

Departamento:
Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Cátedra:

Fundamentos de TIC's

(Tecnologías de la Información y la Comunicación)

e-mail: fundamentos_tics@unlam.edu.ar

JEFE DE CÁTEDRA:

Mg. Daniel A. Giulianelli

INTRODUCCIÓN AL HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE COMPUTACIÓN

COLABORACIÓN:

Ing. Guillermo Benéitez

CICLO LECTIVO:

2009

INTRODUCCIÓN AL HARDWARE DE LOS SISTEMAS DE COMPUTACIÓN

Temas tratados

Generalidades 2

Introducción 2

Modelo elemental de J. Von Neumann 3

Unidad de entradas y salidas, Unidad de control 3 - 4

Unidad aritmético lógica, Unidad central de proceso 4

Registros 4 - 5 . Memoria principal, Jerarquías y tipos de memorias 6

Interconexiones en el procesador 8

Conductores y señales 6 Bus de datos 8

Bus de direcciones 8

Mapeado - independiente o aislado 9

Bus de Control, Solicitud de interrupciones 10

Unidad central de proceso 11

Registros de dirección de memoria y de datos 11

Unidad aritmético lógica 11 a 13

Los registros de la CPU 14 - 15

La pila de memoria y el puntero de pila 14

La unidad de control cableada - microprogramada 15

Memoria principal 16

Conformación y características principales 16

Instrucciones 17

Clasificación de acuerdo al número de direcciones 18

Clasificación de computadoras 19

Ciclo de instrucción 20

Fase de búsqueda 18 . Fase de ejecución 21

Ejemplo de ejecución de un fragmento de programa 22

Introducción a los modos de direccionamiento 25

Clasificación de modos de direccionamiento 25

Fundamentos de la unidad de entradas y salidas 29

Organización de las entradas y salidas 30

Acceso directo a memoria 31

Periféricos y dispositivos de entrada y salida 32

Dispositivos de entrada 33

Dispositivos de salida 35

Dispositivos de memoria masiva auxiliar 37

Índice 42

Apéndice - Antecedentes históricos 44

GENERALIDADES

¿Cómo surgieron los computadores tal como los conocemos actualmente?

Las calculadoras y procesadores de datos, como muchas otras máquinas creadas por el hombre, fueron impulsadas por las necesidades de la sociedad. En la mayoría de los casos, los motivos tuvieron relación con cuestiones bélicas, científicas, industriales y comerciales.

Se han encontrado máquinas de cálculo muy antiguas. Por ejemplo: un ábaco rudimentario construido alrededor de 1.500 A. C.. En el siglo XII se empieza a utilizar el ábaco que hoy conocemos. Luego en el siglo XVII la máquina de Pascal, capaz de sumar y restar. En ese momento se acelera la evolución, gracias al desarrollo del “cálculo matemático”. Pocos años más tarde, Leibnitz agrega funcionalidades al sistema creado por Pascal, logrando máquinas que pueden multiplicar y dividir.

En el siglo XIX están disponibles los componentes mecánicos que permiten la automatización de procesos, como los telares de Jacquard. Algunos proyectos fueron ambiciosos y bien documentados, como los de Charles Babbage y otros más simples pero efectivos como el de Hollerith a fines de siglo (1890), con el cual se procesaron los datos en el censo nacional de E.U.A.. La máquina de Hollerith empleaba elementos electromecánicos y realizó su trabajo seis veces más rápido que el estimado para hacerlo manualmente.

Estos y otros avances científicos y tecnológicos, posibilitaron la creación de los primeros procesadores analógicos (a principios del siglo XX).

En 1944¹ Howard Aiken concluye la MARK I, a partir de dispositivos electromecánicos (como el RELAY). Es una de las primeras máquinas que permite realizar trabajos diferentes, sin cambiar sus componentes físicos o las conexiones entre ellos. Por este motivo decimos que es “programable”. El nombre PROGRAMA, alude al conjunto adecuado de órdenes (instrucciones) que rigen un cierto proceso sobre los datos. El objetivo del proceso es obtener información.

La información es necesaria para tomar decisiones. Para asegurar que las decisiones sean acertadas, el resultado del proceso de datos debe ser “veraz, oportuno y relevante”. En estos principios se basan el diseño, la construcción y la programación de computadoras.

John Von Neumann en 1945, propone almacenar las instrucciones de los programas en forma de códigos dentro de la computadora. Esto produce una consecuencia revolucionaria.

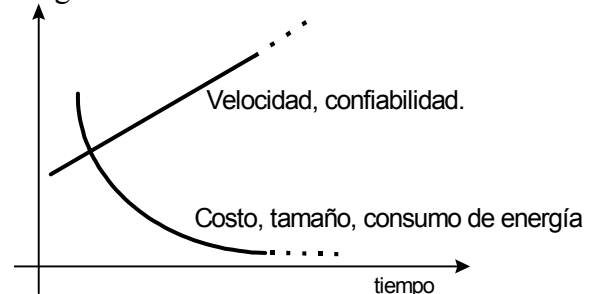
Como al ejecutar una parte del proceso se puede obtener información y, si todas las instrucciones están dentro del procesador, **la propia computadora está en condiciones de decidir cual es la próxima instrucción a ejecutar**, sin la intervención del ser humano. Así podrá por ejemplo, saltar o repetir conjuntos de instrucciones. Algunas películas de ciencia ficción basan su relato en esta propiedad.

Recién en 1946 se construye ENIAC, la primera computadora electrónica digital (a válvulas), originando la clasificación de computadoras en generaciones (en este caso la 1ª), en función de la tecnología. La ENIAC era 500 veces más veloz que las anteriores.

En 1956 se construye la primera computadora a transistores – 2ª generación - y de un día para el otro, se mejoraron 10 veces la confiabilidad, tamaño, velocidad, consumo de energía y costo. El defecto grave era que presentaba serios inconvenientes (errores y fallas) frente a las variaciones de la temperatura ambiente.

La 3ª generación se establece a mediados de la década del 60, empaquetando transistores en el dispositivo conocido como circuito integrado (CI) y en 1969 por primera vez, se realiza la integración de un microprocesador completo en un cristal de Silicio. Esto inició la 4ª generación.

Desde entonces, los dispositivos han evolucionado en capacidad de manejo simultáneo de datos e información y aumentaron su velocidad de procesamiento. Asimismo bajaron sus costos, consumos de energía y tamaños (microelectrónica). Se han perfeccionado las teorías de funcionamiento y se han incorporado nuevos conceptos.



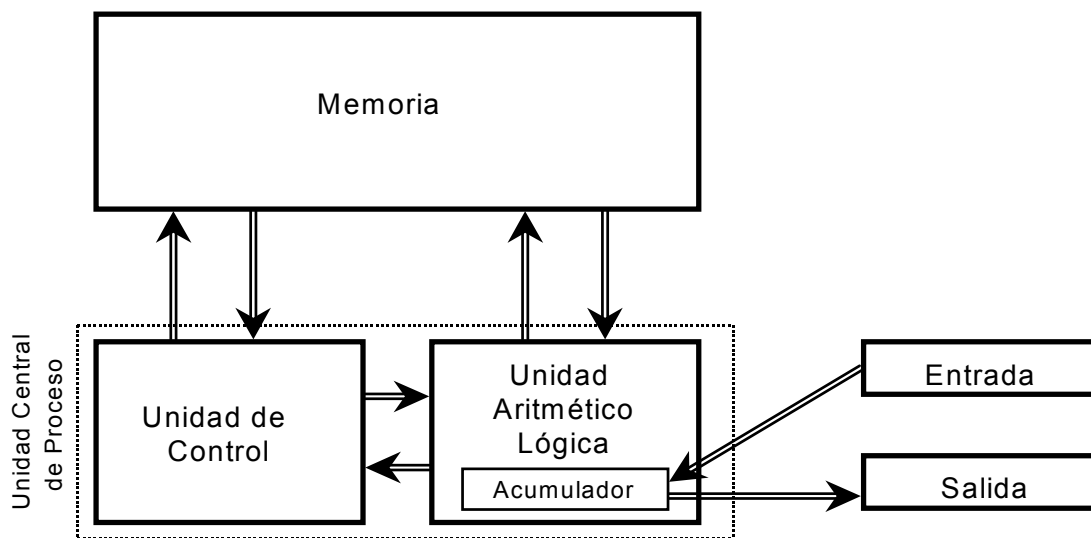
¹ Existen referencias anteriores. Por ejemplo, es en 1939 cuando se construye el primer computador programable digital de propósito general (Zuse), o el Colossus de Turing en 1943 empleado para descifrar los códigos Nazis.

El progreso ha sido constante y así como el paso de la válvula al transistor cambió las tecnologías de su época, hemos presenciado evoluciones tecnológicas que incorporaron nuevos paradigmas, como por ejemplo las tecnologías de circuitos integrados de muy alta velocidad “VHSIC” (Very High Speed Integrated Circuit) unidos a lenguajes estandarizados como “HDL” (Hardware Description Language) que permiten definir las funciones que realizan aquellos circuitos, dando lugar a los sistemas “VHDL”.

Cada uno de los dispositivos que participan para efectuar cálculos, ordenamientos, transferencias de datos, etc., realizan tareas específicas y procesan la información en forma automática dentro del computador. Sin embargo, los procesos serán siempre iguales para una determinada interconexión de esos dispositivos y para una misma secuencia de instrucciones. Para que los procesos puedan cambiar de acuerdo con las necesidades, deberán hacerse cambios por ejemplo, en las secuencias del proceso. Esto equivale a cambiar el programa. Cuando es posible cambiar el programa, el dispositivo es programable (como la MARK I).

En la década del cuarenta, se establecen las bases de funcionamiento de los procesadores modernos. El propósito de los científicos era definir modelos matemáticos y tecnológicos.

Se destaca entre ellos, el modelo elemental (o arquitectura) de J. Von Neumann.



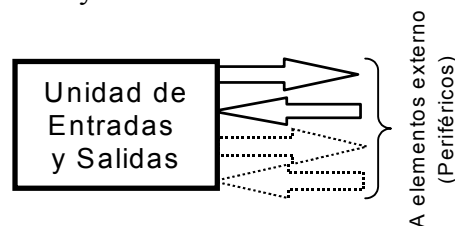
La estructura original de
John Von Neumann

En este diagrama, los datos ingresan al procesador mediante la unidad de **entrada**, se **almacenan** y luego son **procesados**. Los resultados, se disponen fuera del computador a través de la unidad de **salida**.

Todos los aspectos del proceso, se llevan a cabo por medio de la ejecución de un conjunto ordenado de instrucciones (programa). La unidad de **control**, se encarga de buscar cada instrucción y en base a ella, comunica las órdenes al sector de la máquina que corresponda.

A las unidades de entrada y de salida se conectan los dispositivos externos (periféricos) como teclados, monitores, impresoras, dispositivos para "lectura - escritura" de discos, etc. . Su función es establecer la comunicación del computador con el exterior. Se encargan, además, de adaptar las características² de los dispositivos externos, a las del computador y viceversa.

Actualmente, al referirse a la arquitectura de procesadores, las unidades de entrada y salida son consideradas como unidad (unidad de Entradas y Salidas).



Todo proceso, incluidas las comunicaciones expuestas, se realizan bajo el mando minucioso y preciso de la Unidad de Control (*Control Unit*, C. U.).

² Fundamentalmente la velocidad, ya que el computador suele ser mucho más rápido que los dispositivos externos. Asimismo, intervienen en los mecanismos de sincronización de los dispositivos periféricos con el procesador.

Para describir la tarea, se emplean instrucciones codificadas.

Por ejemplo:

0000 Almacenar en la memoria, un dato leído desde el teclado.

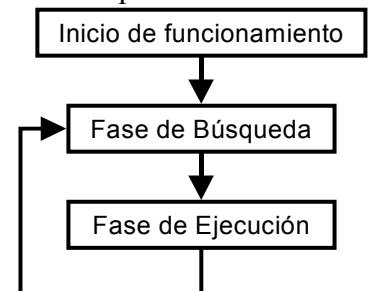
0111 Almacenar en la memoria el contenido del registro acumulador de la Unidad Aritmético - Lógica.

Las órdenes de traslado de datos e instrucciones entre la memoria principal y otros dispositivos, tanto como las necesarias para el control de las operaciones aritméticas y lógicas, son emitidas por la C. U.. A las señales que constituyen estas órdenes, las llamaremos “microcomandos”.

La C. U., está compuesta por circuitos electrónicos que emiten los microcomandos en las secuencias adecuadas para ejecutar cada instrucción del programa y al terminar de ejecutar cada una, se encarga de buscar la próxima instrucción en la memoria para su posterior ejecución.

Se deduce que el procesador está en uno de estos dos estados:

- Búsqueda de una Instrucción (*Fetch*) ó
- Ejecución de una Instrucción (*Execute*).



La unidad aritmético - lógica (*Arithmetic Logic Unit*, A. L. U.), realiza generalmente operaciones aritméticas simples (suma, resta por medio de la suma del complemento, etc.) ó lógicas, igualmente sencillas (AND, OR, etc.).

Para operaciones complejas se emplean conjuntos de operaciones elementales.

Por ejemplo, un producto ($4 \times 3 = 12$) se puede descomponer en sumas sucesivas (en este caso: $4 + 4 + 4 = 12$) para obtener el resultado.

Esta operación podría realizarse mediante un algoritmo que aproveche el registro acumulador, de la manera siguiente:

- Se ordena guardar el número “4” en el acumulador (suele indicarse: $A \leftarrow 4$),
- luego se instruye sumar el número “4” al contenido del acumulador e inmediatamente guardar el resultado en el mismo registro (suele indicarse: $A \leftarrow [4 + A]$), realizando la operación $4 + 4 = 8$ y $A \leftarrow 8$.
- Se repite esta última operación ($A \leftarrow [4 + A]$),

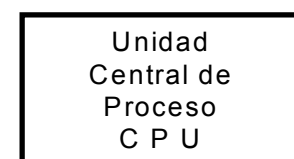
De esta forma, el acumulador contendrá el resultado ($4 + 8 = 12$) de las sumas sucesivas, es decir, el producto.

La persona dedicada a programar el computador en este nivel (denominado “programación de bajo nivel”), deberá conocer el tipo de A.L.U. con que cuenta el procesador y deberá realizar las rutinas³ necesarias para las aplicaciones que requieran mayor complejidad de cálculo.

El nombre “Registro Acumulador”, en el modelo de arquitectura de Von Neumann, se debe a esta propiedad de acumular los resultados que entrega la unidad aritmético - lógica. La finalidad del acumulador es mantener estables los datos o resultados hasta que la unidad de control mande a copiar su contenido en la memoria principal, en la unidad de salida o se los emplee para otra operación.

El “Acumulador” es un “Registro Físico”, pues generalmente está constituido por circuitos capaces de almacenar rápidamente una pequeña cantidad de dígitos binarios (bit – del inglés: *binary digit*). Por ejemplo, podrían estar contruidos con FLIP FLOP (biestables), uno por cada bit que se desee almacenar. Normalmente almacena una “Palabra” (word) de unos pocos byte. Con el término “Palabra”, nos referimos al conjunto de Byte que un procesador puede tratar al mismo tiempo. Cada palabra está formada por una cierta cantidad de Byte y en el estudio de arquitectura de procesadores a cada Byte lo consideraremos formado por 8 bit. En otras aplicaciones puede definirse de forma diferente. Por ejemplo en Teleinformática, el Byte puede estar constituido por una cantidad de bit distinta de 8.

Los bloques C. U. , A. L. U. y algunos registros (como el Acumulador) conforman la Unidad Central de Proceso (*Central Process Unit*, C. P. U.).



Los registros de la C. P. U. están destinados a preservar diferentes informaciones:

- El código de la instrucción que se está ejecutando (registro de Instrucción, que almacena el Código de Operación).

³ En este caso, “RUTINA” se refiere al conjunto de pasos necesarios para realizar la operación compleja.

- b) La ubicación de los datos necesarios para ejecutar la instrucción (Registro Temporal de Dirección⁴ de Operando).
- c) La posición de memoria donde se encuentra almacenada la Próxima Instrucción (puntero de instrucción, o “Contador de Programa” – en inglés: *program counter*, **PC** -).
- d) El estado del último resultado (Registro de Estado), entre otros.

La memoria principal de un computador (a la que se refiere el modelo de Von Neumann), se encarga de almacenar datos, instrucciones e información.

Memoria Principal

El almacenamiento se realiza como conjuntos de bit. Cada agrupación es independiente entre sí y, por lo tanto, algunas podrán corresponder a datos, otras a instrucciones, etc. Las agrupaciones se almacenan en espacios de memoria que denominaremos “Posiciones de Memoria”.

Se denomina “Palabra de Memoria” al conjunto de caracteres que se tratan como una unidad. La “longitud” de las palabras puede tratarse como fija o variable.

Las de longitud fija tienen un número fijo de caracteres, lo necesiten o no⁵.

Las computadoras de palabra fija son más rápidas para realizar operaciones.

Palabra variable significa que se almacena carácter por carácter en posiciones distintas⁶.

Cada posición podrá ser referenciada por medio de un código que la identifica, que llamamos: “Dirección de Memoria”.

Existen distintas maneras de organizar el acceso a los contenidos y diversas formas físicas (tecnologías) de construir memorias.

Los costos, velocidades y otras características de los distintos medios de almacenamiento, harán más efectivo su trabajo en determinadas ocasiones.

La memoria principal del computador se construye con circuitos electrónicos. Esto se debe a la necesidad de contar con alta velocidad de lectura y escritura.

En la Memoria Principal, el acceso a los contenidos está organizado de manera de llegar a una posición cualquiera sin necesidad de transitar por otras, conocida como “Memoria de acceso Aleatorio” (en inglés: *Random Access Memory* -RAM-). Así demorará el mismo tiempo en leer o escribir en un lugar cualquiera, independientemente de su posición.

Otra forma de acceso es la *secuencial* (Memorias Secuenciales).

En una memoria secuencial, el tiempo para leer o escribir depende de la posición.

El orden en que se accede a las posiciones de una memoria secuencial, puede darse como:

a) “Pila” (en inglés: *Stack*), esto es, lo último ingresado es lo primero que se recupera (*Last Input First Output* - *LIFO* -). Tal es el caso de un cajón con hojas impresas, la última depositada es la primera que se expone en la cima de la pila.

b) “Cola” (o fila), donde lo primero que se ingresa es lo primero que se recupera (*First Input First Output* - *FIFO* - *aveces también nombradas como: “buffer”*). Por ejemplo en un casete de audio, la información se almacena a lo largo de la cinta y, para acceder a una posición, se debe avanzar o retroceder, recorriendo su extensión y pasando por otras grabaciones hasta confirmar la posición de destino deseada. Así pues: si la cinta está en el principio y deseamos escuchar la canción N° 3, debemos correr la cinta para saltar los temas 1 y 2 (o escucharlos). Con los datos enviados a una impresora suele procederse de esta forma.

En cuanto a la forma de acceder a los datos almacenados en la memoria, por último, mencionaremos la forma de acceso *asociativa*. Esta implica que para localizar una posición, debe asociarse con un dato de referencia, por ejemplo cuando buscamos datos en una tabla (el coseno de 45° , en trigonometría), lo hacemos por asociación ($45^\circ \rightarrow \cos 45^\circ = 0,707$).

Desde otro punto de vista, son varias las tecnologías electrónicas empleadas para construir memorias.

Algunas permiten la lectura y la escritura (*Read Write Memory*, *R.W.M*). Sin embargo, nos referiremos a esta tecnología con el nombre: “RAM”, porque cuando se incorporaron memorias electrónicas por primera vez, su característica distintiva era su “acceso aleatorio”, más que el hecho de que pudieran ser

⁴ El concepto “Dirección de Memoria”, se explica en párrafos siguientes.

⁵ Por ejemplo, si el espacio reservado es de ocho caracteres y se necesita almacenar una palabra de cuatro, desperdiciará la mitad.

⁶ Utilizan en forma mas eficiente la memoria disponible.

leídas y escritas. Hasta ese momento, para almacenar datos e instrucciones se empleaban medios externos como tarjetas perforadas, cintas perforadas o magnéticas, etc., todas ellas de acceso secuencial.

Otras tecnologías posteriores, permiten la lectura de sus posiciones pero no su escritura (memoria de lectura solamente - *Read Only Memory* - *ROM*), independientemente de su forma de acceso.

Los especialistas han diseñado distintos tipos de memorias ROM:

- a) Las ROM propiamente dichas, cuyo contenido se graba cuando se las fabrica.
- b) Las PROM, programables una única vez por el usuario.
- c) Las EPROM, que pueden ser borradas por medio de luz ultravioleta y regrabarlas.
- d) Las EEPROM, borrables por medio de electricidad y regrabables, por supuesto.
- e) Las FLASH ROM, entre otras.

Hoy la Memoria Principal es electrónica y de acceso aleatorio en su totalidad, una parte es de lectura solamente (ROM) y el resto de lectura - escritura (por tradición: RAM).

Una característica importante de las memorias modernas, se refiere a que en algunos casos, al cortar la energía pierden la información (volátiles), y en otros no (no volátiles). Todos los tipos de ROM son no volátiles.

Las volátiles (RAM) a su vez, pueden ser Estáticas (SRAM), o Dinámicas:

- a) Estáticas. Mantienen su contenido mientras estén alimentadas con energía eléctrica.
- b) Dinámicas. Necesitan que su contenido se lea y vuelva a escribir periódicamente, de lo contrario pierden el contenido almacenado. Se suele decir: “refrescar la información”. Por ejemplo, las DRAM.

Las estáticas son más rápidas y las dinámicas tienen menor costo.

Existe además, la posibilidad de contar con una memoria aún más rápida que la RAM de la memoria principal, la “Memoria **Cache**”.

Debido a su alto costo, se trata de un conjunto no muy grande de elementos que permiten almacenar la información de algunas posiciones de la memoria principal. Esto incluye entre otros, el dato en sí y la dirección de memoria principal donde originalmente están guardados.

Su contenido se organiza de forma tal que la C.P.U. obtiene de ella, porciones de programa utilizados frecuentemente en el transcurso de un proceso.

Son construidas con elementos de muy alta velocidad.

En algunos casos utilizan acceso asociativo.

Jerarquías

La diversidad de tecnologías, permite al diseñador (y al programador) elegir el medio de almacenamiento más conveniente en función de las necesidades concretas. Su decisión deberá observar: costos, tiempo de acceso (que es el tiempo que transcurre desde el instante en que se presenta una dirección a la memoria hasta que el dato ha sido memorizado, o esta disponible para su uso) y capacidades de almacenamiento (que se relaciona con la cantidad de Bytes que puede almacenar). Se habla de Jerarquía.

El siguiente listado, está ordenado en forma decreciente de velocidades y costos (por cada Byte almacenado). El mismo conjunto queda ordenado en base a capacidades crecientes. Refleja además, la cercanía a la C. P. U. .

Registros internos de la C. P. U. . Mayor velocidad y mayor costo/Byte.

Memoria Caché.

Memoria Principal.

Memorias secundarias masivas⁷. Mayor capacidad de almacenamiento.

La C.P.U. , la memoria principal y otros dispositivos, están instalados en una placa de circuito impreso, denominada placa principal o “Main Board”, también conocida como “Mother Board”. A esta placa se conectan: las unidades de disquetes, el/los disco/s rígido/s, lectograbadores de CD o DVD, etc. Todos estos dispositivos y otros (dependiendo de la configuración) están incluidos en un gabinete. Vulgarmente, a este gabinete y su contenido se le da el nombre de C.P.U. lo cual puede conducir a un error conceptual a la hora de estudiar este tema. ***Debe quedar claro que la C. P. U. está constituida por los bloques C.U. , A.L.U.***

⁷ Como discos y cintas magnéticas, discos ópticos, “pen drive”, etc. .

y algunos registros (como el Acumulador) y que actualmente suelen estar dentro de un circuito integrado (CHIP procesador). También se conectan a la placa principal del computador personal, el teclado, el monitor, la impresora, etc., a través de los puertos mediante cables y conectores apropiados.

