

Tema 1

INFORMÁTICA BÁSICA.
CONCEPTOS DE DATOS E INFORMACIÓN.
CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN.
ELEMENTOS CONSTITUTIVOS
DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN.
CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES.
ARQUITECTURA DE ORDENADORES.
ELEMENTOS BÁSICOS. FUNCIONES.
LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO.
LA MEMORIA: TIPOS, JERARQUÍA Y MODOS
DE DIRECCIONAMIENTO.

Guion-resumen

1. Informática básica

- 1.1. Sistemas informáticos
- 1.2. Clasificaciones
- 1.3. Unidades de información
- 1.4. Sistemas de numeración
- 1.5. Concepto de sistema de información

2. Elementos que componen un sistema de información

3. Arquitectura de ordenadores. Elementos básicos y funciones

- 3.1. Arquitectura de ordenadores Von Neumann
- 3.2. Clasificación de los ordenadores según su estructura: Flynn
- 3.3. Elementos básicos

4. La Placa Base

5. La unidad central de proceso: Microprocesador

- 5.1. La unidad de control
- 5.2. La unidad aritmético lógica
- 5.3. Fases de la ejecución de una instrucción
- 5.4. Tipos de microprocesadores

6. La memoria: tipos, jerarquía y modos de direccionamiento

- 6.1. Jerarquía de memoria
- 6.2. Tipos de memorias
- 6.3. Modos de direccionamiento

7. Buses



1. Informática básica

1.1. Sistemas informáticos

1.1.1. Introducción

El término informática proviene del francés *informatique*, implementado por el ingeniero PHILIPPE DREYFUS a comienzos de la década de los 60. Informática es un acrónimo de “*information*” y “*automatique*”. De esta forma, la informática se refiere al procesamiento automático de información mediante dispositivos electrónicos.

El término sistema se aplica generalmente al conjunto de acciones, personal y procedimientos relacionados con el desempeño de una tarea. De forma similar, el término sistema informático se utiliza para nombrar al conjunto de elementos necesarios (computadora, programas, terminales, equipo humano, etc.) para la realización y explotación de aplicaciones informáticas. Es decir, es el conjunto de personas, máquinas y procedimientos que se utilizan para llevar a cabo una tarea informática o de proceso de datos.

El objetivo del presente tema es el estudio de los tipos de máquinas que se utilizan en un sistema informático.

1.1.2. Definición

Formalmente se define sistema informático como el conjunto de elementos físicos y lógicos necesarios para la realización y explotación de aplicaciones informáticas. El desarrollo de un sistema informático se compone del estudio y análisis del sistema actual y el que se pretende crear, el diseño de todos sus detalles y elementos, el diseño y programación de todos sus algoritmos, las pruebas de buen funcionamiento de los mismos, la implementación del sistema en la computadora donde va a realizar su trabajo y, por último, la evaluación del sistema y su mantenimiento.

La aplicación de la informática a las diversas situaciones a resolver por su mediación se realiza a través de los denominados sistemas informáticos. El esquema más sintético del sistema informático apropiado sería algo como:

- **Entrada:** conjunto de datos o información que debe ser procesada de forma automática.
- **Proceso:** núcleo del sistema informático que pone en práctica los métodos de proceso o tratamiento (transformación, elaboración y manipulación) de la información de entrada.
- **Salida:** información resultante del proceso operado en el sistema informático.



1.2. Clasificaciones

1.2.1. Clasificación según generaciones

Ahora vamos a ver la clasificación de las computadoras según las generaciones donde han ido surgiendo sus elementos constructivos, aplicaciones y prestaciones.

La informática es una ciencia relativamente joven, dado que tiene sus orígenes en los años 40. La historia de los ordenadores se divide en lo que se han llamado generaciones. A lo largo de las mismas hemos ido disponiendo de distintos avances tecnológicos que han marcado la aparición de máquinas más potentes, de menor costo, así como una gran cantidad de aplicaciones (programas) que nos han ido ayudando cada vez más en la resolución de tareas complejas.

