Existen distintos sistemas de modulación de una señal analógica para que transporte información digital, siendo los métodos mas sencillos la modulación de amplitud y la modulación de frecuencia. Otros mecanismos como la modulación de fase o los métodos combinados permiten transportar mas información por el mismo canal.

Baudios: es el número de veces de cambio de la señal por segundo en la línea de transmisión. Los módem envían datos como una serie de tonos a través de la línea telefónica. Los tonos se "encienden" (ON) o apagan (OFF) para indicar un 1 o un 0 digital. El baudio es el número de veces que esos tonos se ponen a ON o a OFF. Los modem modernos pueden enviar 4 o mas bits por baudio.

Bits por segundo (bps): es el número efectivo de bits/seg que se transmiten en una línea por segundo. Un modem de 600 baudios puede transmitir a 1200, 2400 o, incluso a 19200 bps.

Preguntas

- 1- Investigue las características (capacidad de almacenamiento, tiempo de acceso, costos, etc) de los sistemas de lectura y/o grabación de CDs y DVDs para PCs. Trate de escribir un resumen de características.
- 2- ¿Le parece a Ud. que los códigos de barra impresos en los distintos productos disponibles en supermercados son distintos? ¿Podrían no serlo? ¿Por qué?
- 3- Explique la idea de aceptar códigos estándar para formas de comunicación estándar (por ejemplo el modo de leer y grabar un CD). Explique el problema de NO utilizar formas estándar, por ejemplo al fabricar una impresora o un monitor.
- 4- Un ejemplo de nuevas técnicas de comunicación entre periféricos y PCs son las comunicaciones inalámbricas (por ejemplo mouse, impresoras, teclado, etc.) ¿Puede Ud. dar una explicación clara del modo en que se comunican sin cable estas computadoras con sus periféricos? ¿Requiere este modelo de comunicación definir estándares? ¿Cuál es la ventaja de esta forma de comunicación? ¿Y la desventaja?
- 5- Al trabajar con un sistema como Windows podemos tener varios programas ejecutándose “simultáneamente”. ¿Puede explicar el modo en que esto sucede si el procesador principal de la PC es único?. ¿El número de programas activos es ilimitado?
- 6- Investigue cuales son las tecnologías de almacenamiento que se utilizan en los “pendrive” o los “SSD”.
- 7- ¿Qué es un modem? ¿Por qué se necesita tener un modem para comunicarse a una línea telefónica ó el cable?
- 8- Establezca las características que definen los términos Hércules, CGA ó SVGA aplicables a viejos monitores de video y las de las tecnologías HD, FullHD, 4K y 8K.

PRÁCTICA 3 - Dispositivos Periféricos

- 1) ¿Cuánta memoria requieren las siguientes terminales? Responder en Bytes.
 - a. Alfánúmerica ASCII extendida (8bits) de 24 filas x 80 columnas: monocromo.
 - b. Alfánúmerica ASCII extendida (8bits) de 24 filas x 80 columnas con 16 colores y con 4 atributos.
 - c. Gráfica de 640 x 480 pixels monocromo.
 - d. Gráfica de 640 x 480 pixels True Color.
 - e. Gráfica de 1024 x 768 pixels con 8 colores.
- 2) Considere una imagen en blanco y negro de 8,5" x 11" con una resolución de 2400 dpi (ppp - puntos por pulgada).
 - a) ¿Cuántos bytes de memoria hacen falta para almacenarla?
 - b) ¿Cuánto ocuparía si tuviese 256 tonos de gris?
 - c) ¿Y si fuese "True Color"? (True Color utiliza 24 bits por pixel).
- 3) Calcule la velocidad mínima que debe tener la comunicación entre una computadora y un scanner si éste puede digitalizar una página de 8,5" x 11" monocromo con una resolución de 600 dpi en 30 segundos.
- 4) Un disco rígido tiene 512 bytes/sector, 1000 sectores/pista, 5000 pistas/cara y 8 platos (16 caras). Calcular la capacidad total del disco.
- 5) Un disco rígido tiene dos caras (1 plato). El radio de la pista más interna es 1 cm y el radio de la pista más externa es 5 cm. Cada pista mantiene el mismo número de bits. La máxima densidad de almacenamiento es 10.000 bits/cm, el espaciamiento entre pistas es 0,1mm. Asuma que la separación entre sectores es despreciable y en el borde exterior hay una pista.
 - a) ¿Cuál es el máximo número de bits que puede almacenarse en el disco?
 - b) ¿Cuál es la velocidad de transferencia en bits/seg si la velocidad de rotación es de 3600 rpm? ¿y si es 7200 rpm?