Otras arquitecturas

Independientemente de los principios planteados por Von Neumann, existen otras configuraciones.

Otra configuración que ha significado mucho en el desarrollo de las computadoras, es la arquitectura de Harvard.

El término Arquitectura Harvard, originalmente se refería a las arquitecturas de computadoras que utilizaban dispositivos de almacenamiento físicamente separados para las instrucciones y para los datos (en oposición a la Arquitectura Von Neumann). Proviene de la computadora Harvard Mark I.

Los microcontroladores utilizados en infinidad de dispositivos portátiles, sistemas electrónicos domésticos, automotores, etc. emplean esta estructura.

PLC

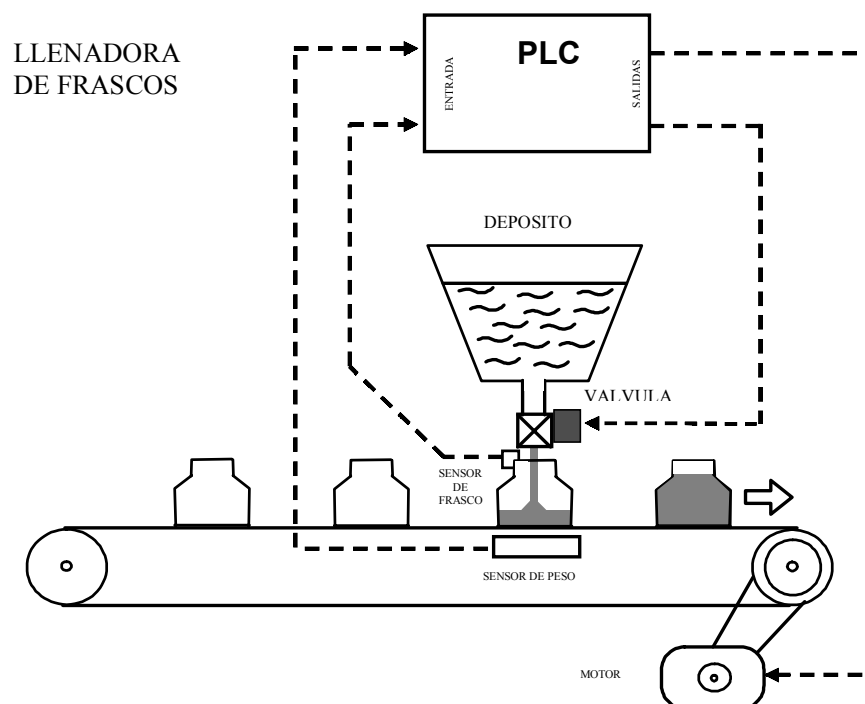
Un equipo muy utilizado en aplicaciones de automatización de procesos industriales, es el Controlador Lógico Programable o (Programmable Logic Controller) más conocido como PLC.

Estos equipos son preferidos a otros controladores porque están especialmente diseñados para operar correctamente en ambientes industriales con altas o bajas temperaturas, polvo, vibraciones, interferencias, etc. Las múltiples ventajas en cuanto a robustez, confiabilidad, facilidad de programación y mantenimiento lo hacen especialmente apto para aplicaciones de automatización industrial.

La función básica del PLC dentro de un sistema automático, es la de controlador. El PLC se encarga de activar o desactivar los distintos elementos conectados a sus salidas (actuadores como: motores, pistones, lámparas, válvulas, etc.), de acuerdo con la información recibida de los sensores (de temperatura, presión, posición, etc.) conectados a sus entradas.

La toma de decisiones para actuar sobre las salidas según la información recibida desde las entradas se realiza mediante un programa almacenado en su memoria no volátil. Asimismo, el PLC está dotado de gran variedad de temporizadores, contadores, registros, operadores lógicos, conversores Analógicos Digitales y Digitales analógicos, etc.

Los programas de control desarrollados para una determinada aplicación se construyen a partir de ciertas funciones básicas que se combinan para lograr el comportamiento deseado.



Hardware y Software

Para diferenciar los componentes físicos de los programas, datos e información, se emplean los términos Hardware y Software, respectivamente.

La operación de un computador, requiere un conjunto de conocimientos que puede ser mayor o menor, dependiendo del grado de complejidad del sistema y de los programas de asistencia al usuario presentes al momento de realizar una tarea. Por este motivo, los usuarios pueden ser expertos en Hardware y Software aprovechando al máximo los sistemas, o inexpertos hasta el nivel de la operación de comandos elementales como en el caso de usuarios de un cajero automático o un juego de video ya instalado.

Tanto en un caso como en otro existen procesos que se realizan muy frecuentemente, como parte de otros más complejos. Los expertos organizan el conjunto de procesos frecuentes, de manera de disponer de ellos en forma sistemática y rápida.

En particular el ingreso de datos mediante el teclado o la salida de información al monitor (pantalla), son procesos de entrada salida tan frecuentes que se encuentran permanentemente disponibles en la mayoría de los computadores actuales, sin necesidad de preparativos ni intervención del usuario (procesos transparentes al usuario). Existen otros procesos de entrada salida muy frecuentes como el empleo de discos magnéticos, donde los usuarios pueden grabar o leer (datos por ejemplo) empleando comandos simples que desencadenan complejos procesos disponibles en el computador.

Otra de las tareas encomendadas al Software es la compatibilización de los distintos medios físicos (Hardware). Esto es, que dos máquinas intrínsecamente diferentes puedan procesar del mismo modo la información a partir de los mismos datos. Por ejemplo, el presente texto, escrito en el computador del autor, se corrige en un computador del ámbito universitario, donde intervienen varios profesionales que lo analizan. Ambos computadores son diferentes y quienes intervienen en la tarea, se desprecupan de las diferencias, gracias al empleo de sistemas y formatos compatibles (editores de texto y dibujos, formatos de almacenamiento en discos etc.) de las máquinas.

Los términos Software y Hardware no son los únicos que se emplean en el ámbito de Informática y Computación. Otros, empleados con menor frecuencia, tienen relación con lo expuesto a continuación.

Firmware, se refiere a una técnica mediante la cual se puede alterar el comportamiento de la C. P. U. (por ejemplo) al ejecutar una instrucción. Normalmente se realiza alterando los circuitos electrónicos, variando su programación interna. Vemos que intervienen conceptos de Hardware y Software, simultáneamente.

Software de dominio público (Freeware), indica programas o conjuntos de programas que pueden distribuirse y emplearse libremente (gratuitos).

Shareware, se aplica a programas que pueden probarse gratuitamente y se abona un importe en caso de decidir conservarlos.

Interconexiones en el procesador (Bus)

Conductores y señales:

En la representación de compuertas y circuitos lógicos, una línea puede representar un conductor que lleva energía desde una fuente hacia algún dispositivo de destino (señal eléctrica):

Conductor único

Cierto nivel de energía puede representar un determinado estado lógico (“0” ó “1”).

Un conjunto de conductores podrá llevar al mismo tiempo (en paralelo), una cantidad de variables lógicas desde un punto a otro de un computador.

A un conjunto como el nombrado, se lo conoce como “colectivo” o “BUS”. Suele representarse por medio de una banda de ancho apropiado, como por ejemplo:

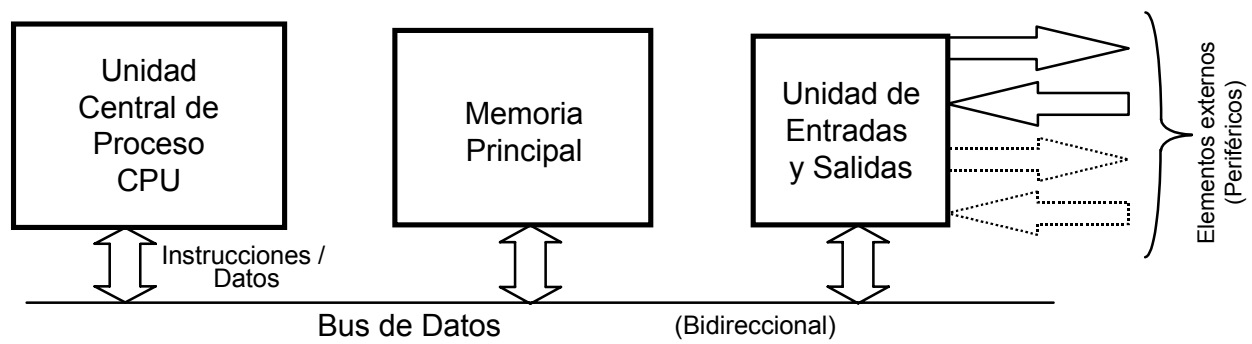
Bus de Datos

El Bus de Datos, es un vínculo físico que permite la transferencia de datos entre distintos dispositivos de un sistema. Actualmente, permite transferir simultáneamente 8 bit, 16 bit, 32 bit o más, dependiendo del computador.

Por contar con un número fijo de conductores, los datos deben ser codificados con una cantidad fija de bit. Esto impondrá algunas características en la representación interna de datos, que en general, empleará un número entero de bytes. Por ejemplo, un número en punto flotante bajo la norma IEEE 754 emplea 32 ó 64 bit. Para aprovechar mejor el Bus de Datos, conviene hacer coincidir el número de conductores con una de ellas o un múltiplo de esas cantidades.

El Bus de Datos permite la transferencia en ambos sentidos (de la C.P.U. a la memoria o viceversa, por ejemplo) y por ello se dice que es “bidireccional”.

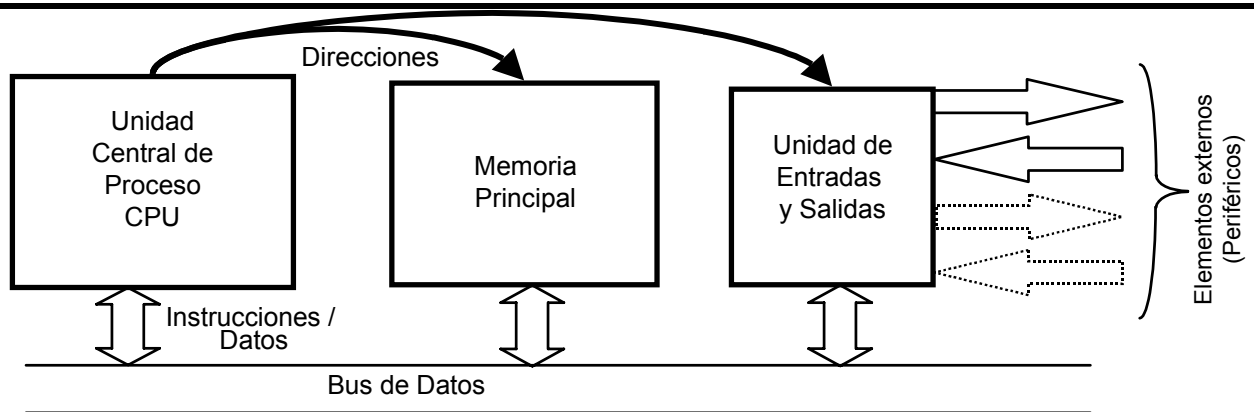
En un modelo simplificado de computador, podrá describirse dicho vínculo como se muestra a continuación:



De igual modo, las posiciones de la memoria principal, se direccionan por medio de un código binario que se transfiere a través del “Bus de Direcciones”.

Como la unidad de Entradas y Salidas dispone de varios elementos de comunicación, a cada uno de ellos se los referencia también mediante un código binario de identificación denominado: “Dirección de Entrada - Salida”.

En estos casos, la dirección la impone la C.P.U., que se comporta como fuente de energía (*Master* - maestro -) y lo reciben la Memoria Principal y la Unidad de Entradas y Salidas (*Slave* - esclavo). El Bus de Direcciones es “unidireccional” ya que la energía fluye siempre con el mismo sentido (hacia la Memoria Principal o hacia la Unidad de Entradas y Salidas).



El computador podría tener un Bus de Direcciones para la Memoria Principal y otro para la Unidad de entradas y Salidas (**dos Buses físicos de direcciones**), lo cual incrementaría los problemas técnicos de realización y obviamente los costos. Por otra parte, en la mayoría de los casos de las computadoras personales (PC) no se justificarían los beneficios de realizar alguna maniobra que implique a la C.P.U. trabajando al mismo tiempo con la memoria principal y algún dispositivo periférico conectado.

Es frecuente encontrarse con procesadores de un sólo Bus de Direcciones que es compartido físicamente por la Memoria Principal y la Unidad de Entradas y Salidas.

En ese caso, deberá existir un subconjunto de direcciones que corresponderán a la memoria y otro subconjunto relacionado con las entradas y salidas (sistema **Mapeado**).

Contenido de Memoria o dispositivo entrada / salida	Direcciones	
Dato a	0000 H	} Zona de direcciones destinada a memoria (datos e instrucciones)
Instruc. X	0001 H	
-----	0002 H	

Salida J	00FF H	} Zona de direcciones destinadas a entradas y salidas
Entrada 1	0100 H	
-----	0101 H	

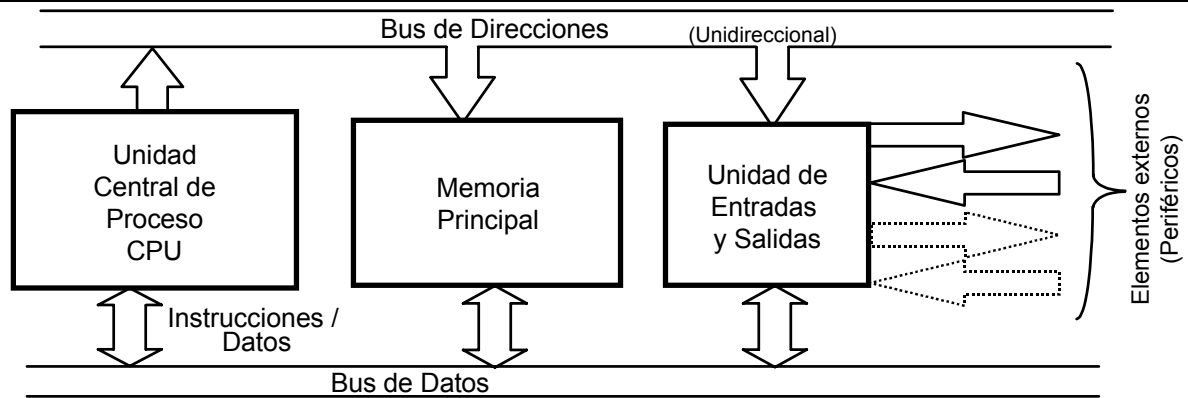
Dato f	0200 H	} Zona de direcciones destinada a memoria (datos e instrucciones)
Dato g	0201 H	
Instruc. z	-----	
-----	FFFF H	

Otra forma de solucionar el problema de la supuesta “incomodidad” del sistema Mapeado, es emplear alguna señal especial que indique a las unidades “a quién” le corresponde la dirección dispuesta en el Bus de direcciones. Llamaremos a esta señal IO/M (Input - Output / Not Memory). Es importante observar que si bien hay un sólo Bus físico de Direcciones, el comportamiento es el de dos, por este motivo se dice que posee **“dos Buses Lógicos”**. El mecanismo que emplea dos buses de direcciones (ya sea físico o lógico), son conocidos como **“Aislado o Independiente”**.

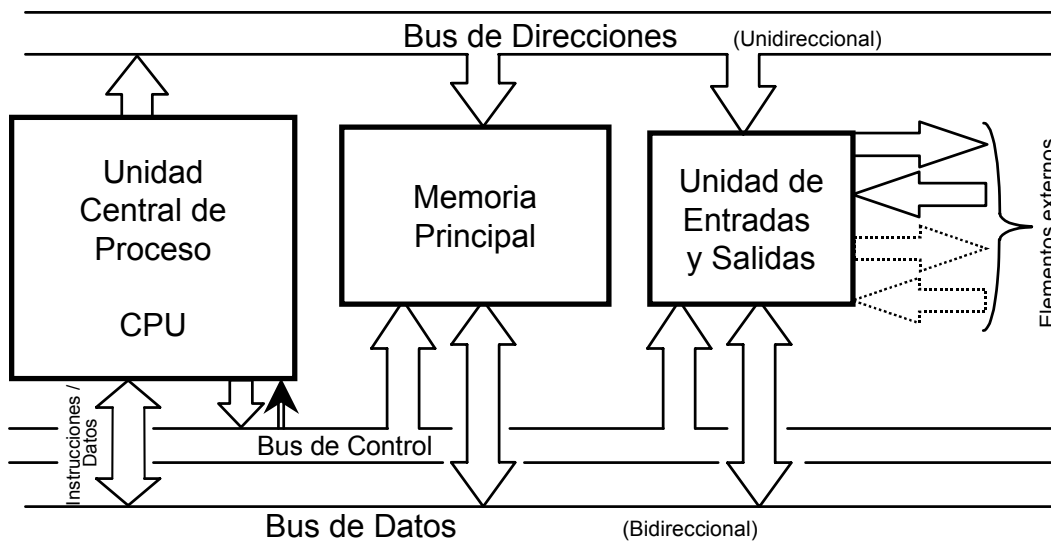
El comportamiento “Independiente” permite visualizar las direcciones de Memoria Principal y Unidades de Entradas y Salidas, como dos mapas:

Contenido de Memoria	Direcciones de Memoria	dispositivo entrada / salida	Direcciones de Entrada/ salida
Dato a	0000 H	Entrada 1	00 H
Instruc. X	0001 H		01 H
-----	0002 H		02 H
-----		-----	-----
Dato d	00FF H	Salida X	
Dato e	0100 H	-----	
-----	0101 H	-----	
-----		-----	
Dato f	0200 H	Entrada n	FD H
Dato g	0201 H	Salida z	FE H
Instruc. z	-----	-----	FF H
-----	FFFF H		

En la siguiente figura se presenta el caso de un único Bus físico de Direcciones:



Existe asimismo, un conjunto de conductores que llevan a los distintos dispositivos las señales de control, por ejemplo: la señal que indica para quién es la dirección del Bus de Direcciones (IO/M mencionada en párrafos anteriores), las señales que ordenan “Lectura” o “Escritura” para la memoria, las señales que dan la orden de ingreso o egreso de datos a través de la unidad de Entradas y Salidas, etc. . Este conjunto de conductores conforma el “Bus de Control” y entonces, el esquema se completa como se indica:



Se puede observar que algunas líneas del Bus de control van hacia (tienen como destino) la C.P.U.

Esto es necesario para que los periféricos puedan enviar señales a la unidad de control como, por ejemplo, la solicitud de la interrupción de programa (IRQ – *interrupt request*). Esto es, como el computador está en uno de dos estados, Fetch o Execute, los procesos se desarrollan siguiendo una secuencia de pasos previstos en el programa, independientemente de lo que suceda en el mundo exterior.

Si surge la necesidad de una respuesta (en tiempo real) a un evento externo, la C.P.U. está en condiciones de recibir una solicitud de interrupción por medio de este tipo de conexiones.

Cuando el sistema accede a la solicitud, suspende temporalmente el programa en ejecución y desencadena la rutina de atención (subrutina) de servicio de interrupción y, cuando termina, vuelve al programa principal que estaba en ejecución originalmente.

Un ejemplo aclarará el concepto. Imagine estar desayunando cuando suena el teléfono. Si decide atenderlo, suspenderá temporalmente la tarea relacionada con el desayuno (dejará la taza en el plato, la tostada, etc.) y luego atenderá el llamado. Cuando concluya la comunicación, reemprenderá la tarea del desayuno, desde donde la había suspendido.

Existen interrupciones por software (mediante instrucciones específicas) y por hardware, como las desencadenadas por las señales expuestas en estos párrafos.

Otras solicitudes pueden ser de “Acceso Directo a Memoria (DMA)”. En este caso, un dispositivo externo de alta velocidad requiere operar con la memoria principal, sin intervención de la C. P. U. . En “Fundamentos de la Unidad de Entradas y Salidas” se verá algo más de DMA.

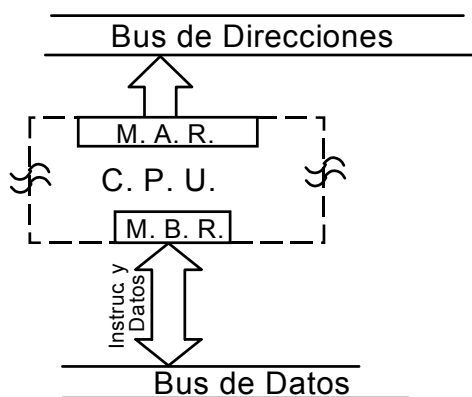
Unidad Central de Proceso

La C.P.U., como hemos visto, está conformada por la Unidad Aritmético Lógica, la Unidad de Control, registros y por supuesto sus interconexiones y Buses internos.

En los párrafos siguientes, analizaremos brevemente estos dispositivos.

Un registro físico es, para este estudio, un circuito electrónico capaz de almacenar rápidamente una pequeña cantidad de binarios (registro físico de 1 byte, o unos pocos bytes), que podrían estar constituidos por varios Flip Flop, cada uno de los cuales almacenando a cada bit de la palabra (word) guardada.

Con el objetivo de mantener estables los datos y direcciones en los Buses correspondientes, el vínculo entre la C.P.U. y los Buses se realiza mediante el empleo de registros temporales: M. B. R. (*Memory buffer register*, para el intercambio con el bus de datos) y el M. A. R. (*Memory address register*, para el intercambio con el bus de direcciones) y permite una mayor eficiencia en procesos dentro de la C.P.U., independizándola del resto de los sistemas.



De esta forma la C.P.U. podrá ejecutar procesos, durante los tiempos requeridos para el acceso a la memoria principal o la unidad de entradas y salidas.

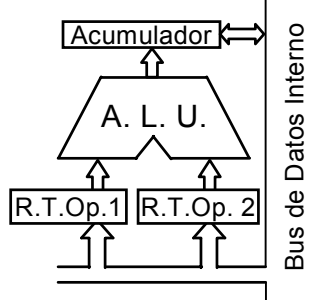
El M. A. R. es un registro sencillo (podría estar formado por Flip Flops) que almacena la dirección y la mantiene estable mientras viaja por el bus de direcciones y es empleada por la Memoria Principal o la Unidad de Entradas y Salidas.

El M.B.R. en cambio es bidireccional. Se trata de un sistema que mantiene estable el dato (o instrucción) entrante para ser utilizado en un proceso interno ó, en otra instancia, un dato que sale de la C.P.U. y lo mantiene estable para el Bus de datos. Procesos que son controlados por la Unidad de Control (como es lógico).

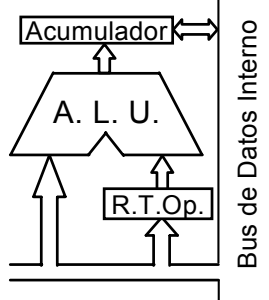
Dentro de la C. P. U., los datos, códigos de operación y direcciones, se desplazan por un sistema de buses interno, ligando la A.L.U. con los registros y controlados desde la Unidad de Control por líneas especiales (estas normalmente no se dibujan, están sobreentendidas).