Vamos a realizar un recorrido histórico por las diversas generaciones de las máquinas digitales. Hemos de tener en cuenta que anteriormente ya habían sido construidos elementos mecánicos de cálculo como el ábaco, la máquina de calcular de Pascal, de Leibniz y de diferencias de Babbage. Pero todos ellos estaban basados en medios, como se ha dicho, mecánicos y no digitales.

El paso de una generación a otra ha sido determinado por avances hardware, excepto la quinta generación, en la que el determinante ha sido el software. El salto de una generación a otra ha venido marcado siempre por características como:

- Miniaturización del tamaño de los ordenadores.
- Mayor fiabilidad: incremento del tiempo transcurrido entre dos fallos.
- Mayor potencia o capacidad de resolver problemas complejos.
- Superior velocidad de cálculo.

Existen cinco grandes generaciones en la historia de los ordenadores digitales:

- **Primera generación [1946 – 1954]**

Es la etapa de las empresas iniciales del mundo informático (*Remington Road* (UNIVAC) e IBM), que no venden sino que alquilan los ordenadores, con los elevados costes que comportan. Es la generación de las válvulas de vacío, con un soporte de programas muy rudimentarios escritos en código máquina.

- **Segunda generación [1955 – 1964]**

La invención del transistor por W. SHOCKLEY va a marcar la diferencia con la primera generación; a principios de 1960 salen al mercado los primeros ordenadores transistorizados. Surge pues, como consecuencia de la aparición del transistor que sustituyó a las válvulas de vacío.



- **Tercera generación [1965 – 1970]**

Los transistores son reemplazados por circuitos integrados (chip), que son encapsulados de gran cantidad de componentes discretos (resistencias, condensadores, diodos y transistores) sobre una pastilla de silicona o plástico. Se usan tecnologías SSI (*Short Scale Integration*-Integración a pequeña escala) y MSI (*Medium Scale Integration*-Integración a pequeña escala). Los núcleos de ferrita se sustituyen por memorias de semiconductores. Nace la microprogramación, segmentación y la multiprogramación. Nace la idea de compartir recursos por varios procesos o usuarios.

- **Cuarta generación [1971 – 1981]**

Se creó un chip con envoltorio hecho a base de silicio e integrado en una unidad central de proceso recibiendo el nombre de microprocesador por la empresa Intel (1971) que en su primera versión era de 4 bits. Luego vinieron los de 8 y 16 bits. El precio de los equipos bajó y el nivel de prestaciones aumentó. Se llegan a fabricar microprocesadores de 32 y 64 bits. La tecnología utilizada es la LSI (*Long Scale Integration*-Integración a gran escala) y la VLSI (*Very Long Scale Integration*-Integración a muy gran escala). Nace el concepto de microcomputador que consiste en un computador integrado en un chip. Y asociado a ese concepto el de PC (Computadores Personales), que son pequeños computadores para uso doméstico.

- **Quinta generación [1982 – actualidad]**

Se continúa con el desarrollo de los PC's, cada vez más rápidos y potentes. Continúa el desarrollo de los supercomputadores. Se empieza a hablar de Inteligencia Artificial. Aparecen los transputers, que son unidades microprocesadoras muy potentes con gran capacidad de memoria. Hoy día existen múltiples proyectos de investigación y experiencias ya realizadas o en curso de realización en el terreno de la Inteligencia Artificial (IA) y de los Sistemas Expertos.

1.2.2. Clasificación según el ámbito de la aplicación

Haciendo referencia a la utilización o propósito para el cual hayan sido diseñados, cabe diferenciar entre:

- **Ordenadores de uso general**

Son máquinas de gran flexibilidad, aplicables a la resolución de cualquier problema sin más que cambiar el programa que lo instruye. Puede dedicarse a distintos tipos de aplicaciones, tales como gestión administrativa, cálculo científico, etc. El que realice una tarea u otra depende pues del programa que el usuario ordene ejecutar.