La A.L.U., está conectada al resto de los componentes por medio del Bus interno y a los registros asociados con operandos de entrada y resultados. Existen, en este sentido, tres formas de conexión:

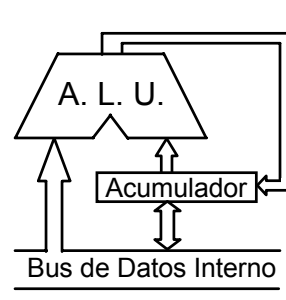
A.L.U. de tres registros



A.L.U. de dos registros



A.L.U. de un registro



En la A. L. U. de tres registros, cada Registro Temporal de Operando (R. T. Op. 1 y 2) almacena uno de los dos operandos de entrada y el resultado queda en el Registro Acumulador.

Cuando es de dos registros, el Registro Temporal de Operando (R. T. Op.) almacena uno de los operandos de entrada, el otro se toma directamente del Bus de datos interno y el resultado se guarda en el Registro Acumulador.

En una A. L. U. de un registro, el Acumulador almacena uno de los operandos de entrada, el otro se toma directamente del Bus de datos interno y el resultado va al Acumulador.

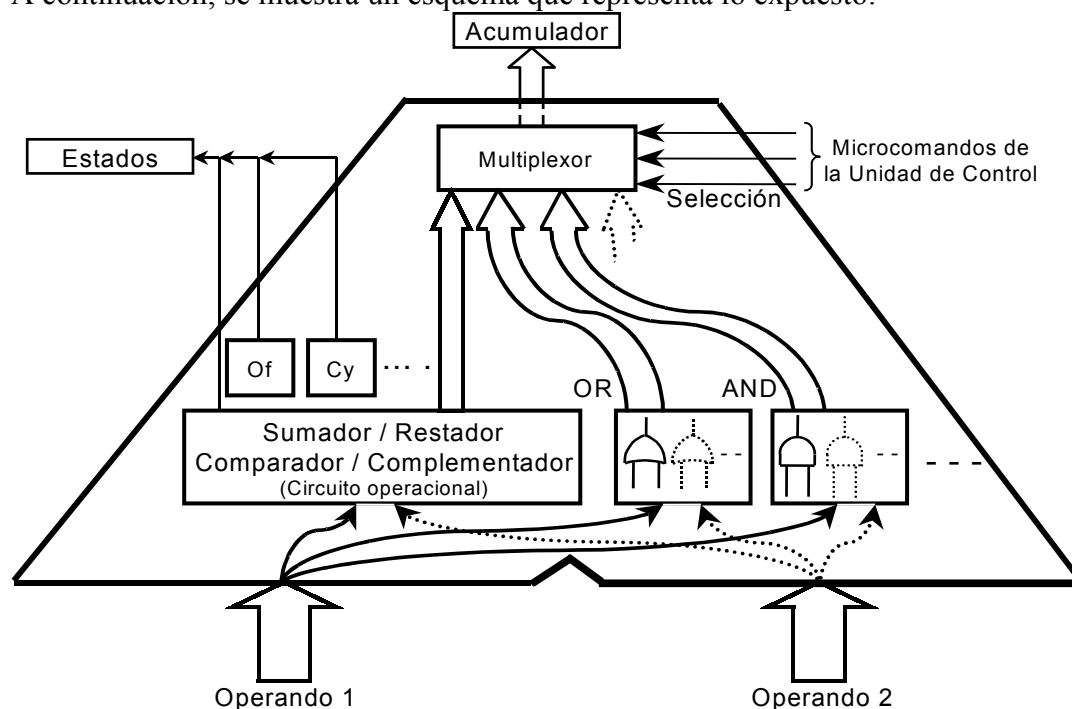
La A. L. U. internamente, realiza todas las operaciones al mismo tiempo. Suele estar compuesta por un conjunto de circuitos que realizan operaciones⁸ de suma y resta aritmética binaria de un número fijo de bytes, complementos, Or, And, etc.

Los operandos (1 y 2) llegan a todos los bloques internos para realizar las operaciones.

La Unidad de Control, envía microcomandos (microórdenes) a las entradas de selección de un multiplexor, para poner en la salida el resultado solicitado por la instrucción en ejecución, almacenándolo en el Registro Acumulador.

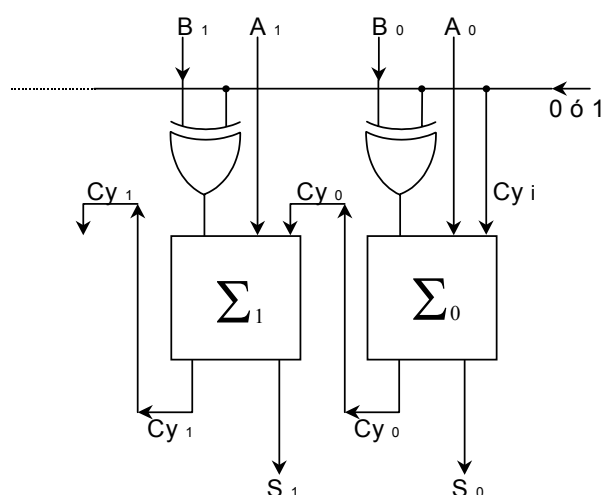
Así mismo, se determinan las señales de estado del resultado (Desborde - Over Flow -, Arrastre - Carry -, Cero - Zero -, Paridad, etc.) y son almacenadas en el Registro de Estados para que la C. U. los emplee en instrucciones de salto condicional.

A continuación, se muestra un esquema que representa lo expuesto:



Las operaciones aritméticas (suma y resta), se pueden realizar con un sumador con arrastre en serie, como el que se presenta a continuación. Actualmente se emplean circuitos combinatoriales de mayor velocidad (arrastre en paralelo).

Un conjunto de compuertas OR - exclusivas complementan a uno el dato de entrada "B", cuando la operación es "A - B", una resta (por medio de un 1 en la entrada de control "0 ó 1") y a su vez hace que se sume 1 en el bit menos significativo (LSB) que está conectado a la entrada "Cy_i" (arrastre de entrada). De esta forma se obtiene el complemento a 2, con lo cual, los sumadores "restan por medio de la suma del complemento". Obviamente, en este caso, deberá despreciarse el arrastre de salida (Cy_o), que no está indicado por ser el bit más significativo (MSB), mucho más a la izquierda de este breve esquema.



⁸ Algunos textos, lo presentan como: "Circuito Operacional". Por ejemplo en "Fundamentos de Informática", Ureña, o en "Introducción a la Informática", Albarracín. No debe confundirse con "Amplificador Operacional".

Las señales de “Estado” se obtienen de los propios circuitos aritméticos o lógicos empleados o de circuitos implementados especialmente.

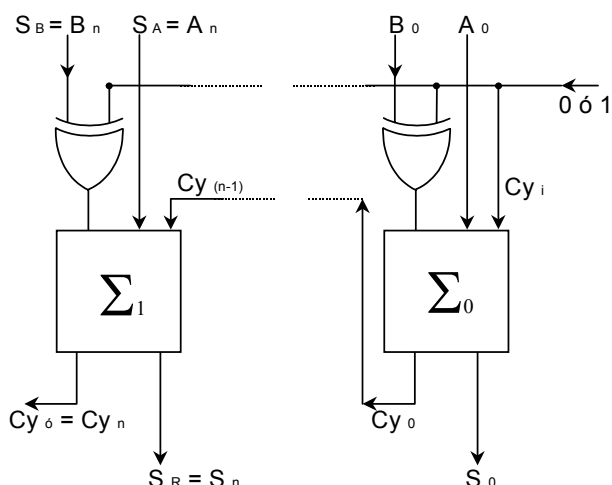
Veamos algunos ejemplos.

El arrastre de salida (Cy_o), se obtiene del último sumador del circuito sumador/restador/comparador/complementador, es decir coincide con el “Cyn”.

El signo del resultado, tomado del último bit (MSB) del resultado.

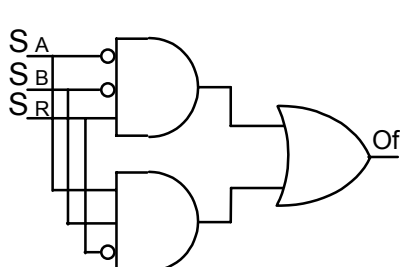
El desborde (Over flow - Of), que se observa cuando al sumar dos números de igual signo, el resultado tiene signo opuesto.

Resultado cero (en inglés Zero), cuando cada uno y todos los bit del resultado son cero.

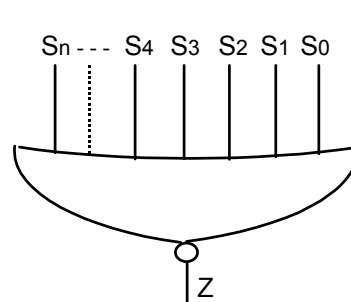


Una forma sencilla de resolver el Over flow podría ser:

S _A	S _B	S _R	Of
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

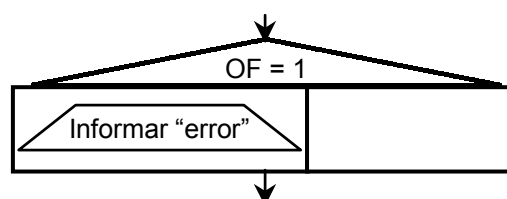


, y el flag (bandera) Zero:



El objetivo fundamental de las señales de estado es brindar una verdadera “información” (veraz, oportuna y relevante) acerca del resultado para permitir tomar decisiones adecuadas dentro de un proceso.

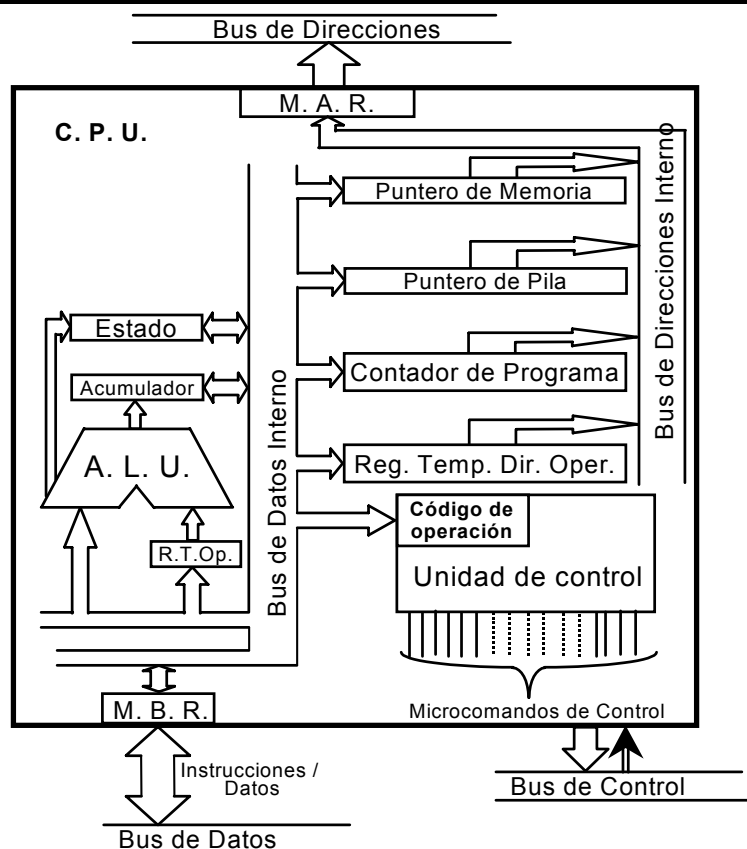
Por ejemplo, en el caso de realizar una operación con números enteros, es posible que se produzca un desborde al superarse el rango de representación cuando se suman números de igual signo. El programador podrá prever que, en el caso de producirse un “Of = 1”, se realice una secuencia de pasos para informar al usuario esa situación (un aviso de “error”).



Más precisamente, la A. L. U. produce las señales de estado del último resultado para que la unidad de control las reciba, con el objeto de seguir una de las secuencias de pasos que requiera el proceso, de acuerdo a las condiciones previstas por el programador.

En párrafos posteriores se abordará este tema con más ejemplos y puntualizando los mecanismos empleados por la “Unidad de Control”.

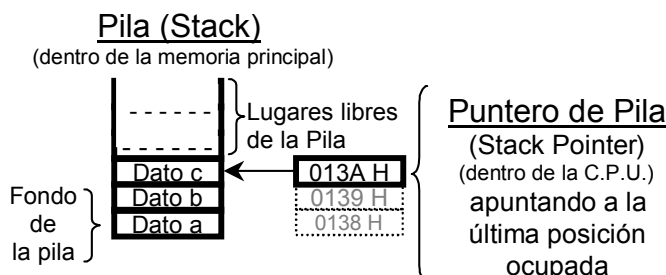
Seguidamente, se muestra una representación de la arquitectura interna de una C. P. U. :



Aparte de los registros mencionados (M.A.R., M.B.R., acumulador y de estados), existen otros registros que resultan necesarios (entre varios que pueden existir):

- Registro temporal de operando (R. T. Op.), que almacena uno de los operandos de las operaciones que emplean dos operandos (por ejemplo la suma: $A+B$).
- Registro de instrucción, que almacena el código de operación (dentro de la unidad de control), durante la ejecución de la instrucción.
- Registro temporal de dirección de operando (Reg. Temp. Dir. de Op.) que almacena la dirección del operando indicada en la instrucción de un microprocesador (procesador de una dirección).
- Contador de programa (PC), que contiene la dirección de la próxima instrucción. El PC, se incrementa automáticamente al terminar de buscar una instrucción - *Fetch* -. El incremento (+1, +2, etc.) depende de la cantidad de posiciones que ocupa la instrucción que se acaba de buscar. El PC apunta ahora a la siguiente instrucción.
- Registro puntero de memoria, que permite localizar datos almacenados en la memoria en un orden determinado por el programador.
- Registro puntero de pila (*Stack Pointer* - S P), que contiene la dirección de la cima de la pila. Tiene automatizados los procesos de incremento y decremento. Por ejemplo, al usar como dirección de memoria el contenido del puntero de pila, su valor es incrementado en la operación de escritura de un dato en memoria y decrementado en la lectura.

Aquí, un conjunto de posiciones de la memoria principal, son considerados como pertenecientes a una pila de datos y el puntero de pila informa la dirección del tope (o cima) de esa pila, puede apuntar al último lugar ocupado (o al primero disponible):

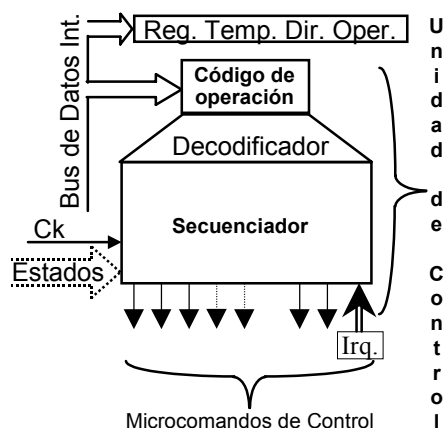
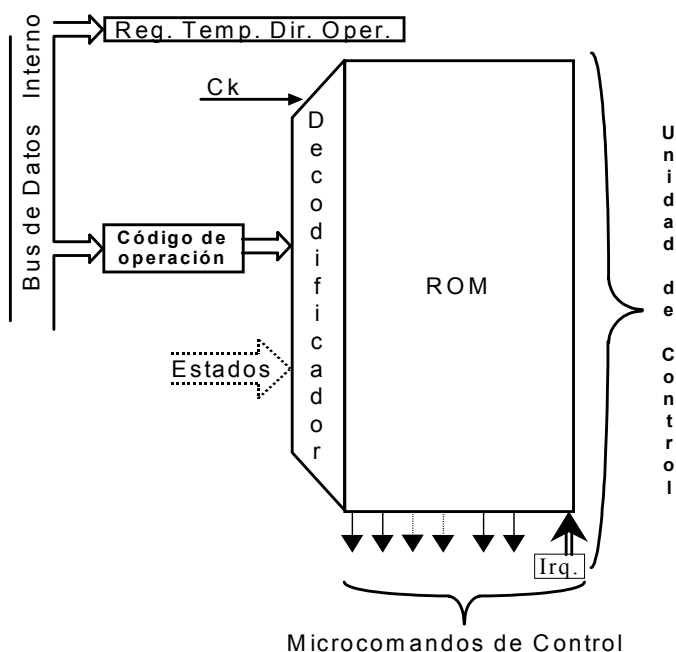


La Unidad de Control puede estar construida de varias formas, pero dentro de las más tradicionales se encuentran la microprogramada y la cableada.

Ambas cuentan con un registro donde se almacena el “Código de operación” (conocido como “Registro de Instrucción”).

El código de operación, deberá ser decodificado (mediante un decodificador), para ejecutar la instrucción.

En las microprogramadas, el código de operación desencadena una secuencia de pasos de lectura de microinstrucciones que se encuentran almacenadas en orden, en una pequeña memoria R. O. M.. Incluso podría tratarse de una memoria programable (P. R.O.M.), en cuyo caso, al programarla determinamos el comportamiento de la C.P.U. para cada código de operación. Aplicamos aquí el concepto *Firmware*.



Las cableadas emplean circuitos secuenciales diseñados con técnicas de optimización y que permiten obtener alta velocidad y eficiencia. Luego son construidos internamente en el circuito integrado, basándose en el esquema adjunto.

Al la Unidad de Control, llegan además:

- La señal del reloj de sincronismo “Ck” (*clock*). Necesario para la evolución de las secuencias.
- Las señales de estado (provenientes del registro de Estado). Necesarias para la ejecución de las instrucciones condicionales, como por ejemplo: si hubo arrastre⁹, continuar la ejecución desde la posición 003F_H, de lo contrario proseguir normalmente.
- Señales de solicitud interrupción (provenientes de los periféricos).
- El “reset” del procesador, etc. .

Las secuencias de búsqueda y ejecución se realizan en base a la estructura de interconexiones del secuenciador o el microprograma almacenado en la ROM de las Unidades de Control microprogramadas, enviando señales (Microcomandos de control) a los registros, a la A.L.U. y a otros dispositivos del sistema.

Algunos de los microcomandos suministran las señales que se envían por el Bus de Control, para controlar la Memoria Principal y la Unidad de Entradas y Salidas (entre otras).

⁹ Nos referimos al acarreo en estado lógico 1, “Cy = 1”.

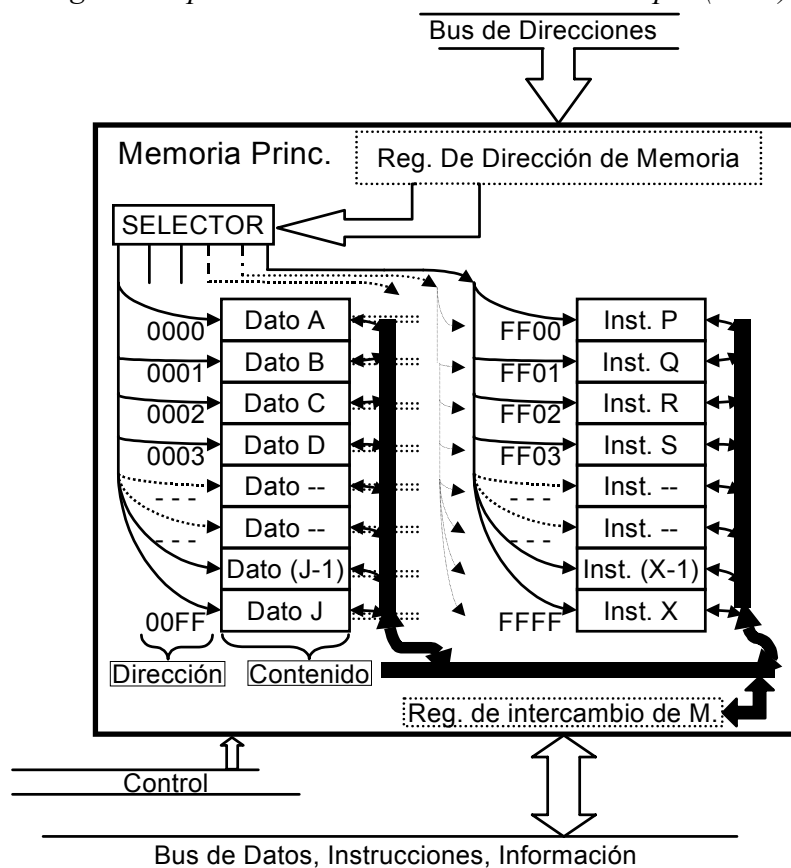
Memoria Principal

La estructura de la memoria principal del computador consta de celdas de “n” bit cada una (ó “n + p” bit, en el caso de contar con “p” bit de paridad). El acceso independiente a ellas se realiza mediante el código de la dirección (o simplemente “dirección”), proveniente de la CPU (más precisamente del M. A. R.), a través del Bus de Direcciones.

Un registro almacena la dirección y la entrega a un “SELECTOR” (normalmente un Decodificador) el cual, permitirá fijar la posición de memoria que quedará conectada efectivamente al Bus de Datos (puede tratarse de Datos, Instrucciones, resultados parciales, etc.).

Por otra parte, el Bus de Control le transfiere las señales necesarias para la lectura o escritura, con las temporizaciones necesarias para realizar con éxito el proceso.

Diagrama representativo de una Memoria Principal (RAM)



Las direcciones suelen nombrarse mediante un número expresado en Hexadecimal y por ejemplo la dirección 0012_H, corresponde al 18 decimal y coincide con la 19ª celda de la memoria ya que normalmente la primera posición es la 0000_H.

Para el ejemplo de la figura, hemos supuesto un Bus de Direcciones de “n = 16 bit”. Las direcciones posibles van desde: 0000 0000 0000 0000₂, hasta la 1111 1111 1111 1111₂ (en hexadecimal: 0000₁₆ hasta FFFF₁₆), correspondientes a 2ⁿ combinaciones posibles (en este ejemplo: 2¹⁶ = 65536 posiciones).

Las líneas de Direcciones pueden nombrarse: A₁₅, A₁₄, A₁₃, ..., A₂, A₁, A₀.

El registro de intercambio de memoria establece el vínculo entre el Bus de datos y el contenido de la celda seleccionada en la memoria principal.

Además del tiempo de acceso y la capacidad, ya definidos, nombraremos: Tiempo de ciclo de memoria: es el tiempo de acceso más algún tiempo adicional¹⁰ que se requiere antes de que pueda iniciarse un segundo acceso a memoria, y el Ancho de banda: entendido como el número de palabras transferidas entre memoria y CPU, en la unidad de tiempo.

¹⁰ Puede ser necesario para que se establezcan las señales de control.

Instrucciones

Definiciones

Una instrucción ejecutable directamente por la C.P.U. puede analizarse subdividiéndola en dos partes llamadas campos: el campo de “Código de Operación” y el “campo de Direcciones”.



El código de operación, indica **qué** debe hacer el procesador.

El campo de direcciones muestra como localizar el operando (**con qué** realizar la operación), donde depositar el resultado o la posición de la próxima instrucción.

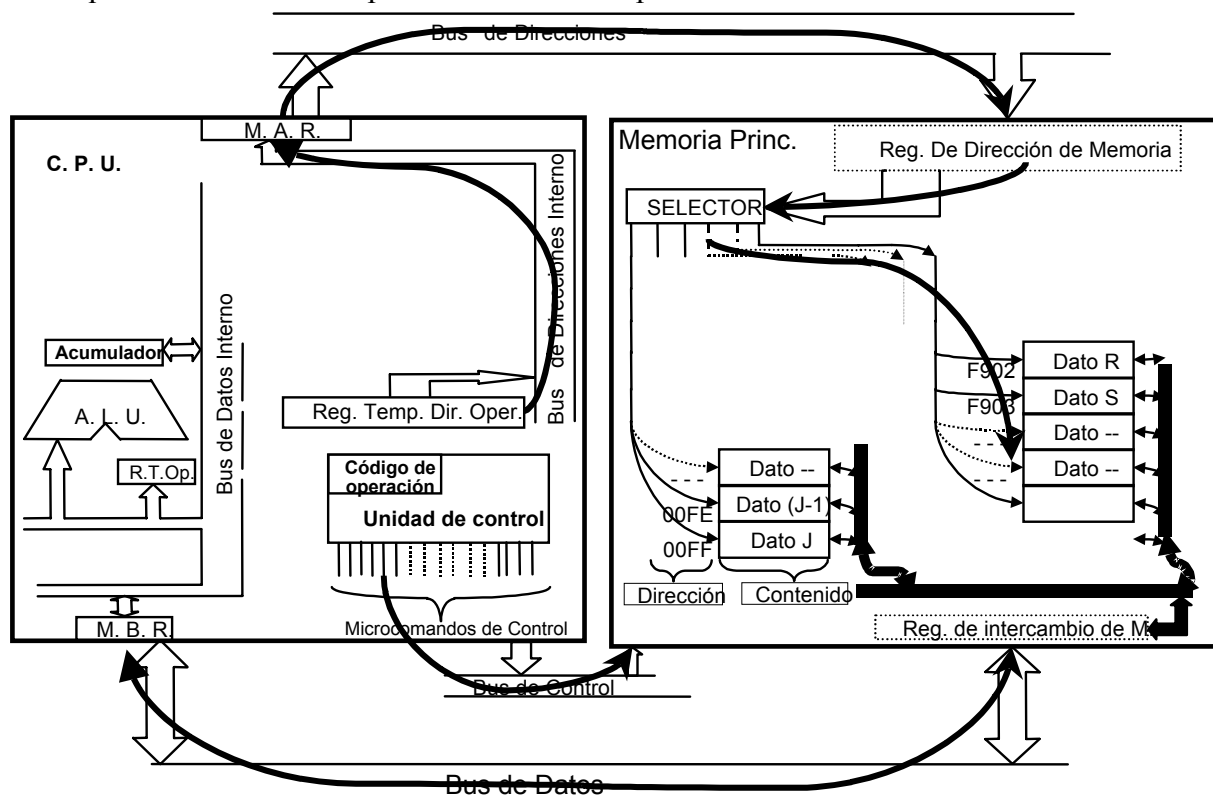
Agrupando los distintos códigos de operación, pueden clasificarse las instrucciones en base a las diferentes funciones que puede realizar un procesador determinado.

Podrán ser del tipo: aritméticas, lógicas, de salto (o ruptura de secuencia), de transferencia o movimiento de datos, de control del proceso, etc.

Los operandos residen frecuentemente en la memoria principal. Para emplearlos, se requiere su emplazamiento, es decir su dirección. Recordemos que la dirección está sustentada en el *Address Bus* por el registro de direcciones de memoria – M. A. R. . Además, se necesitan las señales de habilitación, lectura, escritura, etc., generadas por la Unidad de Control.

En la figura siguiente, se señalan estas características, ejemplificadas para el caso de una posición de memoria principal, tomada del Registro Temporal de Dirección de Operando.

El esquema es válido tanto para la lectura como para la escritura de un dato.



Clasificación de computadores de acuerdo al número de direcciones

Las operaciones pueden utilizar un operando (por ejemplo en la detección de paridad) o dos¹¹ (por ejemplo para la suma aritmética). En este último caso, para ejecutar la instrucción, el sistema deberá prever:

- a) La dirección de los dos operandos.
- b) La dirección del resultado.
- c) La dirección de la próxima instrucción.

Una tecnología posible (y muy directa) para encarar el sistema, sería un procesador que posea instrucciones con Código de Operación y las cuatro direcciones:

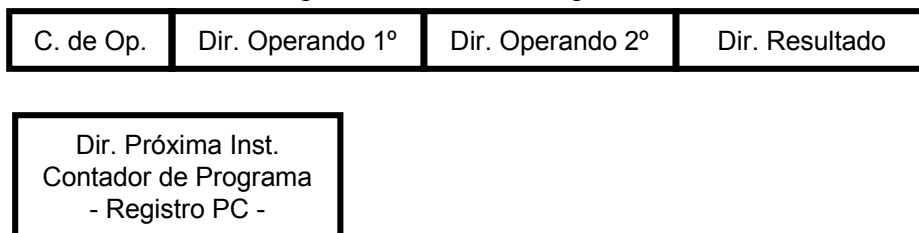
C. de Op.	Dir. Operando 1º	Dir. Operando 2º	Dir. Resultado	Dir. Próxima Inst.
-----------	------------------	------------------	----------------	--------------------

Este tipo de instrucciones permitirá resolver fácilmente las operaciones de dos operandos, guardar el resultado y disponer lo necesario para la siguiente instrucción.

Un computador de este tipo, tendría instrucciones muy completas, pero, extremadamente extensas¹² y ocuparían mucho espacio de memoria. Lo más grave, sería el tiempo requerido para el Ciclo de Instrucción, ya que la fase de búsqueda necesitaría aproximadamente cinco accesos a memoria¹³.

Considerando que “un programa es una **secuencia ordenada** de instrucciones ...”, es lógico proponer almacenar las instrucciones en posiciones consecutivas. Por ello, la dirección de la siguiente instrucción podrá hacerse corresponder con la siguiente posición de memoria.

Entonces no es necesario el espacio en el campo de direcciones para la dirección de la próxima instrucción. Bastará con emplear un contador (Contador de Programa - P. C.) que será incrementado automáticamente al final de cada etapa de la Fase de Búsqueda¹⁴.



En función de la cantidad de posiciones que ocupa la instrucción que se acaba de buscar, ese incremento puede ser de 1, 2 o más posiciones. Por ejemplo, si la instrucción ocupa 2 posiciones, el PC valdrá PC+2, inmediatamente después de la búsqueda, para apuntar a la siguiente instrucción.

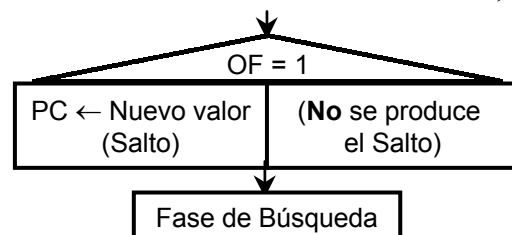
Algo que puede parecer un inconveniente, es que obliga al programador a ordenar las instrucciones en posiciones consecutivas.

Para poder cambiar el orden en el que se ejecutan las instrucciones, se agregan al conjunto de instrucciones del procesador, instrucciones de ruptura de secuencia, o “Salto”.

Una instrucción de Salto, ordena cargar en el PC la dirección donde se desea que se dirija a buscar la próxima instrucción.

Las instrucciones de Salto, no sólo permiten cambiar el orden de ejecución de las instrucciones dentro de la memoria. Además, incorporan la posibilidad de hacer ese cambio condicionalmente. En castellano: “si se cumple . . . , entonces . . .”, en inglés los condicionales se relacionan con: “If..., else ...”.

Esto es: si una condición se cumple, realizará el salto (por ejemplo si se produjo desborde - OF - en una operación aritmética anterior), de lo contrario seguirá en la secuencia que venía (no se cambiará el contenido del PC). Las instrucciones condicionales son consideradas “**tomas de decisión**”, dentro de un programa.



¹¹ Existen además, instrucciones sin operando.

¹² En un computador con código de operación de 16 bit y direcciones de 32 bit, sería un total de 144 bit (18 Byte).

¹³ Suponiendo que pueden leerse y transportarse 32 bit simultáneos (una memoria capaz de entregar 32 bit en una operación de lectura y un Bus de datos de 32 bit), requeriría 1 lectura para el código de operación y 4 para las direcciones.

¹⁴ Para que apunte a la dirección siguiente, donde se encuentra la siguiente instrucción o parte de ella. Por este motivo, algunos autores lo llaman “Puntero de Instrucción”.

Se puede reducir la extensión de las instrucciones, considerando guardar el resultado en la misma posición que uno de los operandos. Esto conduce a computadores de dos direcciones.

C. de Op.	Dir. Operando 1º	Dir. Operando 2º / Resultado
-----------	------------------	------------------------------

Dir. Próxima Inst. - Registro PC -

El inconveniente de esta metodología, es que pierde el operando, donde ahora, se está guardando el resultado.

La solución es crear instrucciones de transferencia (o movimiento) de datos, que permitan copiar un dato que está en un lugar, en otro sitio para resguardarlo.

Se puede reducir aún más el tamaño de las instrucciones, empleando procesadores de una sola dirección "Microprocesador".

C. de Op.	Dir. Operando 1º
-----------	------------------

Dir. Próxima Inst. - Registro PC -

2º Operando / Resultado - Registro Acumulador -
--

Este tipo de procesadores emplea todos los tipos de instrucciones estudiadas.

Para realizar operaciones de dos operandos, deben intervenir dos instrucciones. Una primera, trae uno de los operandos a un registro auxiliar (que puede ser el acumulador, en el caso de A. L. U. de un registro o en el registro temporal de operando en los otros tipos de A. L. U.). Una segunda instrucción, resolverá la operación deseada entre el operando contenido en la posición indicada en la instrucción y el operando que está en el registro auxiliar.

El resultado se almacena en el mismo registro.

Existen, por último, instrucciones que no necesitan dirección de operando. Por ejemplo aquellas que trabajan con un operando ubicado en un registro interno o algunas instrucciones que control (por ejemplo: NOP - no operar -).

Clasificación de Computadoras

A la luz de lo desarrollado, y basándonos en velocidades (medidas en millones de instrucciones por cada segundo - MIPS) y capacidades de almacenamiento de información (medidas en Megabytes - MB), podemos intentar ahora una breve clasificación de las Computadoras más usuales, con algún ejemplo de aplicación.

Tipo	MIPS	MB	Máquina Ejemplo	Una posible aplicación.
Supercomputadora	X000	X0000	CRAY	Predicción meteorológica.
Macrocomputadora (Mainframe)	< 1000	X000	IBM 3090/300	Transacciones bancarias.
Superminicomputadora	< 100	X000	SUN	Servidor de Red.
Minicomputadora (Workstation)	X0	512 - 1024	NEC	Control en tiempo real.
Computadora Personal	X	64 -512	IBM compatibles APPLE	Procesamiento de textos
PDA (Personal digital assistant)	< 1	16 - 128	PALM	Agenda

Referencias, X: es un entero entre 1 y 9.

CICLO DE INSTRUCCIÓN

El Ciclo de Instrucción, está formado por la Fase de Búsqueda y la Fase de Ejecución.

Al iniciar el funcionamiento del computador, la Unidad de Control inicializa el valor de los registros ("Reset" de los registros).

Por ejemplo, en algunas computadoras el valor inicial del Contador de Programa se fija en el momento de fabricar la C. P. U., en "0". En otros computadores, el diseñador de la implementación del sistema puede decidir el valor.

Con estos valores se pasa a la Fase de Búsqueda (*Fetch*) de la primera instrucción de programa.

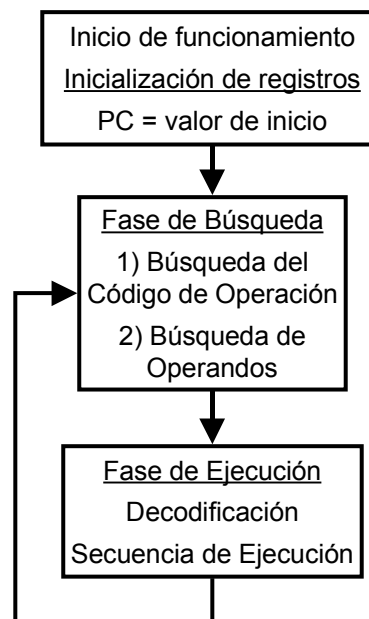
Toda fase de Búsqueda, tiene una etapa de búsqueda del código de operación e incremento del PC. Si la instrucción necesitara operandos, el sistema continuaría el proceso de búsqueda, ahora de las direcciones de los operandos (e incrementando el PC), hasta que la instrucción esté completa.

Cuando la instrucción está disponible en la C.P.U., comienza la Fase de Ejecución (*Execute*).

La ejecución comienza con la decodificación de la instrucción que ingresó y continúa con el envío de la secuencia de comandos necesarios para realizar la tarea indicada en la instrucción.

Cada vez que se termina de ejecutar una instrucción (concluye un ciclo de instrucción), se realizará automáticamente una fase de Búsqueda de la siguiente Instrucción.

A continuación, se presentan ejemplos de las Fases de Búsqueda y Ejecución.



FASE DE BÚSQUEDA

Deben tenerse en cuenta los siguientes pasos¹⁵:

- 1 - Mediante una orden, se coloca en el M.A.R. la dirección contenida en el contador de programa (P.C.), que en esta instancia se encuentra con un valor determinado previamente¹⁶ (por ejemplo "FF02₁₆").
- 2 - Esa dirección llega por el Bus de Direcciones a la Memoria.
- 3 - Dentro de la memoria, la dirección va al selector de posición.
- 4 - La posición seleccionada recibe la habilitación correspondiente.
- 5 - Se envía una señal (microcomando) de lectura desde la Unidad de Control hasta la Memoria, a través del Bus de Control.
- 6 - Entonces, el contenido de esa posición (el Código de Operación de la Instrucción, que en este ejemplo llamaremos "Inst. R"), se dispone en el Bus de Datos.
- 7 - El Código de Operación ingresa a la C. P. U. por medio del MBR.
- 8 - El Bus de Datos Interno lleva el Código de Operación (de la Instrucción) hasta el registro de Instrucción.
- 9 - La Unidad de Control, va enviando microcomandos para incrementar el contenido del Contador de Programa (P. C.), para que quede listo para la siguiente posición de memoria. Así, el siguiente ciclo de búsqueda (*Fetch*), se iniciará en la posición de la siguiente instrucción, aunque la anterior ocupe varios lugares de memoria.
- 10 - Si la instrucción está completa, termina el ciclo de Búsqueda y comienza el ciclo de Ejecución. De lo contrario, se deberán realizar otra serie de pasos similares hasta que se complete la transferencia a la C. P. U., de todas las partes de la Instrucción.

¹⁵ Cabe destacar, que varios de los pasos que se indican, pueden resolverse simultáneamente.

¹⁶ Dependiendo del procesador, puede iniciarse en un valor fijo - por ejemplo cero - o en un valor elegido por el programador de bajo nivel.

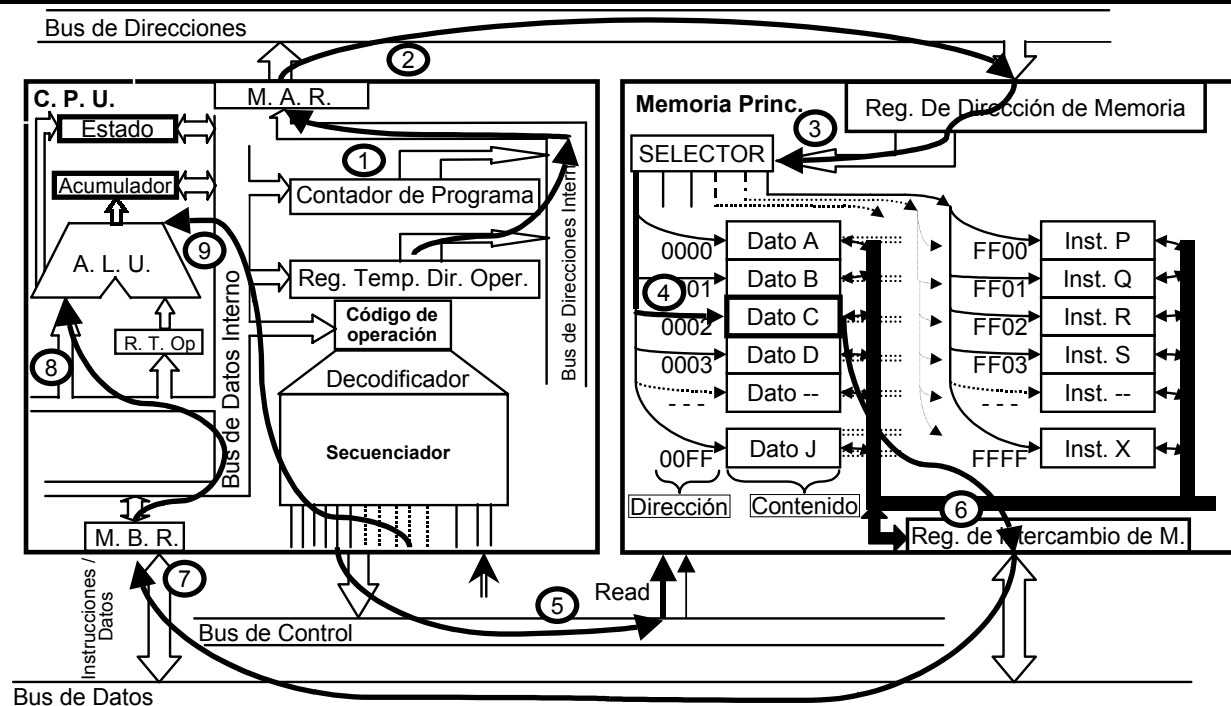


Como existen muchos tipos de instrucciones distintas, para dar un ejemplo seleccionamos una sencilla que permita hacer el seguimiento.

Un primer operando se encuentra en el Registro Temporal de Operando (R. T. Op.).

El segundo operando, está almacenado en la memoria, en una dirección dada en la instrucción que se está ejecutando. La dirección de este segundo operando, se encuentra en el Registro Temporal de Dirección de Operando (Reg. Temp. Dir. Op.).

- Ahora mostraremos una representación de aquellos pasos de esa fase de ejecución.



EJEMPLO DE EJECUCIÓN DE UN FRAGMENTO DE PROGRAMA

Consideraremos parte de un programa, donde se necesitan ingresar dos datos mediante un dispositivo de entrada, sumarlos y mostrar el resultado a través un dispositivo de salida.

Para hacerlo, primero leemos cada uno de los datos desde el dispositivo de entrada y los almacenamos en la memoria.

Una vez almacenados, se ejecutarán las instrucciones para sumarlos.

Guardamos el resultado en memoria y por último, mostramos el resultado obtenido a través de una unidad de salida.

Supondremos que el computador que va a ejecutar este programa, tiene tres Buses (físicos y lógicos), por lo cual emplea un mapeado de direcciones para identificar posiciones de memoria principal y los dispositivos de entrada y salida.

El computador internamente maneja variables binarias y esto requiere una gran cantidad de cifras. Por comodidad las direcciones, datos y otros valores suelen expresarse en hexadecimal.

Simplificamos el análisis, empleando un procesador que tiene solamente como unidad de:

- entrada un teclado (identificado con la dirección FE_H) y,
- salida un monitor (identificado con la dirección FF_H).

Un mapa posible será:

Dirección	Contenido	Descripción
00 _H	-----	Zona para datos e instrucciones (no utilizada, en este caso)
01 _H	-----	
19 _H	96FE	Zona para instrucciones
1A _H	9721	
1B _H	96FE	
21 _H	0005	Zona para datos de programa
22 _H	0002	
FE _H	Teclado	Zona para entradas y salidas
FF _H	Monitor	

La longitud de palabra que emplea este computador es 16 bits.

A su vez, cada instrucción está formada por 16 bits. De ellos, los 8 bits más significativos contienen el código de operación (existen $2^8 = 256$ combinaciones distintas, algunas de ellas son destinadas a códigos válidos de instrucciones). Describimos a continuación algunos códigos de operación (C. O.):

- 96_H** Cargar (load) al acumulador con el contenido de la posición “m”.
Abreviadamente, lo denotaremos con **LDA m.** ($A \leftarrow m$)
- 97_H** Almacenar en la posición de “m” el contenido del registro acumulador de la ALU.
Abreviadamente, lo denotaremos con **STA m.** ($m \leftarrow A$)
- 9B_H** Sumar al contenido del registro acumulador de la ALU, el contenido de la posición “m” ($A \leftarrow A + m$). Abreviadamente, lo denotaremos con **ADD m**¹⁷.

En la instrucción, los 8 bit menos significativos, representan el campo dirección (de una manera muy simple, se podrán direccionar hasta $2^8 = 256$ posiciones de memoria).

Debemos especificar las posiciones de memoria (sus direcciones) en que se almacenarán los datos e instrucciones.

Vamos a suponer que el primer dato leído se almacenará en la posición de memoria 33 (21_H), el segundo en la posición 34 (22_H) y el resultado en la posición 35 (23_H). Las instrucciones se almacenaron a partir de la posición 19_H.

Con estas descripciones podremos crear el programa que nos incumbe.

El programa se describe en el siguiente cuadro:

Número de orden	Posición de memoria en la que se encuentra	Instrucción (en hexadecimal) C. O. Dirección	Instrucción (en binario) C. O. Dirección	Instrucción (Mnemónico)	Descripción
1	19	96 FE	10010110 11111110	LDA teclado	$A \leftarrow (FE)$
2	1A	97 21	10010111 00100001	STA primero	$21 \leftarrow A$
3	1B	96 FE	10010110 11111110	LDA teclado	$A \leftarrow (FE)$
4	1C	97 22	10010111 00100010	STA segundo	$22 \leftarrow A$
5	1D	9B 21	10011011 00100001	ADD primero	$A \leftarrow A + (21)$
6	1E	97 23	10010111 00100011	STA resultado	$23 \leftarrow A$
7	1F	97 FF	10010111 11111111	STA monitor	$(FF) \leftarrow A$

En la primera instrucción se lee, desde el teclado, el primer dato.

En la segunda se almacena en la posición 33 (21_H).

La tercera instrucción lee el segundo dato.

En la cuarta se almacena el dato recién ingresado en la posición 34 (22_H).

La siguiente, suma al contenido del acumulador, el contenido de la posición 33 (21_H), es decir, el primer dato.

La instrucción número seis almacena en la posición 35 (23_H), el resultado.

La última instrucción muestra en el monitor el contenido de la posición de memoria 35 (23_H) (el resultado).

Hemos supuesto que el programa ha sido cargado (por el sistema operativo) a partir de la posición 19_H, de manera que la primera instrucción se encuentra almacenada en esa posición. La instrucción “2” está en la posición 1A_H, y así sucesivamente hasta a la última instrucción “7”, que quedó almacenada en la posición 1F_H.

Como ya sabemos, la ejecución de una instrucción se realiza en dos fases, la fase de búsqueda, común a todas las instrucciones (aquí ocupan 1 sola posición), y la fase de ejecución.

A continuación, se exponen los pasos que se siguen para ejecutar el programa:

0) Se almacena en el contador de programa (PC), la dirección de comienzo $PC \leftarrow 19_H$.

1a) La C. U. envía las microórdenes necesarias para que el contenido de la dirección que indica el PC (dirección 19_H) se almacene, en el registro de instrucción los 8 bit más significativos (que contienen el código de operación) y, en el registro temporal de dirección de operando los 8 bit menos significativos (que contienen la dirección). Es decir, 10010110 (96_H) en el registro de instrucción y 11111110 (FE_H) en el registro temporal de dirección de operando. Inmediatamente se incrementa el valor del PC: $PC \leftarrow 19 + 1 = 1A$. Hasta aquí, la fase de búsqueda de la primera instrucción.

1b) La C. U. decodifica el código de operación de la instrucción que se encuentra en el registro de instrucción, que en este caso es 10010110 (96_H) (LDA). Siempre que la C. U. se encuentre con este código, dará las órdenes oportunas para tomar el dato desde la posición que indique el

¹⁷ LDA, STA y ADD provienen de Load Accumulator, Store Accumulator y Addition, respectivamente.

registro temporal de dirección de operando y copiarlo en el acumulador. En este caso, la dirección 11111110 (FE_H) corresponde al teclado. Supongamos que el usuario hubiera tecleado el número 5. Este será almacenado en el acumulador y permanecerá mientras no se ejecute otra instrucción que le asigne un valor distinto.