Hoy día, la práctica totalidad de los ordenadores son de uso general. Los ordenadores de empresas, profesionales y particulares son algunos ejemplos. La ciencia informática también está estrechamente ligada a los ordenadores de uso general, cuya versatilidad exige la puesta en práctica en todos los métodos y medios informáticos.



- **Ordenadores científicos/técnicos**

En los primeros años de los ordenadores electrónicos era frecuente diseñar equipos especialmente orientados a aplicaciones científico/técnicas; aplicaciones que exigían una gran velocidad de cálculo y elevado espacio de almacenamiento interno; si bien, no era determinante en ellos poseer una alta velocidad en las zonas de entrada de datos y salida de información.

El criterio diferenciador con respecto a los ordenadores de uso general y a los ordenadores científicos/técnicos, reside en su especialización hacia un marco de actividad muy determinado. Por ello utilizan periféricos no convencionales y su circuitería interna está diseñada para resolver con eficiencia un determinado tipo de tareas.

- **Ordenadores especializados**

Son los que únicamente pueden utilizarse para una aplicación concreta, cuando únicamente pueden resolver un tipo concreto y particular de problemas para los que han sido diseñados. Se caracterizan porque ejecutan uno o muy pocos programas. También se denominan computadoras dedicadas.

Son múltiples los sectores industriales en los que están presentes máquinas especializadas. Por ejemplo:

- Ordenadores diseñados para el tratamiento gráfico, especialmente diseñados para analizar imágenes, manipularlas o sintetizarlas.
- Ordenadores industriales, especializados en control de procesos de fabricación. Algunos son incluso verdaderos cerebros que controlan brazos articulados o completos sistemas de robótica aplicados.

Es prácticamente imposible detallar todos los tipos de ordenadores especializados que existen, ya que su profusión ha sido elevadísima, sobre todo desde el nacimiento del procesador integrado en un chip o microprocesador.

Hoy se encuentran ordenadores especializados en el interior de un moderno automóvil, en los cajeros bancarios automáticos, en las máquinas de coser y en los equipos de alta fidelidad. Otros ejemplos serían el que contiene un robot, el ordenador para el control del tráfico, el de un horno, el de videojuegos, el microondas, etc.

Dentro de este tipo de clasificación también podemos realizar otras subdivisiones:

A) Clasificación según el ámbito de uso

Esta clasificación se realiza en función del ámbito de aplicabilidad para el cual cada máquina concreta ha sido diseñada y comercializada.

- **Ordenador de bolsillo:** hoy día se engloban aquí los Smartphone, con grandes posibilidades de comunicación e integración mediante aplicaciones colaborativas de muy distinta naturaleza.



- **Ordenador doméstico:** pensado para juegos, aprendizaje asistido por ordenador de diversas materias, gestión de agendas, pequeñas contabilidades domésticas, etc.
- **Ordenador profesional:** diseñado para satisfacer las necesidades de proceso de datos de una amplia gama de profesionales y también de pequeñas oficinas técnicas o empresas familiares.
- **Ordenador departamental:** ordenador con capacidad local para abordar con autosuficiencia la mayoría de necesidades del departamento, pero vinculado a un ordenador de mayor potencia y capacidad de archivos para aquellos procesos que requieren una mayor potencia en el procesador.
- **Ordenador central:** ordenador central de la empresa al cual recurren todos los usuarios cuando la capacidad local es insuficiente o para procesos compartidos.
- **Red de ordenadores:** conjunto de ordenadores vinculados entre sí para ofrecer un mismo tipo de servicio a todo un conjunto muy amplio de usuarios de forma repartida para evitar sobrecargas y evitar que la caída de un ordenador único central represente la caída de todo el servicio.

B) Clasificación funcional de los ordenadores

Atendiendo al uso que hacemos de los ordenadores podemos dividirlos en:

- **Servidores:** ordenadores que prestan servicios a otros ordenadores. Son necesarios para aquellas situaciones en las que hay varios ordenadores que deben estar conectados entre sí. El servidor suele almacenar los programas y los datos comunes más importantes y sirve de punto de conexión para los ordenadores entre sí. Es el ordenador central de numerosas instalaciones de empresas de traducción.
- **Ordenadores personales:** ordenadores pensados para realizar tareas de manera independiente. Si la instalación cuenta con un servidor, pueden estar conectados al servidor y a través de él a otros ordenadores de la instalación. En la actualidad además, los ordenadores personales pueden conectarse directamente a Internet.

1.2.3. Clasificación según el tipo de señal que manejan

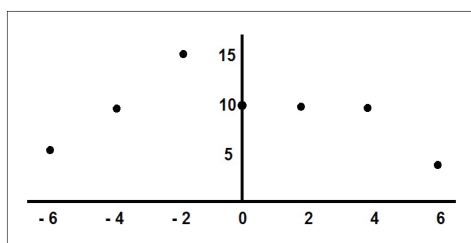
En algunos procesos de tratamiento de la información, esta se representará mediante magnitudes físicas (tensión, intensidad, temperatura, presión, etc.). Cuando estas pueden tomar un valor cualquiera dentro de un rango predeterminado, se dice que el sistema es del tipo analógico. Frente a estos sistemas están los sistemas digitales, en los que las magnitudes solo toman valores discretos. Por ejemplo, si se utilizan señales de tensión para representar la información y estas señales toman los valores 5 y 0 voltios, el sistema es digital. Un sistema digital restringido a solo dos valores discretos, que se pueden representar mediante un bit, se dice que es binario.



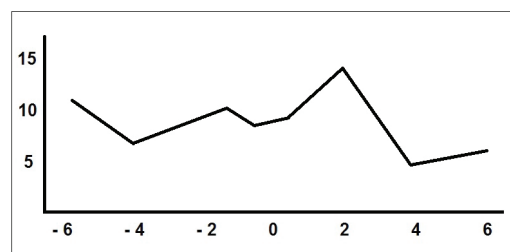
Antes de hacer una clasificación formal de las computadoras según el tipo de señales que manejan, vamos a definir los conceptos fundamentales que intervienen en la misma.

Se dice que un suceso es de tipo continuo cuando la escala de manifestación de sus variables no tiene discontinuidades. Estos sucesos se denominan analógicos. Son ejemplos: el tiempo, la temperatura, el caudal de un río, etc. Son el tipo de señales que más se presentan en el mundo real.

Si la escala de manifestaciones de las variables de un suceso solo tiene determinados valores, se dice que es de tipo discreto y recibe el nombre de digital. Son ejemplos: tirar una moneda, la altura de un grupo de personas, el peso, etc.



MAGNITUDES DISCRETAS



MAGNITUDES CONTINUAS

En una primera división podemos decir que existen tres tipos de computadoras: **analógicas, digitales e híbridas**. Esta división se realiza atendiendo al tipo de información que es capaz de procesar.

- **Las computadoras analógicas** usan magnitudes que simulan a través de números el mundo físico actual. Están basadas en un componente analógico denominado amplificador operacional. El objetivo principal de estas computadoras es la resolución de ecuaciones diferenciales (usadas en estudios superiores científicos). Su funcionamiento está dado por una unidad de control y su programación está dada por hardware a base de diferentes esquemas de conexión. Como hemos dicho su finalidad principal es el cálculo científico de problemas de cálculos complejos y es por ello que apenas se usan a nivel empresarial, profesional o particular.

La programación de los computadores analógicos se realiza mediante la creación de macrocircuitos conectados a través de cables externos. Los macrocircuitos que se conforman deben ser descritos mediante el mismo tipo de ecuaciones continuas o discontinuas que son válidas para el fenómeno que se trata de modelar, por lo que los resultados que se miden en los circuitos electrónicos son análogos a las variables físicas del fenómeno estudiado.