- 2a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1A_H$), e inmediatamente incrementa su valor $PC \leftarrow 1A + 1 = 1B$.
- 2b) La C. U. decodifica el código de operación, en este caso 10010111 (97_H) (STA). Luego, la C. U. genera las señales para guardar en la memoria (en la posición 00100001, 21_H) el valor que contiene el acumulador (el primer dato ingresado).
- 3a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1B_H$), luego se incrementa su valor, $PC \leftarrow 1B + 1 = 1C$.
- 3b) La C. U. decodifica el código de operación 10010110 (96_H) (LDA). Luego generará las órdenes para copiar el dato tomado desde la posición que indica el registro temporal de dirección de operando, en el acumulador. La dirección 11111110 (FE_H), nuevamente corresponde al teclado. Supongamos ahora, que el usuario teclea el número 2.
- 4a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1C_H$), e inmediatamente incrementa su valor, $PC \leftarrow 1C + 1 = 1D$.
- 4b) La C. U. decodifica el código de operación, en este caso 10010111 (97_H) (STA). La C. U. genera las señales para guardar en la memoria (en la posición 00100010, 22_H) el valor que contiene el acumulador (en este caso es el segundo dato ingresado).
- 5a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1D_H$), e inmediatamente incrementa su valor, $PC \leftarrow 1D + 1 = 1E$.
- 5b) La C. U. decodifica el código de operación, en este caso 10011011 ($9B_H$) (ADD). Entonces, la C.U. genera las señales necesarias para sumar el contenido del acumulador con el contenido de la memoria (en este caso, la posición 00100001, 21_H) y deja el resultado en el acumulador ($A \leftarrow A + (21)$). En nuestro ejemplo, el número “7” ($2 + 5$).
- 6a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1E_H$) e inmediatamente incrementa su valor, $PC \leftarrow 1E + 1 = 1F$.
- 6b) La C. U. decodifica el código de operación, en este caso 10010111 (97_H) (STA). Luego, la C. U. genera las señales para guardar en la memoria (en la posición 00100011, 23_H) el valor que contiene el acumulador (en este caso es el resultado de la suma anterior).
- 7a) La C. U. busca la instrucción que se encuentra en la posición que indica el PC ($1F_H$) e inmediatamente incrementa su valor, $PC \leftarrow 1F + 1 = 20_H$.
- 7b) La C. U. decodifica el código de operación 10010111 (97_H) (STA). Luego generará las órdenes para copiar el dato tomado desde el acumulador, en la posición que indica el registro temporal de dirección de operando. La dirección 11111111 (FF_H), ahora corresponde al monitor. En el ejemplo, el monitor mostraría el número “7”.

Observe el contenido del PC (20_H) es la dirección donde el procesador debe ir a buscar la próxima instrucción.

Introducción a Modos de Direccionamiento

Se denomina *modo de direccionamiento*, a la regla empleada por la instrucción para establecer la posición de memoria donde se encuentra el operando (el resultado o la próxima instrucción a ejecutar).

Los distintos modos de direccionamiento pueden clasificarse, y aplicándolos a un procesador determinado, nos permitirá profundizar en la comprensión de su funcionamiento.

Por otra parte, podremos comparar y evaluar objetivamente la adaptabilidad de distintos procesadores.

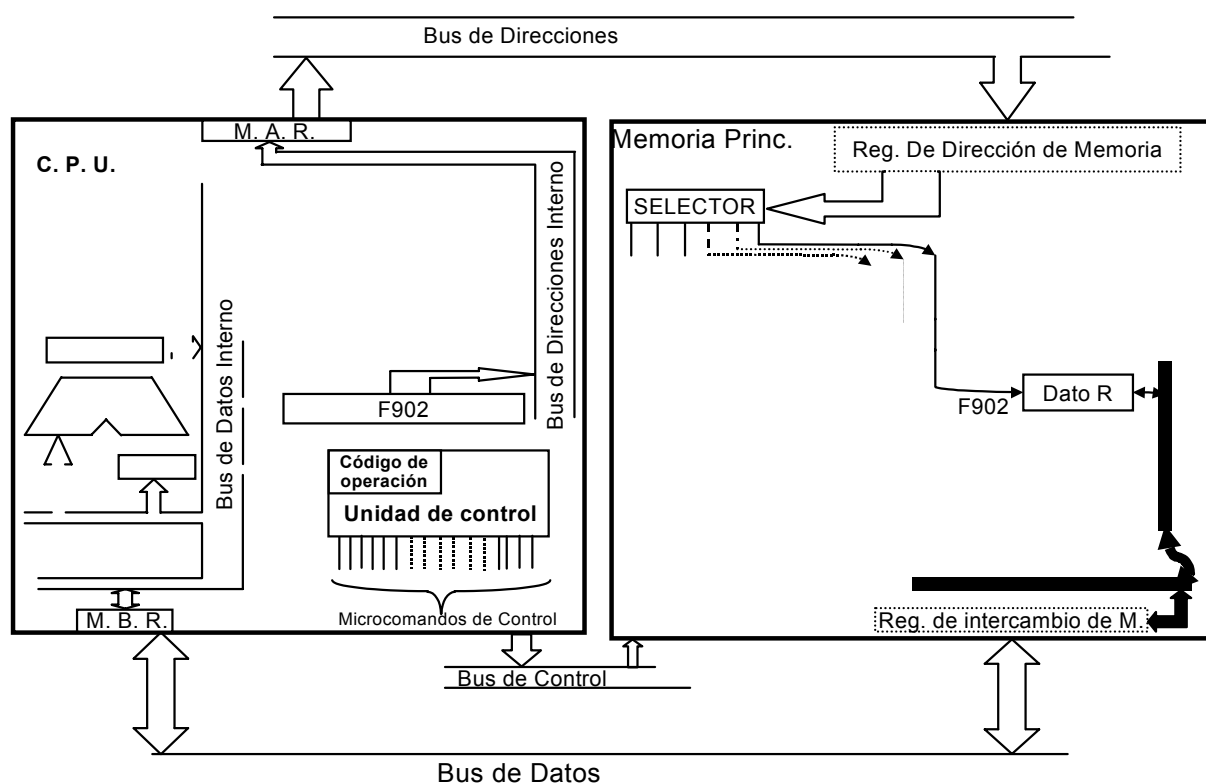
Todo lo expuesto favorece la selección y empleo más apropiado de un procesador determinado a una aplicación específica.

Clasificación de Modos de Direccionamiento

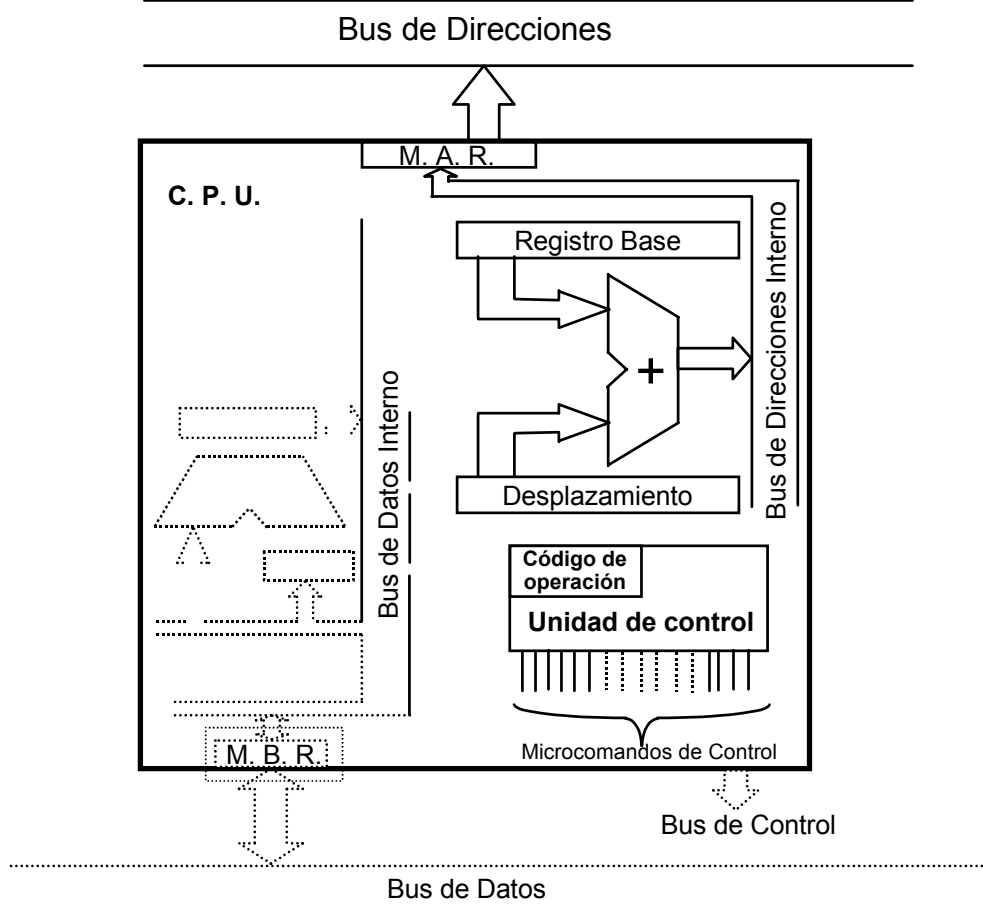
De acuerdo a la forma de expresar la dirección, podemos definir los modos: Absoluto y Relativo.

Absoluto. Es aquel en el cual la dirección de memoria se informa de manera completa. No requiere ninguna operación adicional para acceder a la posición de destino. Se proporciona la dirección real del operando (D.R.O.).

Por ejemplo, si la instrucción hace referencia a la posición F902_H, el registro temporal de dirección de operando copiará F902 en el M.A.R. . El Bus de direcciones lo llevará hasta la memoria, donde el registro de dirección de memoria se encargará de mantenerlo en el Selector. Por fin, el selector apuntará a la celda deseada, donde se almacena o lee un cierto dato (que llamaremos genéricamente “Dato R”) mediante el registro de intercambio de memoria, conectado al Bus de datos (como se muestra en la figura).



Relativo. Es el modo de direccionamiento que expresa un desplazamiento a partir de una posición prefijada. Es decir la posición absoluta (D.R.O.) se obtiene como el desplazamiento a partir de una posición base.



Este modo, admite a su vez una clasificación debido a las múltiples formas de empleo, es decir, variedad de formas de obtener la D.R.O. .

En general: $D.R.O. = \text{Registro Base} + \text{Desplazamiento}$.

Indexado. Cuando el registro base es el Registro Índice (I_x), que tiene el tamaño del Address Bus (la misma cantidad de bit), se cumple: $D.R.O. = I_x + \text{Desplazamiento}$. Aquí, se incorporan instrucciones que permiten el incremento o decremento del registro índice. Por lo tanto el desplazamiento (*offset*) puede ser fijo en la instrucción y se varía la base. Por ello se incorporan instrucciones con incremento o decremento automáticos. Al emplearlas, el Registro Base quedará desplazado hacia delante o detrás en una, dos, o las posiciones que sean necesarias para su función específica (por ejemplo: $I_x \leq I_x + 1$). En relación a la acción de lectura o escritura de la memoria, el incremento o decremento puede hacerse antes (pre incrementado / decrementado) o después (post incrementado / decrementado). Un caso particular importante, es cuando el índice es el registro contador de programa PC (conocido como “Modo Relativo Propiamente Dicho”), muy empleado para ruptura de secuencias “ $PC \leq PC + \text{desplazamiento} + 2$ ” (este último “2” se debe al postincrementado automático durante el estado de búsqueda de la instrucción “Fetch”, suponiendo que ocupen 2 posiciones de memoria).

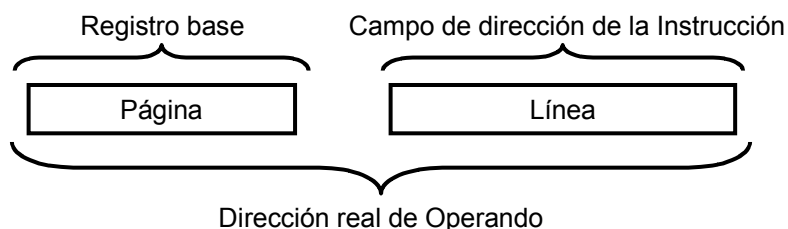
Cuando un programa escrito en lenguaje de máquina, emplea instrucciones con direccionamiento Relativo Propiamente Dicho, puede cargarse en cualquier parte de la memoria principal, sin necesidad de calcular nuevamente las direcciones de salto. La dirección Real del Operando, será función del PC y su desplazamiento es independiente del lugar donde resida el programa. Decimos que es REUBICABLE o RELOCABLE.

Un caso especial del modo indexado, es cuando los procesadores cuentan con instrucciones que no tienen campo de dirección. La instrucción sólo contiene código de operación. Por lo tanto no puede haber desplazamiento y la D.R.O. coincide con

el registro base (aveces se los conoce como: Direccionamiento por par de registros). Son cortas y por lo tanto más rápidas.

Inmediato. Se trata de instrucciones en donde el campo de direcciones de la instrucción contiene el operando directamente. Es decir, la dirección de operando es la mostrada por el contador de programa (PC) durante la fase de búsqueda de esa parte de la instrucción (Fetch del operando). Se puede identificar este modo de direccionamiento como un caso particular del relativo propiamente dicho, donde el registro base es el PC y el offset es cero. Además el PC es un registro auto - incrementado y cambia su contenido (se incrementa) cada vez que se lo emplea para acceder a la memoria.

Paginado. En este modo, la D.R.O. se obtiene como la conjunción del número de página (base del direccionamiento) y la línea (desplazamiento, u offset) dentro de esa página que corresponde a la posición de memoria del objetivo. Así D.R.O. = “Página, Línea”. Expresado en forma más rigurosa, suponiendo por ejemplo direcciones de 16 bit: $D.R.O. = PP00_h + 00LL_h$ y el resultado será: $D.R.O. = PPLL_h$. Donde $PP00_h$ es la posición del principio de la página, y $00LL_h$ la posición dentro de la página, expresados en hexadecimal (en este caso). Por ejemplo: si $PP = 03$ y $LL = F5$, luego $D.R.O. = 03F5_h$.



De acuerdo a la forma de acceder a la dirección objetivo (posición donde se encuentra el dato, posición donde se debe almacenar el resultado, etc.), podemos definir los modos:

Directo. Es aquel en el cual la dirección indicada en la instrucción es la posición del objetivo.

Indirecto. Es aquel en el cual la dirección indicada en la instrucción corresponde a la posición donde se encuentra la dirección objetivo.

A aquellas instrucciones que aludan a datos contenidos en registros internos de la C.P.U. y que por lo tanto no acceden a la memoria, las denominaremos como de modo de direccionamiento Implícito (o Inherente).

Asimismo existen instrucciones que no tienen operando (como algunas instrucciones de control, por ejemplo NOP – no operar -) y por lo tanto no admiten clasificación de direccionamiento alguno.

Las clasificaciones: Absoluta, Relativa y Directa, Indirecta, pueden combinarse para describir concretamente la manera en que funciona una instrucción de un procesador determinado. Por ejemplo podría darse una instrucción que emplee direccionamiento Absoluto Indirecto, o Relativo Directo etc. Así es el caso en que, por razones de compatibilidad con tecnologías de procesadores anteriores, se emplea el direccionamiento paginado de manera tal que la D. R. O. se obtiene como direccionamiento relativo directo en los procesadores originales (y en los actuales durante el arranque del sistema) y mediante una tabla de direcciones en los procesadores posteriores, convirtiéndose en relativo indirecto.

Fundamentos de la Unidad de entradas y salidas

La unidad (o unidades) de entradas y salidas, es la encargada de conectar apropiadamente el computador con los dispositivos de entrada y de salida (aún las memoria secundarias masivas).

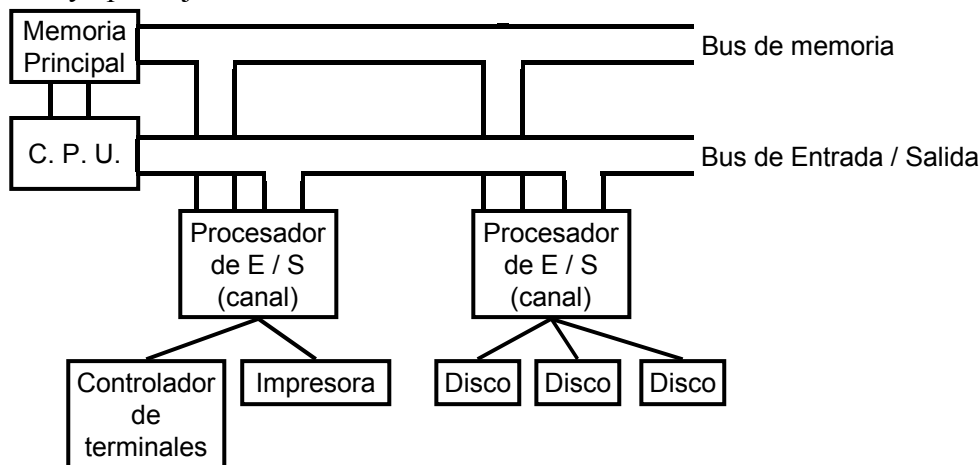
Los dispositivos como teclado, ratón, etc., permiten el ingreso de programas y datos para ser procesados y luego, los resultados son llevados al exterior por medio del monitor, impresora, etc. .

Algunos dispositivos de entrada y salida, no están dedicados a manejarse con personas. Por ejemplo, muchas veces los datos se toman de mediciones hechas a través de sensores (de temperatura o posición, por ejemplo) sin la intervención de seres humanos. De igual modo, las salidas del procesador pueden aplicarse a motores u otros sistemas que trabajan sin la intervención del hombre.

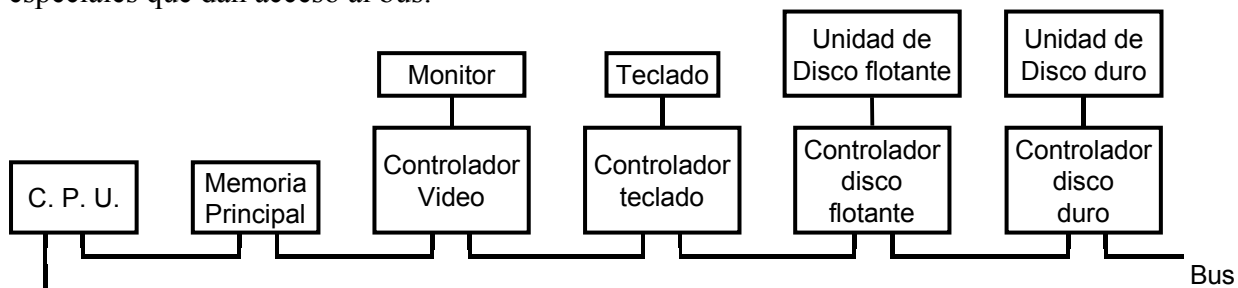
Existen dos clases de organización de entradas y salidas.

a) Uno o más procesadores especializados de entradas y salidas llamados “Canales de Datos”. Esta organización se emplea en grandes computadoras. Debido a que en las Supercomputadoras y Macrocomputadoras se generan una gran cantidad de entradas y salidas, están equipadas con por lo menos tres Buses. Un bus de memoria, para escribir y leer en ella. Un segundo bus de entrada salida para que la C. P. U. emita los comandos a los canales y estos a su vez hagan llegar las solicitudes de interrupción. El tercer bus, se emplea para permitir el acceso entre la C. P. U. y la memoria, sin utilizar los otros dos.

Cuando la C. P. U. necesita realizar operaciones de E/S, carga un programa especial en uno de los canales y le instruye para ejecutarlo.



b) Los “Controladores” de entrada salida, que contienen la mayor parte de los circuitos electrónicos para operar con los dispositivos en sí (como por ejemplo una unidad de disco). Este sistema es más simple, emplea un sólo bus. Las computadoras personales (microcomputadoras) tienen este mecanismo. Por lo general, una tarjeta matriz, contiene la C. P. U., la memoria principal (y Caché) y algún controlador (como podría ser el del teclado). Las tarjetas controladoras, se conectan al la tarjeta matriz por medio de conectores especiales que dan acceso al bus.



El controlador, comúnmente, se conecta con su dispositivo mediante un cable y los conectores de estos, se encuentran por lo general, en la parte posterior de gabinete.

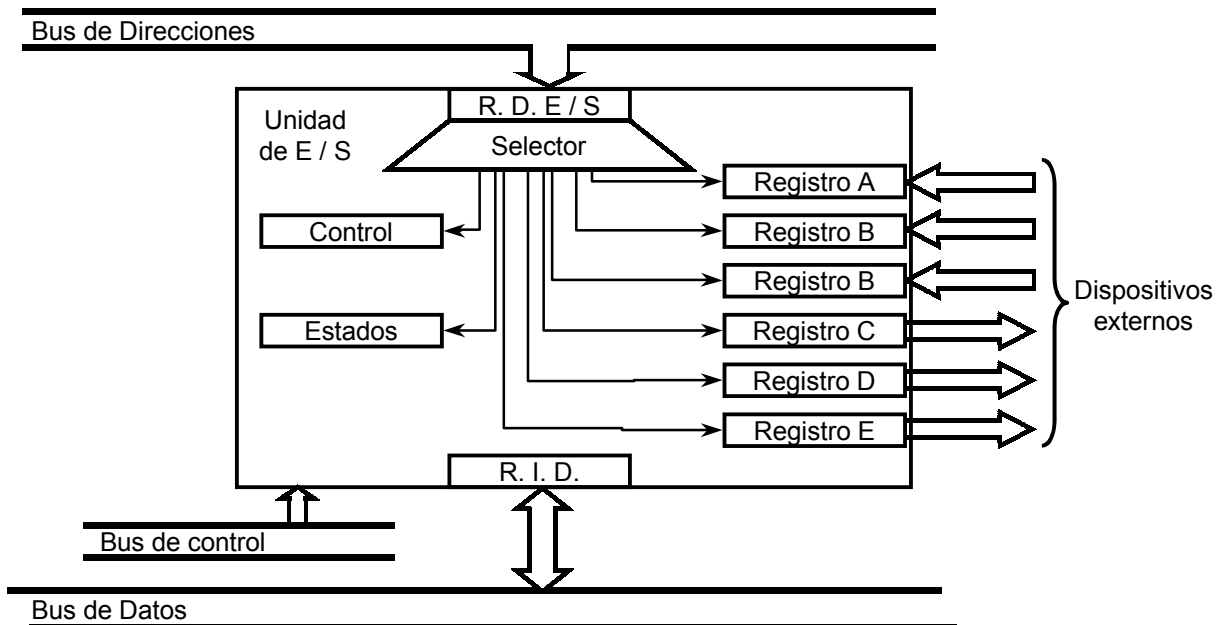
Las unidades de entrada / salida, internamente, suelen estar constituidas por un conjunto de registros que relacionan los dispositivos externos con el bus del computador.

Asimismo, contienen algunos registros de control.

Para que la C. P. U. tenga acceso a cada uno de ellos, es necesaria una dirección que permita identificar el registro en cuestión.

La dirección de E / S, permitirá seleccionar el registro con el que la C. P. U. está trabajando en un momento determinado.

Las líneas de control, permiten sincronizar las operaciones de entrada y salida (equivalente a leer del dispositivo de entrada o escribir en el dispositivo de salida).