Tienen semejanza con instrumentos de medida tales como amperímetro, voltímetro, termómetro, etc.; los cuales controlan la medida de una magnitud de forma continua. Usualmente los voltajes admitidos en los ordenadores analógicos varían entre -10



voltios y + 10 voltios, y se incluyen todos sus valores intermedios. Dentro del computador analógico existen tarjetas constituidas por circuitos electrónicos que cumplen las funciones de integrar con relación al tiempo, voltajes variables de corriente continua, de sumar voltajes, de invertir el signo de los voltajes, de multiplicar voltajes de entrada por una constante predefinida, de multiplicar voltajes variables. Adicionalmente se incluyen puertas lógicas OR, NOR, AND, NAND, FLIP-FLOP, etc., para aumentar la capacidad de modelamiento.

Los ordenadores analógicos aprovechan la similitud matemática entre las interrelaciones físicas de determinados problemas y emplean circuitos electrónicos o hidráulicos para simular el problema físico.

El ordenador analógico es un dispositivo electrónico o hidráulico diseñado para manipular la entrada de datos en términos de, por ejemplo, niveles de tensión o presiones hidráulicas, en lugar de hacerlo como datos numéricos. El dispositivo de cálculo analógico más sencillo es la regla de cálculo, que utiliza longitudes de escalas especialmente calibradas para facilitar la multiplicación, la división y otras funciones. En el típico ordenador analógico electrónico, las entradas se convierten en tensiones que pueden sumarse o multiplicarse empleando elementos de circuito de diseño especial. Las respuestas se generan continuamente para su visualización o para su conversión en otra forma deseada.

- **Las computadoras digitales** procesan información de tipo digital (los 0 y 1 tan conocidos) asociada a dos únicos voltajes fijos o casi fijos de 0 voltios y 5 voltios, respectivamente. Son los más utilizados hoy en día (alrededor del 95%). Las partes y funcionamiento interno de este tipo de computadoras será estudiado en profundidad en el siguiente epígrafe.

Los ordenadores digitales resuelven los problemas realizando cálculos y tratando cada número dígito por dígito. Todo lo que hace un ordenador digital se basa en una operación: la capacidad de determinar si un conmutador, o 'puerta', está abierto o cerrado. Es decir, el ordenador puede reconocer solo dos estados en cualquiera de sus circuitos microscópicos: abierto o cerrado, alta o baja tensión o, en el caso de números, 0 o 1. Sin embargo, es la velocidad con la cual el ordenador realiza este acto tan sencillo lo que lo convierte en una maravilla de la tecnología moderna. Las velocidades del ordenador se miden en megahercios, o millones de ciclos por segundo. Un ordenador con una velocidad de reloj de 2.400 MHz, velocidad bastante representativa de un microordenador o microcomputadora actual, es capaz de ejecutar 2.400 millones de operaciones discretas por segundo, mientras que las supercomputadoras utilizadas en aplicaciones de investigación y de defensa alcanzan velocidades de miles de millones de ciclos por segundo.

El desarrollo de procesadores capaces de manejar simultáneamente 16, 32 y 64 bits de datos ha permitido incrementar la velocidad de los ordenadores. La colección completa de configuraciones reconocibles, es decir, la lista total de operaciones que una computadora es



capaz de procesar, se denomina conjunto, o repertorio, de instrucciones. Ambos factores, el número de bits simultáneos y el tamaño de los conjuntos de instrucciones, continúa incrementándose a medida que avanza el desarrollo de los ordenadores digitales modernos.

- **Las computadoras híbridas** poseen características de las dos anteriores. Se suele tratar de una computadora digital que procesa información analógica, para lo cual tiene sus entradas y salidas controladas por medios de convertidores analógico-digitales y digitales-analógicos. Combinan el potencial de los computadores analógicos con la capacidad de los ordenadores digitales. Generalmente los componentes digitales de este tipo de ordenadores cumplen las funciones de sistemas de adquisición y almacenamiento automático de señales analógicas, y de sistemas de generación de señales. Por su parte, los componentes analógicos realizan el procesamiento análogo de ecuaciones complejas.

Los cálculos los realizan de forma analógica mientras que la entrada y salida de datos se hace de modo digital. La utilización del ordenador híbrido es frecuente en el control de procesos industriales, en ellos las funciones principales son controladas por un ordenador digital, mientras que la entrada de datos y salida de resultados se hace empleando ordenadores analógicos conectados con el digital.

1.2.4. Clasificación según su potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento (clasificación técnica)

Todos los ordenadores digitales modernos son similares conceptualmente con independencia de su tamaño. Sin embargo, pueden dividirse en varias categorías según su precio y rendimiento: el ordenador o computadora personal es una máquina de coste relativamente bajo y por lo general de tamaño adecuado para un escritorio (algunos de ellos, denominados portátiles, o *laptops*, son lo bastante pequeños como para caber en un maletín); la estación de trabajo, un microordenador con gráficos mejorados y capacidades de comunicaciones que lo hacen especialmente útil para el trabajo de oficina; el miniordenador o minicomputadora, un ordenador de mayor tamaño que por lo general es demasiado caro para el uso personal y que es apto para compañías, universidades o laboratorios; y el *mainframe*, una gran máquina de alto precio capaz de servir a las necesidades de grandes empresas, departamentos gubernamentales, instituciones de investigación científica y similares (las máquinas más grandes y más rápidas dentro de esta categoría se denominan superordenadores).

Una posible clasificación de los ordenadores, en función de su capacidad (entendiéndose por esta la cantidad y calidad de recursos que posee una computadora para realizar trabajos complejos), sería la que se expone a continuación. Podemos distinguir:

- a) **Supercomputadoras:** son aquellas con capacidades de cálculo muy superiores a las computadoras corrientes y de escritorio y que son usadas con fines específicos. De muy alto coste (de decenas de millones de euros en adelante), existen actualmente menos de un millar en el mundo y son gestionadas por personal muy especializado. Su uso



está limitado a organismos gubernamentales, militares y científicos; actualmente alcanzan velocidades de centenas de petaFLOPs (1.015 operaciones en coma flotante por segundo).

- b) **Computadoras o mainframes:** se trata también de grandes ordenadores cuya finalidad suele ser dar soporte a grandes redes de comunicaciones con miles de usuarios integrados en las mismas. Está diseñada para dar servicio a grandes empresas y organizaciones. Su potencia de cálculo es menor que las anteriores, pero sigue siendo del orden de varios millones por segundo. Soportan un gran número de terminales o estaciones de trabajo. Pueden intervenir en procesos distribuidos en los que se conectan varias computadoras en paralelo, para así repartirse el trabajo a realizar. Un ejemplo serían las series Z de IBM.
- c) **Superminiordenadores:** son equipos dedicados a tareas departamentales dentro de un organismo o empresa. Su principal capacidad es la de soportar gran cantidad de terminales, pues están orientados a la gestión. Dado su bajo precio en comparación con los grandes ordenadores, han ganado cuota de mercado frente a ellos.
- d) **Miniordenadores:** equipos menos voluminosos con capacidad también para soportar a cientos de usuarios, pero con menores prestaciones. Su ventaja es un menor coste. Se trata de los que integran el núcleo de las pequeñas redes. Un ejemplo sería la VAX y la AS/400.
- e) **Microordenadores:** equipos monousuario con tecnología y prestaciones inferiores a los miniordenadores y, por tanto, con costes inferiores a las mismas. Su funcionamiento interno se basa en un microprocesador. Con él se consigue cubrir una serie de prestaciones de potencia, cálculo, manejabilidad, portabilidad, precio, etc., que cubren la gama más baja y a la vez más popular del mundo de las computadoras. Suelen ser los ordenadores que podemos encontrar en el ámbito doméstico. Dentro de las microcomputadoras se pueden distinguir dos grandes grupos:
 - **Estaciones de trabajo (Workstation):** equipos monousuario de grandes prestaciones, entre las que destacan una gran capacidad de memoria principal (RAM) y velocidad de cálculo. Permiten la conexión de una red con una computadora de mayor potencia.
 - **Ordenadores personales (Personal Computer- PC):** equipo fácil de usar y de grandes prestaciones. Generalmente posee un solo puesto de trabajo. Actualmente la mayor gama de equipos hardware y de aplicaciones software que existen en el mercado pertenecen a este grupo. Dentro de este tipo existe una clasificación según el tamaño, prestaciones, precio, etc. Los tipos más conocidos son: Desktop, Portátil, Notebook y Tablet-PC.
- f) **Nanoordenadores:** a esta categoría pertenecen equipos con muy pocas prestaciones y orientados principalmente al entretenimiento doméstico. Hasta hace algunos años tuvieron amplio uso, aunque actualmente se están difundiendo ampliamente como consolas de videojuegos.