Para sacar un dato, se selecciona el registro por medio del bus de direcciones¹⁸, se pone el dato en el bus de datos¹⁹ y se da la orden de salida²⁰ por el bus de control.

El ingreso de datos al computador se logra direccionando un registro asignado como de entrada y dando la orden de entrada (lectura) con la línea de control correspondiente, para que el registro seleccionado copie su contenido en el registro de intercambio de dato (RID) y así disponer del dato en el bus de datos.

El registro de control, le permite al programador definir el funcionamiento de cada registro (por ejemplo, puede decir que el registro A es de entrada).

El registro de estados, sirve para que el periférico indique al sistema su estado actual (por ejemplo le permite a una impresora informar si está lista para imprimir).

Organización de Entradas y Salidas

La atención a los dispositivos de entrada salida, puede hacerse de varias formas.

Una de ellas es la que emplea interrupciones²¹.

En esta, el sistema ejecuta el programa principal sin prestar atención a otros procesos y, cuando algún dispositivo requiere ser atendido, emite una señal IRQ. Esta señal es recibida por la C. P. U. y en el caso de aceptar la solicitud²² desencadena el proceso de atención. Así se interrumpirá el proceso actual para ejecutar la rutina que necesita el periférico. La respuesta es en tiempo real.

Otra forma es la programada o por programa.

En ese caso, el programa principal contiene secuencias de instrucciones que verifican el estado de los dispositivos de entrada salida y, prestarán atención a las necesidades de estos últimos recién en el momento en que se haga la consulta.

¹⁸ Ingresando por el registro de direcciones de E / S (R. D. E / S).

¹⁹ Para que ingrese a la unidad de entradas y salidas a través del registro de intercambio de datos (RID).

²⁰ Equivale a grabar el dato en el registro que ha sido asignado como de salida.

²¹ Este tema se encuentra desarrollado en "Interconexiones en el procesador".

²² Que la solicitud sea aceptada o no, depende como se halla programado el sistema y en última instancia, del criterio del programador.

Este método presenta dos inconvenientes principales: el proceso principal se hace lento pues se pierde tiempo en consultar periódicamente la necesidad de atención²³, y la atención al dispositivo se produce cuando el programa principal lo indica y no inmediatamente cuando el dispositivo externo lo necesita.

Acceso Directo a Memoria (DMA)

Un controlador que realiza una lectura o escritura de un bloque de datos en la Memoria Principal, sin la intervención de la C. P. U., realiza un “Acceso Directo a Memoria” (DMA).

En general es conveniente porque todo dato que ingresa por la unidad de E/S viaja por el Bus de datos hasta la C. P. U. y esta luego lo transfiere a la memoria principal. Se pierde tiempo.

Pero se hace necesario cuando el dispositivo es muy veloz o cuando no es posible detener la transferencia sin perder información.

En este caso, durante el acceso directo a memoria, la C. P. U. pasa a un estado de desconexión y el controlador se convierte en “Master” de la Memoria Principal (y del bus).

El Bus de una computadora personal, es utilizado por la C. P. U. para la extracción de Instrucciones y el movimiento de los Datos, pero además lo emplean los controladores de entrada y salida. Un circuito de arbitraje de bus, decide quién usa el bus.

Algunos dispositivos de entrada y salida tienen prioridad sobre la C. P. U., ya que los discos y otros artefactos en movimiento no pueden detenerse y, forzándolos a esperar, se podría perder información.

Para que un controlador pueda realizar un acceso directo a memoria, el sistema debe identificar al periférico, e informar al controlador del periférico la posición de memoria principal desde donde puede trabajar y la cantidad de posiciones que le corresponden.

Luego se le dará la orden de dar comienzo a su acceso.

Por ejemplo, al tratarse de la lectura de un disco rígido, la C. P. U. le debe indicar el bloque que se desea leer a la controladora y esta última, deberá esperar a obtener el primer byte de la cabeza lectora para solicitar convertirse en maestro del bus por medio de una “solicitud de acceso directo a memoria” DRQ x .

Un circuito especial denominado “Controlador de DMA”, se encarga de administrar la lógica necesaria para llevar a cabo los procesos de acceso directo a memoria, vinculando la C. P. U. y los controladores que pueden realizar este tipo de acceso.

El acceso directo a memoria, se puede hacer en forma de “ráfagas”. Con este método, se mantiene el vínculo entre la memoria y el controlador hasta que se completa la transferencia. La C. P. U. encontrará el bus ocupado y queda inactiva durante ese lapso.

En cambio se denomina “robo de ciclos”, cuando se subdivide la transferencia en partes pequeñas tales que, la C. P. U. puede ejecutar trabajos internamente (la decodificación y ejecución) y no queda inactiva por mucho tiempo y sólo podría llegar a perder algunos ciclos.

Incluso puede organizarse de manera que la C. P. U. no pierda ningún ciclo y la transferencia sea tan eficiente que el DMA resulte “transparente”.

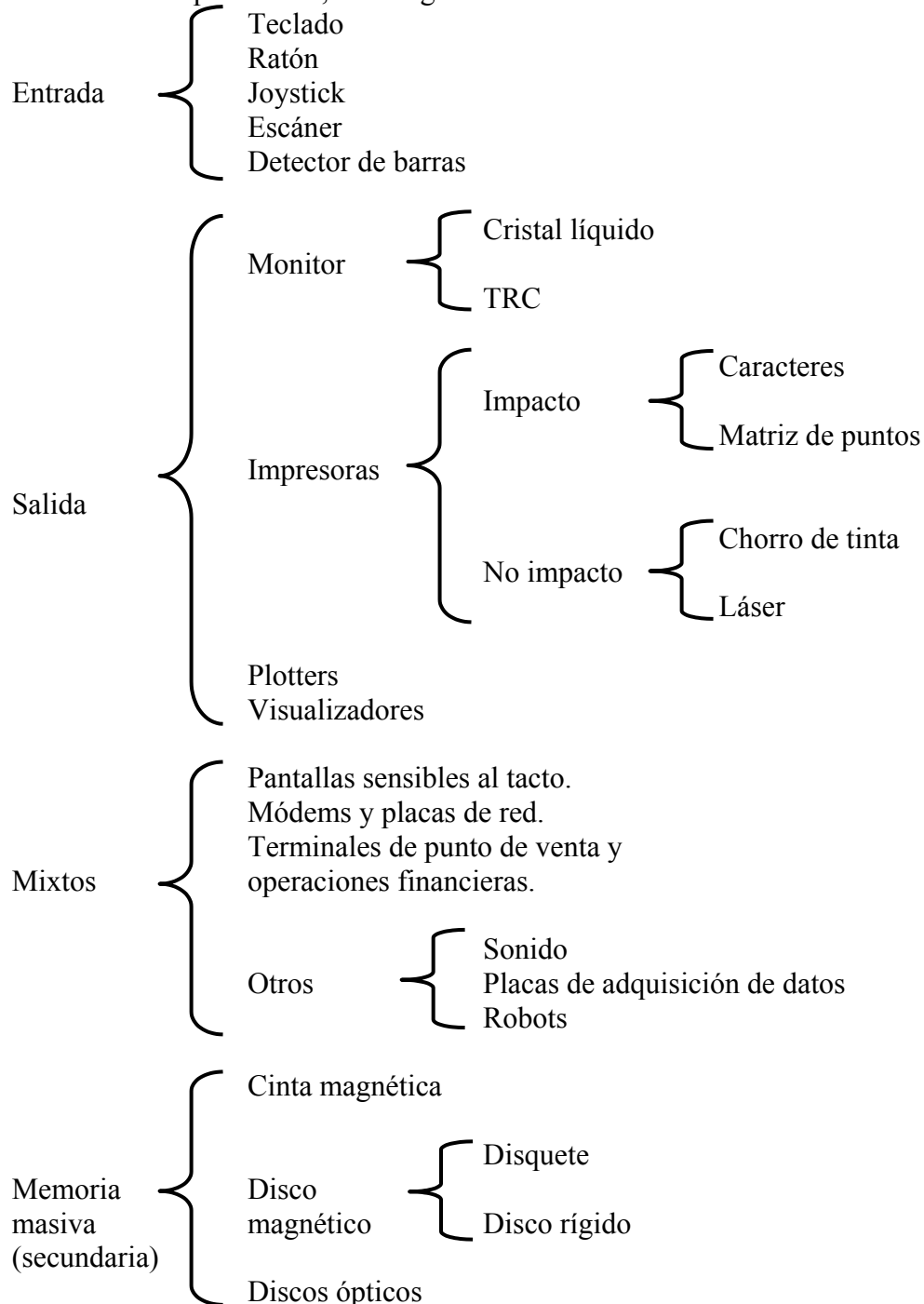
Otros objetivos de la organización de entradas y salidas se refieren a la implementación de métodos para atender a varios dispositivos. El sistema deberá determinar el origen de la solicitud, gestionar la prioridad, etc. . Todo esto será tema de estudios ulteriores.

²³ Si un aparato telefónico no tuviera timbre y esperamos un llamado, deberíamos verificar periódicamente si hay tono en la línea o si hay alguien conectado esperando que lo atiendan.

Periféricos y dispositivos de entrada / salida

La comunicación de un computador con el mundo exterior y el almacenamiento secundario masivo, forman una parte muy importante del hardware de las computadoras.

Podemos clasificar a los periféricos, de la siguiente forma:



El análisis de dispositivos es en cada caso, una especialización altamente compleja. Un estudio detallado sobre ellos y su implementación en un sistema informático (cuestiones estas que escapan al alcance del presente trabajo), requieren distinguir los siguientes aspectos:

- La forma de resolver anatómicamente la estructura física de los dispositivos para brindar comodidad y eficiencia, por ejemplo en un teclado o un ratón (Mouse).
- El funcionamiento, sus partes componentes y leyes que lo rigen.
- La comunicación con el procesador, tanto en el aspecto de las conexiones como las reglas (protocolos) necesarias.
- Los dispositivos periféricos como parte de un sistema, su control y gestión.

En esta sección, tan sólo se presentan algunos dispositivos²⁴, que sí son objeto de estudio para este nivel de aprendizaje, donde se describe su principio de funcionamiento, a la vez que se enuncian algunas de sus características sobresalientes.

Dispositivos de entrada

Teclado

Un teclado es un periférico de entrada, que convierte la acción mecánica de presionar un pulsador (o botón), en una serie de pulsos eléctricos codificados que permiten su identificación.

Cada tecla realiza un contacto eléctrico (u otro proceso equivalente). Al oprimirla se cierra el contacto y al soltarla se abre.

Debajo del teclado existe un conjunto de pistas conductoras aisladas entre sí, que forman una matriz (filas y columnas). Cada tecla está en la intersección de las líneas conductoras horizontales y verticales. Si se oprime una tecla, se establecerá contacto eléctrico entre el par de conductores (uno horizontal y otro vertical), que le corresponden.

Dentro del teclado, una pastilla de circuito integrado, funciona como codificador y buffer (memoria secuencial “cola”, de unas 10 posiciones). Este circuito, explora las líneas y detecta el contacto eléctrico, verificando si una tecla fue pulsada o liberada, en ambos casos generará un código que será enviado a la computadora, mediante una conexión apropiada con la unidad de entradas y salidas.

En un teclado se pueden distinguir cuatro subconjuntos de teclas:

- Teclas alfanuméricas, dispuestas como en una maquina de escribir (QWERTY).
- Teclas numéricas, ubicadas normalmente a la derecha de las anteriores, con teclas dispuestas como en una calculadora.
- Teclas de funciones, de F1 a F12. Su función depende del programa en ejecución.
- Teclas de control, permiten entre otras funciones, desplazar el cursor de un lugar a otro en un texto. El cursor se mueve según el sentido de las flechas de las teclas, o permite ir al comienzo de un párrafo (inicio - home), avanzar o retroceder una pagina (page up - page down), eliminar caracteres (suprimir - delete), etc.

Existen distintos tipos de teclados para computadoras personales:

En los modelos AT existen dos tipos de teclados estándares:

- MF-1: con 84 teclas.
- MF-2: 101teclas (americano) ó 102 teclas (europeo).

Dentro de cada tipo puede haber diferencias en la ubicación de algunas teclas, como la barra invertida ({}), ó "ESC".

El teclado extendido Apple emplea 105 teclas. Funciona con los ordenadores MACINTOSH SE, MACINTOSH II y APPLE IIGS (entre otros).

Casi todos los teclados permiten que sus teclas sean definidas por software. Por ejemplo, la “Ñ” no existe en los teclados no españoles, pero puede programarse una tecla para tal fin.

Desde otro enfoque y pensando especialmente en personas que trabajan durante largos períodos, los teclados ergonómicos permiten colocar las manos en forma natural y sostienen las muñecas de manera que se pueda trabajar cómodamente y con menor riesgo de lesiones físicas.

Apuntadores

Ratón

El ratón tradicional, tiene una esfera revestida en goma sintética en su parte inferior, que gira al desplazarlo sobre una superficie. Este movimiento se descompone en dos direcciones, empleando dos varillas cilíndricas perpendiculares entre sí (en correspondencia con dos ejes de coordenadas X e Y).

Cada varilla está unida a un disco con perforaciones, de modo que al girar interceptan un delgado haz de luz. Un sensor de luz en cada sistema, envía señales a sendos contadores electrónicos. Los sensores y contadores están diseñados para identificar el sentido en el que se mueve el ratón por lo tanto, se incrementará o decrementará el valor según corresponda al movimiento. De esta forma, el valor obtenido en

²⁴ Otros son motivo de estudio en la materia “Multimedia”.

cada contador, corresponde al desplazamiento del ratón en cada eje. Esto convierte al sistema en un conversor analógico - digital.

Los circuitos en el interior del ratón envían las coordenadas "X Y", dos números enteros de 8 bits (típicamente), de a un bit por vez²⁵ (en serie) hacia el puerto de entrada que corresponde.

Cuando se pulsa o libera una tecla, se envían bytes que informan dicha situación. Cuando el controlador del puerto serie recibe el primer byte, solicita una interrupción del programa en ejecución. Al ser atendido, se ejecuta la subrutina que maneja la información del Mouse.

Par poder indicar la trayectoria que recorrió a medida que se desplaza, el Mouse debe enviar al computador señales que permitan reconstruir su trayectoria, para que la misma sea repetida por el cursor en el monitor. Para ello el Mouse debe realizar dos funciones:

- En primer lugar, debe generar los pulsos eléctricos que representan cada fracción de distancia recorrida.
- En segundo lugar, contar dichos pulsos y enviarlos hacia el puerto serie al cual esta conectado, junto con la información acerca de si se pulsa alguna de sus teclas.

Los ratones ópticos, tienen un conjunto de haces de luz láser que se envían a la superficie de apoyo y se reflejan parcialmente en ella. Un sensor óptico situado dentro del cuerpo del ratón detecta la luz reflejada y cuantifica el desplazamiento.

Palanca manual de control (Joystick)

Un Joystick es un dispositivo que permite interactuar con el computador y realizar el control de movimientos de imágenes en juegos y simuladores, mandos a distancia, etc. .

Existen diferentes tipos. Los diseñados específicamente para juegos de conducir por ejemplo, incluyen un volante y pedales. Otros incorporan en el diseño, mecanismos para responder a las acciones del usuario por medio de sonido, luz o movimiento (o vibración).

Los más simples cuentan con un conjunto de interruptores eléctricos. Cada movimiento de la palanca principal acciona un interruptor específico, frecuentemente en una configuración Norte - Sur, Este - Oeste.

Otros, generan una señal proporcional (análoga) a la desviación de la palanca o a la fuerza aplicada.

En todos los casos, proveen un control accesible a las destrezas naturales de las personas.

Detector lector de barras impresas

Los códigos de barra, son la forma estándar de representación de información en los productos de mercado.

Pueden verse impresos en envoltorios, en los documentos legales como factura y remito, sobre autoadhesivos que se aplican directamente a los artículos, etc..

Se trata de un código formado por un conjunto de barras separadas por zonas en blanco. La forma de codificar cada dígito decimal, consiste en variar el grosor relativo de las barras y las zonas en blanco (Código Universal de Productos - Universal Product Code - UPC).



Se puede analizar en dos partes. A la izquierda el código del fabricante y a la derecha el producto.

Un formato posible es, de izquierda a derecha: 2 dígitos para la identificación del país, 5 para la empresa, 5 para el producto y 1 para verificación.

Para leerlos, en algunos casos se emplea un lector de código manual, de haz fijo.

Se trata de un emisor de luz y un sensor que recibe la luz reflejada sobre el medio impreso. El lector se desplaza manualmente sobre la superficie y el circuito interno realiza la conversión de la imagen en el código numérico.

Con mayor frecuencia se utilizan lectores de haz móvil, basados en el recorrido de un haz luminoso formado por un rayo láser, el cual, se refleja en la superficie y es detectado por un sensor fotoeléctrico. El sistema tiene la capacidad de realizar una imagen tridimensional, permitiendo leer el código en una amplia gama de posiciones.

Dispositivos de salida

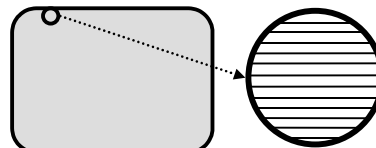
²⁵ Se envían los bit de a uno a la vez, es decir en "serie", como contrapuesto al envío simultáneo de bit en "paralelo".

Monitor

Es seguramente, el principal medio de salida para la comunicación con el usuario.

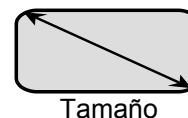
Una imagen con movimiento, está constituida por distintos fotogramas o cuadros de imagen mostrados a una velocidad suficiente para percibir continuidad natural en los movimientos. Cada cuadro contiene una gran cantidad de puntos (pixel) ubicados estrechamente, de manera que el observador tiene la sensación de una imagen homogénea.

Los puntos de imagen se presentan uno a la vez en un recorrido veloz (barrido). El barrido tradicional de la imagen es de izquierda a derecha (líneas de barrido horizontal) y de arriba hacia abajo (barrido vertical).



A su vez, cada punto de imagen está compuesto por tres sectores correspondientes a cada uno de los colores en que se descompone la información (rojo, verde y azul).

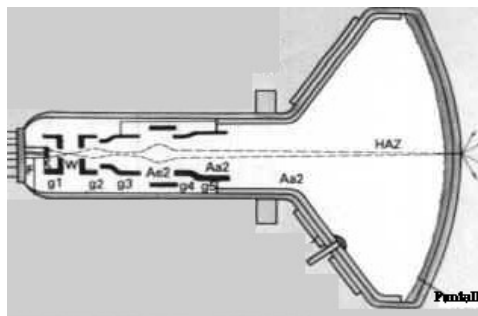
Las características destacables en los monitores son: el tamaño, medido como la longitud en pulgadas de la diagonal (entre 14 y 21 pulgadas), la distancia entre dos puntos de imagen (entre .22 y .31), la frecuencia de barrido, etc. .



Existen varios tipos de monitores, en cuanto al dispositivo de presentación, pero los más comunes cuentan con una pantalla de cristal líquido ó, un TRC (Tubo de Rayos Catódicos).

Las pantallas de **CRISTAL LÍQUIDO**, funcionan en base a un líquido constituido por moléculas alargadas. Este líquido está colocado dentro de pequeñas cavidades en un medio sólido transparente (p. ej. vidrio). Al aplicar un potencial eléctrico adecuado, las moléculas se desplazan entre sí, de modo de variar el comportamiento del líquido respecto del paso de la luz. Así la pantalla mostrará puntos de diferente brillo (o color), de acuerdo a la señal eléctrica aplicada a cada uno. Las de color utilizan una superficie emisora de luz, detrás del cristal líquido.

Los **TRC**, se basan en la emisión térmica de electrones. Poseen cañones de electrones (emisión controlada y orientada de electrones), enfocados hacia la pantalla (haz de electrones). El haz de electrones que ha sido acelerado hacia el frente del tubo. Allí descarga su energía en el revestimiento interior, que está constituido fundamentalmente por Fósforo (P), el cual convierte la energía recibida en luz.



Mediante un campo magnético variable, se realiza el barrido de la imagen sobre la pantalla.

Impresoras

Las impresoras permiten obtener en un soporte de papel una copia visible, perdurable²⁶ y transportable de información procesada por un computador, en forma de textos, fotos o gráficos.

El parámetro que define la calidad, es la resolución de la imagen impresa, expresada en puntos por pulgada (dpi). Con 300 dpi basta para imprimir textos, para otras aplicaciones como dibujos y fotografías es recomendable usar resoluciones mayores.

Para realizar un proceso de impresión, las impresoras constan de varios subsistemas:

- Circuitos de preparación y control de impresión (por lo general un microprocesador dedicado).
- Una memoria secuencial tipo “cola” (buffer), para almacenar una parte de la imagen.
- Transporte de papel.
- Mecanismo de impresión sobre el papel.

La conexión paralelo es la forma más común y veloz. Se realiza mediante un conector tipo 'D' de 25 patas. Este vincula eléctricamente el cable que sale de la impresora, con las correspondientes líneas que van a los circuitos del puerto paralelo. Estos circuitos, pueden estar en la (antigua) placa “multifunción”, o directamente en la placa principal del procesador (main board, o motherboard). Esta conexión sólo permite distancias de 3 o 4 metros.

Para mayores distancias, se emplea la conexión serie. Actualmente el puerto USB²⁷.

²⁶ En inglés, “Hardcopy”.

De acuerdo al modo de impresión, las clasificaremos como: de impacto y no impacto.

De impacto

Se trata de sistemas que transfieren la tinta de impresión, golpeando una cinta entintada contra el papel. Resultan muy económicas, permiten imprimir varias hojas simultáneamente, empleando papeles carbónicos o químicos. Pero lógicamente, generan mucho ruido. Actualmente, la más empleada de este tipo es la de “Matriz de puntos”.

Matriz de puntos

Un cabezal dotado de una serie de diminutas agujas recibe impulsos que hacen golpear dichas agujas sobre el papel. Este cabezal recorre horizontalmente el papel. El papel a su vez, se desplaza verticalmente por medio de un rodillo sólido. Los modelos más frecuentes son los de 9 y 24 agujas, este parámetro también se utiliza para medir su calidad de impresión. Lógicamente a mayor número de agujas, se obtendrá mayor nitidez en la impresión. Este tipo de impresora permite imprimir gráficos, pero no ofrecen buena calidad.

No impacto

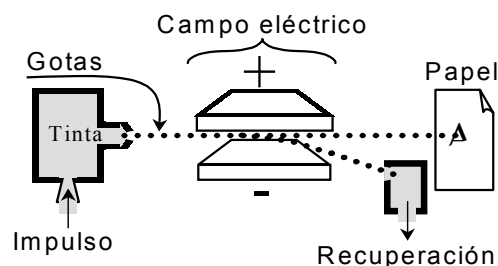
Impresoras de inyección (inkjet)

Dada su relación precio/calidad, son las impresoras preferidas para trabajos domésticos.

Basan su funcionamiento en un cabezal inyector dotado de una serie pequeñas boquillas, decenas de veces más delgadas que un cabello humano, por donde arrojan gotas de tinta.

Al llegar al papel se dispersan y forman una imagen de muy buena calidad.

El control de las gotas que llegan al papel, se realiza por medio de placas que generan un campo eléctrico, como ilustra la figura. Cuando la tinta NO debe llegar al papel, se dispone un campo eléctrico que desvía las gotas hacia un depósito (recuperación).



Registadores gráficos (Plotters).