***Nota:** hemos de especificar que la separación entre una categoría y otra no está totalmente clara, ya que un mismo ordenador podrá pertenecer a un apartado u otro en función de los componentes instalados.*

Por ejemplo, hoy en día podemos decir que los ordenadores personales suelen tener en torno a los 4 – 8 Gb de memoria RAM, mientras que un ordenador profesional puede llegar a los 128 Gb.

La tendencia actual de los sistemas informáticos es el diseño de sistemas abiertos. Estos se definen como aquellos sistemas cuyas especificaciones son admitidas, aprobadas y mantenidas por los organismos de estandarización y normalización existentes. Sus características fundamentales son:

- **Portabilidad:** posibilidad de utilizar el mismo software en computadoras de diferentes fabricantes.
- **Interoperabilidad:** posibilidad de que ordenadores de diferente fabricante trabajen conjuntamente.
- **Escalabilidad:** posibilidad de utilizar el mismo software en diferentes tipos de computadoras, desde un microordenador hasta un mainframe.

1.3. Unidades de información

Según la Real Academia de la Lengua Española, un BIT (*Binary digit* o dígito binario) es una unidad de medida de cantidad de información, equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables tomando valores 1 o 0. A la combinación de 4 bits la llamaremos NIBBLE, cuarteto o medio octeto y a la combinación de 8 bits la llamaremos BYTE u octeto.

Pero siguiendo con nuestro lenguaje, cuando nosotros tengamos que formar palabras, párrafos, documentos o información de mucho mayor tamaño no podremos bastarnos con los bytes, sino que emplearemos unidades mayores para facilitar el manejo de dicha información. Estaremos hablando de los múltiplos del byte: kilobyte, Megabyte, Gigabyte, Terabyte, Petabyte.



Resumiendo, podemos expresar nuestras unidades en la siguiente tabla:

UNIDADES DE INFORMACIÓN					
Sistema Internacional (decimal)			ISO/IEC 80000-13 (binario)		
1 kilobyte (kB)	1000 bytes	10^3	1 kibibyte (kiB)	1024 bytes	2^{10}
1 megabyte (MB)	1000 kB	10^6	1 mebibyte (MiB)	1024 kiB	2^{20}
1 gigabyte (GB)	1000 MB	10^9	1 gibibyte (GiB)	1024 MiB	2^{30}
1 terabyte (TB)	1000 GB	10^{12}	1 tebibyte (TiB)	1024 GiB	2^{40}
1 petabyte (PB)	1000 TB	10^{15}	1 pebibyte (PiB)	1024 TiB	2^{50}
1 exabyte (EB)	1000 PB	10^{18}	1 exbibyte (EiB)	1024 PiB	2^{60}
1 zettabyte (ZB)	1000 EB	10^{21}	1 zebibyte (ZiB)	1024 EiB	2^{70}
1 yottabyte (YB)	1000 ZB	10^{24}	1 yobibyte (YiB)	1024 ZiB	2^{80}
1 brontobyte (BB)	1000 YB	10^{27}	1 bronbibyte (BiB)	1024 YiB	2^{90}
1 geopbyte	1000 BB	10^{30}	1 gebibyte	1024 BiB	2^{100}
1 saganbyte	1000 geopbyte	10^{33}	1 sabibyte	1024 gebibyte	2^{110}
1 pijabyte	1000 saganbyte	10^{36}	1 pibibyte	1024 sabibyte	2^{120}

1.4. Sistemas de numeración

1.4.1. Sistemas de representación de la información

Entendemos por **sistema de numeración el conjunto de normas y símbolos utilizados para representar la información**. Así pues, diremos que el sistema de numeración del ser humano en la vida cotidiana es el sistema **decimal**, formado por diez símbolos, a través de los cuales se pueden conseguir todos los demás.