Los graficadores son instrumentos automatizados que para dibujar, controlan una o varias plumas (lapiceras) y el movimiento del papel como respuesta a órdenes del computador. Pueden producir dibujos a escala, de elevada calidad. En muchos casos pueden ser sustituidos por impresoras gráficas. Su uso suele reservarse para dibujos de gran tamaño. Por otra parte, actualmente se comercializan Plotters con tecnología de inyección de tinta.

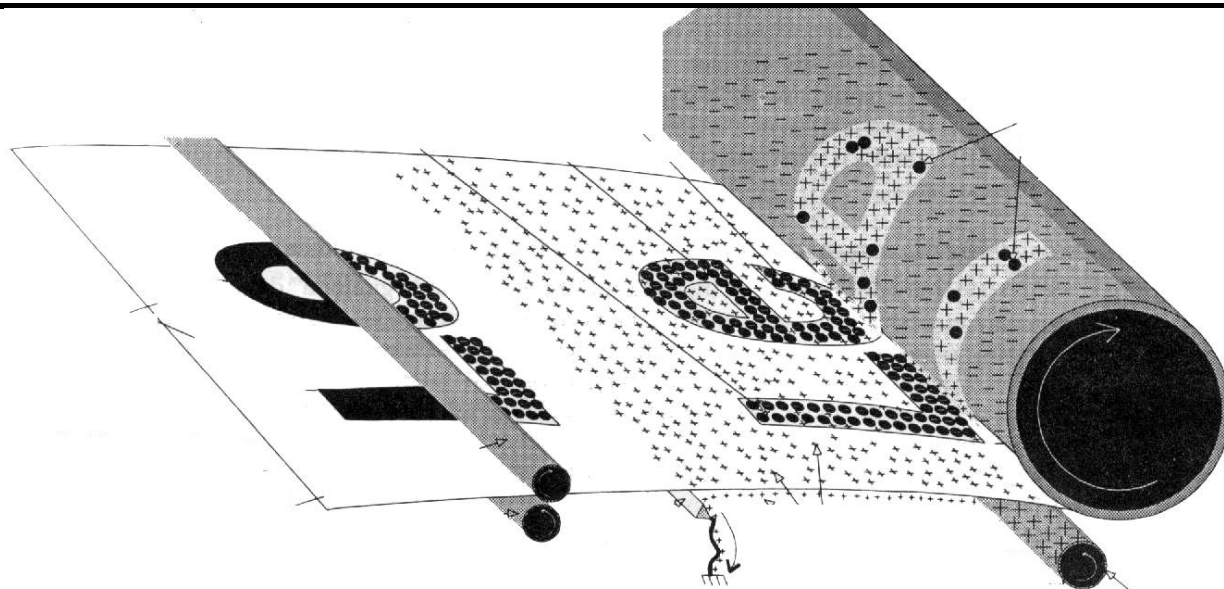
Impresoras Láser

Están formadas por un tambor, que es recorrido por un delgado rayo láser, que actúa cargando con electricidad estática los puntos del tambor donde impacta (emisión fotoeléctrica) y atrayendo hacia estos puntos, un polvo especial llamado “toner”.

Por medio de un sistema de escobillas, se carga el papel con polaridad opuesta.

Cuando el tambor se acerca al papel, le transfiere las partículas de toner.

Para que estas últimas queden adheridas permanentemente, se hace pasar el papel por unos rodillos que ejercen presión y, como están a alta temperatura funden el toner sobre él.



Dispositivos de memoria masiva auxiliar

Los datos, instrucciones e información se almacenaban en la Memoria Principal.

Por consiguiente, el almacenamiento primario es la Memoria Principal.

Esta mantiene todo lo necesario para realizar el proceso en sí.

Si bien es rápida, al apagar la computadora se borra su contenido, es volátil (y costosa).

El almacenamiento secundario es el almacenamiento Auxiliar.

Todo aquello que por el momento no está siendo procesado, se podrá archivar y tenerlo listo para tomarlo de allí cuando se necesite. No es volátil.

El almacenamiento auxiliar es donde se guardan las informaciones sobre los impuestos del año pasado, direcciones de antiguos clientes, programas que se usarán alguna vez, datos que no serán utilizados de inmediato.

La memoria masiva auxiliar se usa para:

- Ingresar datos y programas al computador.
- Guardar los resultados del proceso.
- Asegurar la información en copias de resguardo (Back up).

Medios magnéticos

De los medios de almacenamiento auxiliar, los más utilizados involucran frecuentemente algún tipo de soporte magnético. Poseen alta capacidad de almacenamiento, son confiables y el costo por cada Byte es bajo.

Este método usa el magnetismo remanente de algunos materiales para guardar los datos.

El magnetismo remanente se presenta en algunos materiales, como por ejemplo los óxidos magnetizables (de hierro, cromo, etc.). Luego de aplicarles un campo magnético, quedan magnetizados en el mismo sentido (Norte - Sur) que el campo aplicado originalmente.

La escritura y lectura de un medio magnético, puede analizarse de la siguiente forma:

Un dispositivo mueve el soporte magnético debajo de un cabezal magnético.

Para magnetizar la superficie durante la grabación (escritura), se hace circular una corriente por la bobina que produce un campo magnético proporcional a ella.

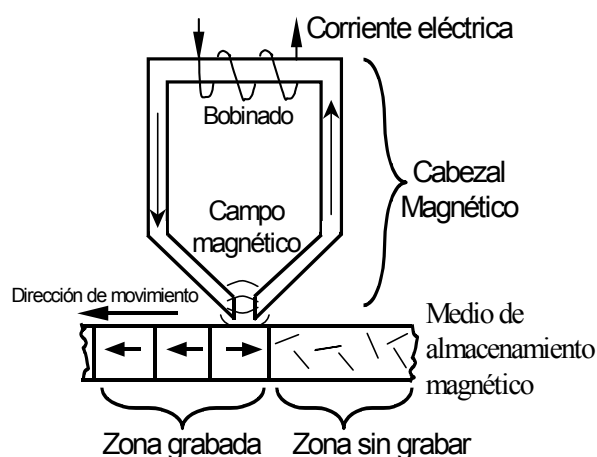
El campo magnético obtenido, se aplica al soporte gracias a una ranura (entrehierro) en los extremos de las extensiones magnéticas (extensiones polares) a cada lado de la bobina.

En la lectura, el movimiento del soporte magnético magnetizado frente al cabezal induce una corriente eléctrica en la bobina.

Los valores de la corriente inducida son análogos a la información almacenada magnéticamente.

Sintetizando, el cabezal escribe datos en el soporte al alinear partículas magnéticas sobre las superficies de éste. El cabezal lee datos al detectar las polaridades de las partículas que ya se han alineado.

El circuito electrónico conectado al cabezal y los motores (controlador), maneja estas operaciones para lograr un proceso rápido y confiable. Asimismo, provee una conexión adecuada con el computador.



Disco magnético.

Discos flotantes o floppy disc

Permiten realizar en forma sencilla el intercambio de información entre computadoras, así como la carga de nuevos programas en el disco rígido. Los discos flotantes fueron presentados a finales de los años 60's por IBM para sustituir las tarjetas perforadas. El soporte magnético puede doblarse fácilmente de ahí que a veces lo llamen disco flexible. Los tamaños más conocidos son: el de 8", el de 5¼" y el de 3½".

Los que se utilizan actualmente, son los disquetes de 3 ½".

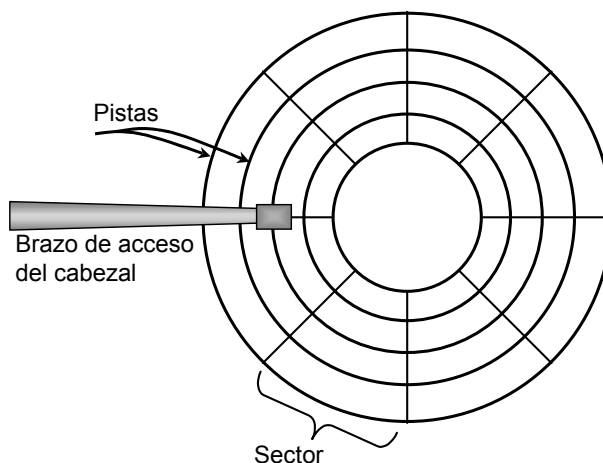
El soporte magnético es un delgado film circular, contenido en una caja rígida plástica.

La ventana de acceso al cabezal, está cubierta por una tapa retráctil que es desplazada al colocar el disquete en la unidad lectora (drive).

Las pistas de datos son círculos concéntricos invisibles.

Están enumeradas y se dividen en pequeños bloques denominados sectores que contienen (por ejemplo) 512 bytes cada uno. El número total de pistas y sectores va a depender del tipo de disco que se esté utilizando y del tipo de formato (formateo) que se le de.

Cuando se introdujeron los discos flexibles sólo podía utilizarse una cara del disco. Luego se aumentó la capacidad de almacenamiento, gracias a la posibilidad de utilizar los dos lados del disco y del aumento en la densidad de grabación.



La capacidad de almacenamiento de información en un disco depende de los bits por pista y el número de pistas.

Conociéndose el número de caras, pistas, sectores y bytes por sector es posible determinar la capacidad de almacenamiento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad} = (\text{No. de caras}) * (\text{No. de pistas}) * (\text{No. de sectores}) * (\text{Cap. de sector})$$

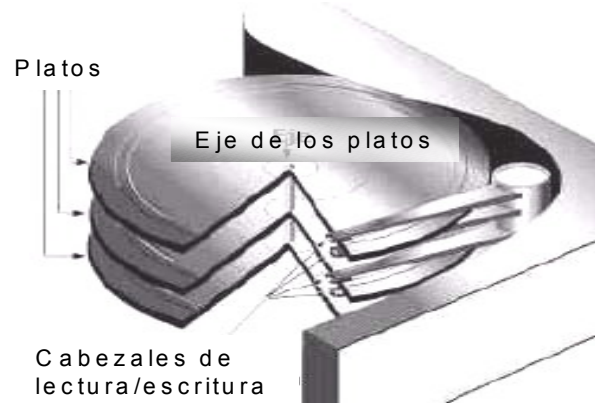
En un disquete actual se puede almacenar 1.44 MB en 80 pistas con 18 sectores cada una, y la velocidad de lectura / escritura es de unos 500 KB / s, girando a unas 300 vueltas / minuto.

Dentro de la unidad de disco, un motor hace girar el disco, los datos se graban en las pistas de la superficie del disco en movimiento y se leen de esa superficie por medio del cabezal de lectura / escritura.

Discos rígidos ó disco duro

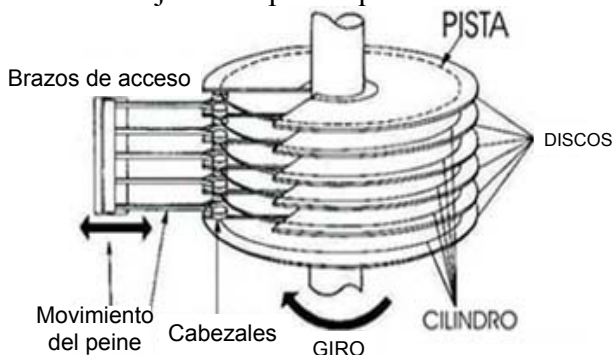
El disco rígido se instala generalmente dentro del gabinete de la computadora pero no obstante eso, también los hay del tipo removible.

Los componentes básicos de un disco rígido son: un conjunto de discos rígidos (por ejemplo 4) llamados platos, sellados dentro de una caja metálica; un eje en el cual se montan; una serie de cabezales de lectura / escritura, por lo menos una para cada lado de cada plato; un motor para hacer girar el eje (con sus discos), otro para posicionar los cabezales en el cilindro que se desea leer o escribir y elementos electrónicos integrados que permiten controlar todos estos procesos.



En general, los platos son de metal (aluminio), y ambos lados se encuentran cubiertos con una capa delgada de óxido de hierro.

El conjunto de pistas que son leídas simultáneamente por los cabezales, se denomina cilindro.



Cuando el software de aplicación indica al sistema operativo a que debe leer o escribir a un archivo, solicita que el controlador del disco rígido traslade los cabezales de lectura/escritura a la tabla de asignación de archivos²⁸. El sistema operativo lee para determinar en qué punto comienza un archivo en el disco, o qué partes del disco están disponibles para guardar un nuevo archivo.

Cinta Magnética.

La unidad de cinta es un dispositivo de acceso secuencial.

La cinta magnética es frecuentemente usada para respaldar el contenido de las unidades de disco duro, además, es muchas veces el medio elegido para almacenar archivos grandes que se leen y procesan secuencialmente.

Debido a que se debe acceder secuencialmente, es muy difícil leer y escribir en una misma cinta. Es recomendable tener dos unidades de cinta, una para leer y otra para escribir.

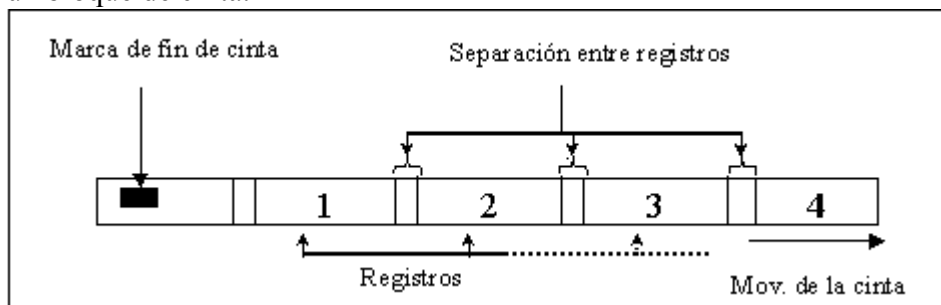
Los datos se almacenan en forma de pequeñas partes en el material magnetizable que cubre una cara de la cinta de plástico. La superficie recubierta de la cinta se divide en columnas verticales (o cuadros) e hileras horizontales (pistas).

Es común utilizar 9 pistas para grabar datos en carretes de cinta estándar de media pulgada de ancho. Sin embargo, se emplean sistemas de cinta que graban 18 pistas de datos en la misma superficie. La cinta de estos sistemas se almacena en cartuchos.

Dado que cualquier cinta magnética es un medio continuo, la identificación de los registros puede hacerse separándolos mediante espacios en blanco. Esta separación se crea automáticamente al grabar los datos en la cinta. Cuando se leen los datos de un registro de una cinta en movimiento, la cinta se detiene al llegar a una separación. Permanecerá inmóvil hasta que se termine de procesar el registro y a continuación se mueve otra vez para pasar el siguiente registro a la computadora. El procedimiento se repite hasta que se procesa todo el archivo. Los archivos pueden ser de longitudes variables. Si la cinta contiene un gran número de registros muy cortos y si cada uno de los registros está separado por medio de una separación entre

²⁸ Si esta tabla se deteriora, resultará prácticamente imposible recuperar la información del disco.

registros es posible que más de la mitad de la cinta este en blanco y que se interrumpa constantemente el movimiento de la cinta. Para evitar esta situación ineficiente, es posible unir varios registros cortos para formar un bloque de cinta.



La capacidad de un carrete común de cinta de 10½ " de diámetro, que tiene una longitud de 28800 pulgadas y puede grabar hasta 6250 caracteres en cada pulgada, dependiendo de la unidad de cinta que se utilice, entonces la capacidad máxima de la cinta será de unos 180 millones de caracteres. Además, los cartuchos modernos de 18 pistas pueden lograr una densidad de datos 6 veces mayor.

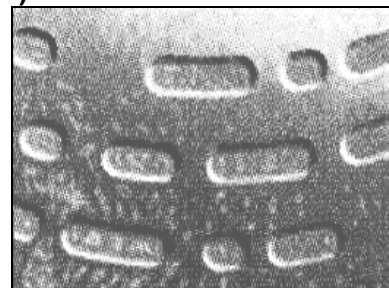
La cinta se utiliza para el procesamiento por lotes. Es necesario leer y procesar toda la cinta para actualizar todos los registros de un archivo organizados en forma secuencial. Si se requiere acceso frecuente a los registros del archivo en forma rápida y aleatoria, el archivo no deberá almacenarse en cinta magnética.

Medios Ópticos

Lectores, lectograbadores y regrabadores (CD, DVD)

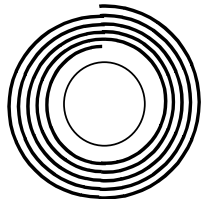
En los CD-ROM y DVD, la información se almacena en una lámina, generalmente compuesta por una aleación de aluminio, que refleja la luz.

Durante el proceso de grabación, se provoca una deformación en la superficie reflectora, creando dos niveles. Así, sobre un pequeño fragmento definido del área, se podrá reconocer uno de esos niveles por medio de la reflexión de haces de luz coherentes (LÁSER).



Las zonas de la superficie con información, son desarrolladas en una espiral continua.

El disco gira y el sistema lector recorre la espiral desde el centro a la periferia.



Lector de CD

Almacenamiento masivo de estado sólido

Memorias Flash

Las memorias Flash, se puede borrar eléctricamente al igual que las EEPROM. La principal diferencia, es que la tecnología de tipo Flash, permite una mayor densidad de integración aumentando así la capacidad de almacenamiento, bajando el costo y además, tienen mayor velocidad de acceso.

La tecnología Flash puede ser de varios tipos. La primera en aparecer fue introducida por Toshiba 1984 y se caracterizaba por permitir un gran número de ciclos de borrado escritura (de 10000 a 100000) y por ofrecer un acceso "completamente aleatorio" a su contenido. Otras posteriores, como las presentadas en 1989 (Toshiba Samsung) permitían velocidades de lectura y escritura mayores, diez veces más ciclos de borrado escritura, y mayor densidad de integración. Un aparente inconveniente de estas últimas, es que el acceso a su contenido no era "completamente aleatorio" y debían ser accedidas de forma secuencial, pero esto puede resultar muy útil, por ejemplo, en el almacenamiento de código de programa en microcontroladores. Estas tecnologías son mayoritariamente utilizadas en aplicaciones de almacenamiento masivo de datos.

La mayor capacidad, y el reducido costo han convertido a la memoria Flash en la memoria no volátil más utilizada en dispositivos móviles.

Existen un gran cantidad de modelos con diferentes prestaciones orientados al mercado industrial, y también en forma de tarjetas externas orientadas al mercado de consumo (cámaras, agendas electrónicas, teléfonos móviles...). Algunas de ellas son: Compact Flash, SD-MultiMediaCard, Smart Media , Memory Stick, etc.



El acceso a estas memorias, se realiza mediante protocolos de “conexión – comunicaciones” potentes y fáciles de implementar, lo cual ha extendido su empleo.

Flash USB

Ofrecen una increíble combinación de alta capacidad de almacenamiento, altas velocidades de transferencia de datos y gran flexibilidad. Las unidades Flash USB, también conocida como Llave USB o Pen drive, tienen una capacidad de almacenamiento mucho mayor que una unidad de CD_ROM o un disco flexible estándar. Éstas proporcionan un método fácil para descargas rápidas y transferencia de archivos digitales.

Las unidades Flash USB incorporan un controlador y trabaja con la gran mayoría de los ordenadores y dispositivos que incorporan la Interfaz de bus serie universal, incluyendo la mayoría de los PC, PDA y los reproductores MP3.

Aparecieron con una capacidad de tan sólo 16 MB, en la actualidad no encuentran el límite.

No necesitan pilas, y son auto instalables en los sistemas operativos más modernos. En los anteriores al año 2000 pueden requerir drivers de instalación. Al conectar el dispositivo al puerto USB del ordenador, el sistema detecta automáticamente el dispositivo y lo considera “Disco extraíble” y la forma de trabajar con esta unidad de disco es exactamente igual que la que utilizamos con el “Disco duro”.

La evolución, de las memorias Flash al disco duro de estado sólido

Los discos duros SSD (Solid State Drive) actualmente sustituyen a los discos duros convencionales en dispositivos portátiles o para crear dispositivos de pequeño tamaño que manejan estas unidades de estado sólido como disco duro y memoria.

Tienen menor peso, su tamaño es cada vez más pequeño y tienen mayor capacidad. Proveen un arranque más rápido, un menor tiempo de acceso a los datos (eliminan el problema de la latencia de discos rígidos convencionales) y soportan mejor las vibraciones (además, no generan ruido). Producen mucho menos calor sobre su superficie en momentos de alta transferencia de datos y un menor consumo de energía, lo que repercute en la duración de la batería y el funcionamiento general de un equipo portátil.

Sin embargo, por el momento, estos dispositivos mantienen un precio por Gigabytes más alto que los discos duros convencionales y su ciclo de vida es más corto.

A	CRISTAL LÍQUIDO35	IMPRESORAS..... 35
A. L. U.4	CUATRO DIRECCIONES19	IMPRESORAS DE INYECCIÓN
A.L.U. DE DOS REGISTROS..12	D	(INKJET) 36
A.L.U. DE TRES REGISTROS 12	DE IMPACTO36	IMPRESORAS LÁSER..... 36
A.L.U. DE UN REGISTRO12	DECODIFICADOR.....17	INDEPENDIENTE 10
ABSOLUTO26	DENSIDAD DE GRABACIÓN..38	INDEXADO 27
ACCESO.....5	DESBORDE13	INFORMACIÓN 14
ACCESO ASOCIATIVO.....5	DETECTOR LECTOR DE	INHERENTE 28
ACCESO DIRECTO A MEMORIA	BARRAS IMPRESAS34	INMEDIATO..... 28
(DMA).....11, 31	DIRECCIÓN17	INSTRUCCIÓN DE SALTO..... 19
ACUMULADOR15	DIRECCIÓN DE ENTRADA -	INSTRUCCIÓN EJECUTABLE 18
ACUMULADOR4	SALIDA.....9	INSTRUCCIONES 18
ANCHO DE BANDA17	DIRECCIONAMIENTO DIRECTO	INSTRUCCIONES DE RUPTURA
APUNTADORES3328 19
ARRASTRE13	DIRECCIONAMIENTO	INSTRUCCIONES DE
B	INDIRECTO.....28	TRANSFERENCIA 20
BIDIRECCIONAL.....9	DIRECCIONES POSIBLES17	INTERCONEXIONES EN EL
BLOQUES.....38	DISCO MAGNÉTICO38	PROCESADOR 9
BUS.....9	DISCOS FLOTANTES O	INTERRUPCIONES 30
BUS DE CONTROL11	FLOPPY DISC.....38	INTRODUCCIÓN A MODOS DE
BUS DE DATOS9	DISCOS RÍGIDOS Ó DISCO	DIRECCIONAMIENTO 26
BUS DE DIRECCIONES9, 10	DURO38	IRQ 30
BUS FÍSICO DE DIRECCIONES	DISPOSITIVOS DE ENTRADA33	IRQ – INTERRUPT REQUEST 11
.....10	DISPOSITIVOS DE MEMORIA	J
BÚSQUEDA.....16	MASIVA AUXILIAR.....37	J. VON NEUMANN..... 3
C	DISPOSITIVOS DE SALIDA...34	JERARQUÍAS..... 6
C. P. U4, 6	DOS BUSES LÓGICOS.....10	L
C. U.....3	DOS DIRECCIONES20	LÁSER..... 40
CABLEADA.....16	E	LECTORES,
CAMPO DE DIRECCIONES....18	EEPROM.....6	LECTOGRABADORES Y
CANALES DE DATOS.....29	EJECUCIÓN16	REGRABADORES (CD, DVD)
CAPACIDAD38	EJEMPLO DE EJECUCIÓN DE 40
CAPACIDADES DE	UN FRAGMENTO DE	LIFO..... 5
ALMACENAMIENTO6	PROGRAMA.....23	LÍNEAS DE DIRECCIONES... 17
CARRY13	EPROM6	LSB 13
CELDA.....17	ESCLAVO9	M
CERO.....13	ESTADO14	M. A. R..... 12
CICLO DE INSTRUCCIÓN.....21	ESTADOS15	M. B. R..... 12
CINTA MAGNÉTICA.....39	ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	M.A.R..... 15
CLASIFICACIÓN DE	PRINCIPAL.....17	M.B.R..... 15
COMPUTADORAS20	EXECUTE4	MACROCOMPUTADORA..... 20
CLASIFICACIÓN DE	F	MAESTRO..... 9
COMPUTADORES19	FASE DE BÚSQUEDA.....21	MAINFRAME 20
CLASIFICACIÓN DE MODOS DE	FASE DE EJECUCIÓN22	MAPEADO..... 10
DIRECCIONAMIENTO.....26	FETCH 4, 15	MASTER..... 9, 31
CLOCK.....16	FIFO5	MATRIZ DE PUNTOS 36
CÓDIGO DE INSTRUCCIÓN4	FILA.....5	MEDIOS MAGNÉTICOS 37
CÓDIGO DE OPERACIÓN.....18	FLASH ROM6	MEDIOS ÓPTICOS 40
COLA5	FORMAS DE ACCESO.....5	MEGABYTES 20
COLECTIVO9	FORMATEO38	MEMORIA 5
COMPUTADORA PERSONAL 20	FUNDAMENTOS DE LA UNIDAD	MEMORIA CACHE..... 6
CONDICIONALMENTE19	DE ENTRADAS Y SALIDAS 29	MEMORIA DE ACCESO
CONDUCTORES Y SEÑALES..9	G	ALEATORIO 5
CONTADOR DE PROGRAMA ..5	GENERALIDADES.....2	MEMORIA PRINCIPAL 5, 17
CONTADOR DE PROGRAMA -	I	MEMORIAS SECUENCIALES.. 5
P. C19	IMPLÍCITO28	MEMORIAS SECUNDARIAS
CONTADOR DE PROGRAMA	IMPRESORAS3	MASIVAS 6
(PC).....15		MEMORY ADDRESS REGISTER
CONTROLADOR DE DMA.....31	 12
CONTROLADORES29		

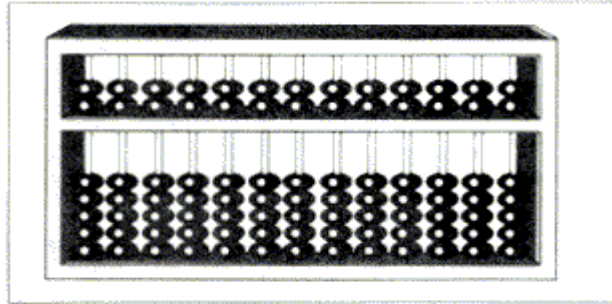
MEMORY BUFFER REGISTER	12	PILA.....	5	SEÑAL ELÉCTRICA	9
MICROCOMANDOS DE CONTROL.....	16	PISTAS.....	38	SEÑALES DE ESTADO	13, 16
MICROCOMPUTADORAS	29	PRIORIDAD	31	SLAVE	9
MICROINSTRUCCIONES	16	PROCESADORES DE UNA SOLA DIRECCIÓN.....	20	STACK.....	5
MICROPROCESADOR	20	PROGRAM COUNTER.....	5	STACK POINTER - S P	15
MICROPROGRAMADA.....	16	PROGRAMADA	30	SUMA Y RESTA.....	13
MINICOMPUTADORA.....	20	PROM.....	6	SUPERCOMPUTADORA.....	20
MIPS	20	R		SUPERMINICOMPUTADORA	20
MODO DE DIRECCIONAMIENTO.....	26	R A M	5	T	
MONITORES	3	R.W.M	5	TECLADO.....	33
MONITORES	35	RATÓN.....	33	TEMAS TRATADOS	1
MOVIMIENTO.....	20	REGISTRADORES GRÁFICOS (PLOTTERS).....	36	TIEMPO DE ACCESO	6
MSB	13	REGISTRO ACUMULADOR.....	13	TIEMPO DE CICLO DE MEMORIA.....	17
MULTIPLEXOR.....	13	REGISTRO DE ESTADOS	13	TIPO DE INSTRUCCIONES ...	18
N		REGISTRO DE INSTRUCCIÓN	15	TOMAS DE DECISIÓN	19
NO IMPACTO	36	REGISTRO DE INTERCAMBIO DE MEMORIA	17	TRC	35
O		REGISTRO EN LA C. P. U	4	TRES BUSES.....	29
OPERACIONES ARITMÉTICAS	13	REGISTRO PUNTERO DE MEMORIA	15	U	
OPERANDOS	18	REGISTRO PUNTERO DE PILA	15	UN SOLO BUS.....	29
ORGANIZACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS	30	REGISTRO TEMPORAL DE DIRECCIÓN DE OPERANDO	18	UNIDAD ARITMÉTICO - LÓGICA	4
OVER FLOW	13	REGISTRO TEMPORAL DE DIRECCIÓN DE OPERANDO (REG. TEMP. DIR. DE OP.).....	15	UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO	4
OVER FLOW - OF	14	REGISTRO TEMPORAL DE OPERANDO (R. T. OP.).....	15	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO	12
P		REGISTROS	15	UNIDAD DE CONTROL3, 13, 14, 16	
PAGINADO.....	28	RELATIVO	26	UNIDADES DE ENTRADA / SALIDA	29
PALABRA DE MEMORIA	5	RELOJ.....	16	UNIDADES DE ENTRADA Y DE SALIDA	3
PALANCA MANUAL DE CONTROL (JOYSTICK).....	34	ROM.....	6	UNIDIRECCIONAL.....	9
PALM	20	S		W	
PARIDAD	13	SALTO.....	19	WORKSTATION.....	20
PC	5	SECTORES	38	Z	
PDA.....	20	SELECTOR.....	17	ZERO.....	13, 14
PERIFÉRICOS Y DISPOSITIVOS DE ENTRADA / SALI	32			ZUSE	2
PERSONAL DIGITAL ASSISTANT	20				

Apéndice - Antecedentes históricos:

Los orígenes del proceso de datos por medios mecánicos se remontan a unos cinco mil años antes de Cristo (A. C.). Por aquel entonces, se atribuye a los chinos la invención del ábaco.

El ábaco es un instrumento que consta de una tablilla dividida en varias columnas. La columna situada más a la derecha corresponde a las unidades y la izquierda representa las decenas, y así sucesivamente. Cada columna está constituida por una varilla dividida en dos partes: en la inferior aparecen cinco cuentas, mientras que en la zona superior existen dos o tres cuentas, representativas cada una de cinco unidades.

A pesar de su antigüedad versiones modernas del ábaco siguen utilizándose actualmente en algunos países asiáticos.



Ábaco

Proceso mecánico de datos:

Otro hito en el proceso mecánico de datos está fechado en 1617 y su autor es el matemático escocés John Napier. Éste creó un sistema de varillas numeradas o huesos de Napier que permitía operaciones de multiplicación y división.

El dispositivo consistía, sencillamente, en una serie de varillas con números grabados en el mismo orden en el que aparecen en una tabla de multiplicar convencional.

Otro de los instrumentos mecánicos, con cierta vigencia actual, es la conocida regla de cálculo. Fue en 1632 cuando William Oughtred inventó una herramienta mecánica de cálculo que permite diversas operaciones y cuyo aspecto es el de dos reglas móviles y deslizables una sobre otra. Su fundamento reside en que las distancias desde cada división de la regla hasta el extremo de la misma u origen son proporcionales a los logaritmos de los números impresos en su superficie.

Las calculadoras de Pascal y Leibnitz:

La construcción de la primera calculadora mecánica se atribuye al filósofo y científico francés Blaise Pascal. En 1642, con dieciocho años de edad, Pascal diseñó su primera calculadora para ayudar a su padre recaudador de impuestos en su trabajo.

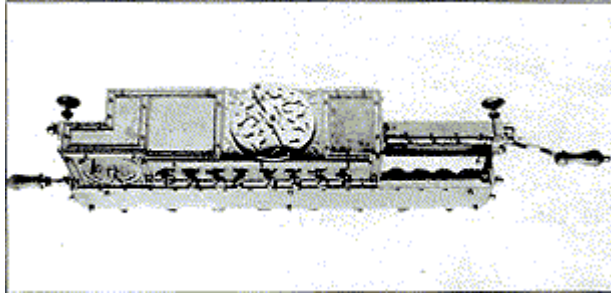
La máquina estaba construida a partir de un cierto número de ruedas dentadas, que al girar diez dientes de la primera rueda, un trinquete provocaba el avance de un diente de la segunda; al rotar diez dientes de la segunda, avanzaba uno de la tercera rueda dentada, y así sucesivamente.

A pesar de que la calculadora de Pascal permitía operar sumas y restas, su utilización era tan tediosa que aportaba pocas ventajas con respecto al cálculo manual. Basándose en la máquina diseñada por Pascal, el matemático alemán G. W. Von Leibnitz concibió en 1671 la primera calculadora capaz de realizar multiplicaciones.

Sucesivos perfeccionamientos de su máquina llevaron a Leibnitz a construir instrumentos capaces tanto de multiplicar como de dividir números mediante la realización de cadenas de sumas y restas.

Cuando se comercializaron las primeras calculadoras mecánicas, ya en el siglo XIX, éstas funcionaban basándose precisamente en el mecanismo inventado por Leibnitz.

Los trabajos de Leibnitz adquieren una gran importancia, puesto que su objetivo no era diseñar sencillamente una calculadora mecánica, sino una máquina que actuara de puente entre el enunciado de un problema y su resolución. Su máquina adelantaba ya en el siglo XVII el sentido que en la actualidad damos a los algoritmos o vías para la resolución de problemas.



Máquina de calcular diseñada por Leibnitz.

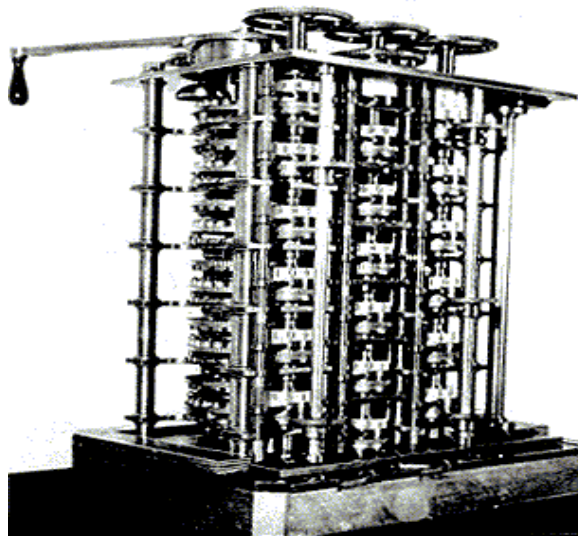
Las máquinas de Babbage:

En 1822 el matemático inglés Babbage estableció algunos de los principios de funcionamiento de las computadoras actuales, a partir de un proyecto que denominó máquina diferencial, capaz de resolver polinomios de hasta ocho términos.

Diez años más tarde, en 1833, construyó la que bautizó con el apelativo de máquina analítica, considerada como precursora de las modernas computadoras. Entre sus características cabe señalar el control secuencial de las operaciones, la inclusión de memoria, la introducción del programa por medio de tarjetas perforadas y la presencia de unidades aritmética y de entrada/salida.

El propio Babbage definió a su máquina analítica como una máquina que se muerde su propia cola, puesto que los resultados que producía podían ser utilizados como datos de entrada para un nuevo cálculo.

La máquina analítica podía realizar cualquier operación matemática y poseía una memoria capaz de almacenar hasta 1.000 números de 50 cifras. Aunque la lógica desarrollada por Babbage ha sido de gran influencia en las modernas computadoras electrónicas, su trabajo estuvo repleto de fracasos motivados por la alta complejidad de los sistemas que ingenió y por el insuficiente desarrollo de la tecnología por aquellas fechas.



Máquina diferencial de Babbage.

Tarjetas perforadas:

Babbage adoptó para su máquina las tarjetas de papel perforadas como soporte de la información. Esta técnica fue desarrollada por Bouchon en 1725, cuando ideaba un sistema para el control de telares.

Los avances en el terreno de las tarjetas perforadas como soporte de información tienen dos hitos clave:

1889, con los desarrollos del doctor Herman Hollerith que revirtieron en la creación de la tarjeta Hollerith de 80 columnas; y

1910, año en el que el matemático norteamericano James Powers creó la tarjeta perforada de 96 columnas.

Las aportaciones de Hollerith no se reducen a la tarjeta perforada. También construyó la denominada máquina tabuladora de Hollerith, adecuada para procesar sus tarjetas. Dos veces más veloz que las restantes

máquinas contemporáneas, la tabuladora de Hollerith fue utilizada en 1890 para elaborar el censo de los Estados Unidos de América.



Tabuladora eléctrica de Hollerith, patentada en 1889.

Proceso electromecánico de datos:

La tabuladora de Hollerith, y la desarrollada posteriormente por su sucesor James Powers para confeccionar el censo de E.E.U.U. correspondiente al año 1910, eran ya máquinas que combinaban mecanismos eléctricos y mecánicos para procesar la información registrada en tarjetas perforadas. Si bien no fue hasta 1944 cuando empezó a prestar servicio en la Universidad de Harvard la primera máquina electromecánica con características de auténtico computador: la denominada MARK I.

El doctor Howard Aiken, responsable de su desarrollo, puso en pie un computador electromecánico cuya secuencia de operaciones estaba controlada por una cinta perforada que actuaba como soporte de los datos y el programa. El tratamiento de los datos se realizaba en el MARK I mediante relevadores electromagnéticos (en inglés “relay”, también nombrados relé). En estos dispositivos, una pequeña corriente eléctrica que circula por una bobina de alambre conductor, genera un campo magnético que atrae una pieza ferrosa. Ese movimiento se aprovecha para poner en contacto eléctrico (o desconectar) láminas conductoras, por las cuales circula una corriente eléctrica independiente, y en la mayoría de los casos mayor, que la corriente de la bobina.

Fue el mismo año de 1944 cuando John Von Neuman propuso por primera vez, la idea de programa interno, y desarrolló los fundamentos teóricos para la construcción de las computadoras electrónicas.

Generaciones de Computadoras.

Desde que en la primera parte de la década del 50 se empezaron a utilizar las computadoras con fines comerciales, estas han evolucionado de manera tal que pueden diferenciarse cuatro generaciones.

La tecnología empleada para la fabricación de las computadoras y la arquitectura de las mismas, son los dos factores a tener en cuenta para decidir cuando termina una generación y empieza otra.

Describiremos a continuación las diferencias existentes entre las generaciones.

Primera Generación. (1951-1956)

Estas computadoras estaban basadas fundamentalmente en válvulas electrónicas, por este motivo, su tamaño era grande y su mantenimiento complicado, se calentaban a altas temperaturas, obligando a utilizar sistemas de refrigeración. Los equipos valvulares, poseían escasa confiabilidad ya que el tiempo medio entre fallas era muy inferior a una hora, esto implica que para garantizar el buen funcionamiento de un equipo se necesitaba la dedicación de un grupo de personas encargadas de su mantenimiento. Los tiempos de respuesta de los circuitos eran de varios milisegundos con lo cual un programa largo tardaba varias horas, incluso días en procesarse.

La forma de procesar de estos equipos era estrictamente secuencial. Primero el programa se perforaba en tarjetas, luego se ingresaba en la memoria de la computadora y a continuación se ejecutaba procesando las instrucciones una a una. En cada instante la computadora, se dedicaba a una sola tarea, por lo cual si se

realizaba un proceso de lectura de tarjetas perforadas, los restantes componentes del sistema permanecían inactivos a la espera de la finalización del proceso de lectura.

Con el objeto de colaborar con la sector militar estadounidense, se trabajó en una computadora que fuese capaz de calcular tablas de trayectoria de cañones. La ENIAC.

Si bien el objetivo recién se cumplió finalizada la guerra, sus inventores John Mauchly y Presper Eckert, se convencieron que las computadoras a gran escala eran viables, con lo que pusieron en marcha una compañía privada y así crearon en 1951 el Univac 1, con el cual la oficina de censos de los Estados Unidos comenzó a trabajar. Esto representó lo que se conoce como la primera generación de computadores representada por el ENIAC con 18000 válvulas, 30 toneladas de peso y una avería cada 7 minutos. No obstante efectuaba cálculos 500 veces más rápido que cualquier calculadora electromecánica de ese tiempo.

A pesar de su gran costo, este tipo de máquina se convirtió en una herramienta sumamente necesaria para los científicos e ingenieros de la época.

Segunda Generación.(1957-1963)

En las computadoras de segunda generación se reemplazaron las válvulas por los transistores. Este avance tecnológico, supuso una reducción considerable del tamaño y un aumento importante de la confiabilidad de los equipos. De todas maneras, si bien esta segunda generación permitió realizar simultáneamente operaciones de calculo y de entrada-salida, estas últimas eran lo suficientemente lentas como para lograr un aumento de las velocidades de procesamiento bastante relativo.

El transistor inventado en 1948, desempeñaba la misma función de un tubo de vacío (válvula). Los mismos, se emplearon por primera vez en 1956, suceso que dio origen a la segunda generación de computadoras.

Gracias a las mejoras ocurridas en la época, también fue más fácil y rápido programar y usar estas computadoras. Como resultado, el uso de las computadoras se difundió no solo en las empresas estatales, sino también a nivel privado, en las ciencias y en la ingeniería.

El control del clima en los laboratorios, si bien era más riguroso, no era tan preocupante ya que no se empleaban las válvulas con sus filamentos incandescentes que irradiaban calor.

Tercera Generación.(1964-1974)

El paso dado entre la segunda y tercera generación de computadoras fue de una gran magnitud. Esto se debió a la aparición del circuito integrado. Esto llevó a una nueva miniaturización de los equipos, a incrementar el tiempo medio entre fallas de la unidad central de procesamiento y a procesar instrucciones en tiempos del orden del nanosegundo (10^{-9} seg.).

En esta tercera generación, es posible la ejecución de varios programas simultáneamente, pero cada programa está ocupando la actividad de la unidad central en un tiempo dado, mientras que los restantes, trabajaban con las unidades de entrada - salida.

Este método de funcionamiento se denomina multiprogramación.

La tercera generación también permitió acercar la informática a los usuarios finales, tanto a profesionales informáticos como a los de otras especialidades.

En aquellos tiempos, el creciente programa espacial de los Estados Unidos, requería computadoras más pequeñas y veloces que las de segunda generación, así fue como los investigadores desarrollaron una tecnología que permitiera integrar cientos de transistores en un circuito integrado, el cual, rápidamente reemplazó a los equipos transistorizados.

Cuarta Generación (1975-.....?)

A fines de la década del setenta, y con la aparición del Microprocesador en un único circuito integrado (toda la CPU- incluida en un chip) , se produjo una nueva convulsión en el mundo de la informática. Es en esta generación en la que la microelectrónica ha volcado todo su potencial en el hardware de las computadoras, aportando circuitos integrados de media, alta y muy alta escala de integración (cientos de miles de componentes integrados).

La invención del microprocesador en un monocristal de silicio, causó cambios inmediatos y profundos en la apariencia y en la capacidad de procesamiento de las computadoras de aquel entonces.

Es la P.C. (Computadora Personal) la protagonista indiscutible de esta cuarta generación llegando a prestaciones similares a las de mini computadores de pocos años antes. Con ella la computación ha logrado una enorme popularidad y la herramienta computadora está presente en la mesa de trabajo de los profesionales, como así también en fábricas, escuelas y hogares.

En la división en generaciones hasta aquí desarrollada, la tecnología utilizada permitió que una generación presentase mayor velocidad, mayor capacidad de memoria y menor tamaño que su generación predecesora.

En estas cuatro generaciones predomina la construcción de computadoras según el modelo de Von Newmann. El denominado proyecto de quinta generación plantea el desarrollo de computadores con procesadores en paralelo.

Proyecto de Quinta Generación.(.... actual?)

Se anunció en Japón en 1982 el proyecto de computadoras de quinta generación. El nuevo modelo de computador pretendía innovar las técnicas informáticas en especial en los aspectos de velocidad de procesamiento, operaciones con lógica simbólica y aplicaciones orientadas a Inteligencia Artificial.

Esta generación se caracteriza por poseer una arquitectura paralelo, esto implica varios procesadores realizando varias tareas en forma simultánea y coordinados por otro procesador.

Es evidente, que la computación paralela necesita un mercado donde se realicen grandes cantidades de cálculos numéricos.

El río de la computación: Una mirada corriente arriba

para 1500 ac papiro, bibliotecas, tabletas de arcilla, ábaco

Siglo ix un texto budista es el primer libro impreso conocido

Siglo xi tipos móviles, sistema numérico decimal, notación musical

Siglo xii ábaco moderno

Siglo xv imprenta de Gutenberg

Siglo xvi símbolos algebraicos, lápiz

Siglo xvii cálculo, calculadora de Pascal, probabilidad, aritmética binaria, periódicos, buzones

Siglo xviii máquina de escribir, impresión en tres colores, Revolución Industrial

Siglo xix telar automatizado, máquina analítica, telégrafo, tubo de vacío, tubo de rayos catódicos, teléfono, fotografía a color, máquina de procesamiento de datos de Hollerith, radio, grabaciones de sonido

Principios del siglo xx producción automatizada por línea de montaje, computador analógico, televisión, cine

1939 Atanasoff crea el primer computador digital

1939 Zuse termina el primer computador programable de propósito general

1943 el computador Colossus de Turing descifra los códigos nazis

1944 Aiken termina el Mark I

1945 Von Neumann propone almacenar programas en forma de datos

1946 Mauchly y Eckert diseñan el ENIAC

1947 Shockley, Brittain y Ardeen inventan el transistor

1949 Orwell escribe 1984, una novela sobre totalitarismo y computadores

1951 se entrega el Univac I a la oficina de censos de Estados Unidos

1956 En Bell Labs se construye el primer computador transistorizado

1956 comienza la banca computadorizada

1957 la URSS lanza el Sputnik

1959 Jack Kilby y Robert Noyce producen el circuito integrado

1960 invención del láser

1962 DEC introduce el minicomputador

1962 primer sistema operativo de tiempo compartido

1964 primer caso judicial de delito por computador

1967 primera vez que el software se vende por separado

1969 primera red nacional (Arpanet, E.U.A.)

1969 primer hombre en la Luna

1969 primer microprocesador

1972 primer juego de computador casero

1974 primer microcomputador

1974 primer robot industrial controlado por computador

1975 aparece el supercomputador Cray-1

1976 Xerox es el pionero de la interfaz gráfica con el usuario

1977 Apple presenta el Apple II

1978 primer programa de hoja de cálculo

1979 aparece Pac Man

1981 IBM presenta su primer computador personal

1984 Apple presenta el Macintosh

1984 Volkswagen pierde cientos de millones de dólares por fraude computadorizado

1986 comienza a surgir la publicación electrónica

1988 un gusano en Internet afecta a 6000 computadores durante dos días

1988 se presenta el computador masivamente paralelo Connection Machine

1990 Hewlett-Packard y otros introducen los computadores de bolsillo

1990 Microsoft lanza Windows 3.0 para computadores compatibles con IBM

1991 varios fabricantes de PC lanzan productos de multimedia

1991 IBM y Apple forman equipo para desarrollar la siguiente generación de computadores personales

1992 aparecen varios computadores basados en plumas y dispositivos manuales de comunicación

1993 compañías de computadores, telefónicas y de televisión por cable forman alianzas para crear nuevos medios interactivos

Del libro "COMPUTACIÓN & INFORMÁTICA HOY", Una mirada a la tecnología del mañana. George Beekman. Addison Wesley 1995. Página 12.