Informáticamente hablando nos podemos encontrar con el sistema **binario**, que utiliza dos símbolos para formar cualquier tipo de información. Pero también existen otros sistemas utilizados en la informática como pueden ser el sistema **octal**, formado por 8 componentes, y el sistema **hexadecimal**, formado por 16 componentes.

Se dice que se utiliza un sistema de numeración posicional en base b , lo que implica:

- Utilización de un alfabeto de b símbolos diferentes (o cifras).
- Representación de cualquier número como una secuencia de cifras, contribuyendo cada una de ellas con un valor que depende de la



cifra en sí y de su posición en la secuencia en: ..., decenas de millar, unidades de millar, centenas, decenas, unidades, para la parte entera del número, y para la parte decimal: décimas, centésimas, milésimas...

$$N = n_2 \cdot b^2 + n_1 \cdot b^1 + n_0 \cdot b^0 + n_{-1} \cdot b^{-1} + n_{-2} \cdot b^{-2}$$

- **Ejemplo:** valor numérico del número 3.479,52 interpretado en base 10 \Rightarrow Conjunto de símbolos = {0, 1, 2, 3, 4, ..., 9}

$$3.479,52 = 3 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2} = 3.000 + 400 + 70 + 9 + 0,5 + 0,02$$

Si bien se puede representar la información en cualquier base b dentro del mundo de la informática, las más habituales son las siguientes:

- Base 2 ($b = 2$): sistema binario natural. Alfabeto = {0, 1}.
- Base 8 ($b = 8$): sistema octal. Alfabeto = {0..., 7}.
- Base 10 ($b = 10$): sistema decimal. Alfabeto = {0..., 9}.
- Base 16 ($b = 16$): sistema hexadecimal. Alfabeto = {0..., 9, A..., F}.

La representación de un número en una base tiene su equivalencia en otra base mediante el procedimiento de conversión conveniente, por ejemplo, se muestran los siguientes números binarios de 3 cifras y sus valores en base decimal:

Base 2	Base 10
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

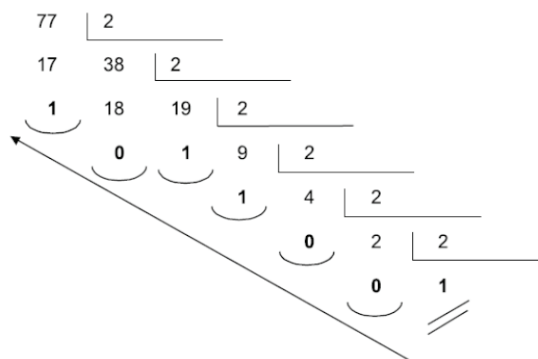
1.4.2. Procedimiento de conversión de base decimal a cualquier base

- **Parte entera:** ir dividiendo entre la base a la que queremos cambiar la parte entera del número decimal original y, sucesivamente, los cocientes que se van obteniendo. Los restos de estas divisiones y el



último cociente son las cifras binarias. El último cociente es el bit más significativo y el primer resto el menos significativo.

- **Parte fraccionaria:** ir multiplicando por 2 la parte fraccionaria del número decimal original y, sucesivamente, las partes fraccionarias de los números obtenidos. El número binario se forma con las partes enteras que se van obteniendo.
- **Ejemplo de conversión de 77,1875 de base decimal a binario:**
 - La parte entera, que es 77 en decimal, en binario es 1001101, es decir, se toma el último cociente y de ahí en adelante los restos de las divisiones según se indica en la figura:



- La parte decimal que es 0,1875 en decimal, en binario es 0011 que se obtiene de ir tomando la cifra de la parte entera del resultado de cada multiplicación, que son las cifras que se encuentran en negrita de la figura que a continuación se muestra e iremos realizando esta tarea hasta que la parte decimal sea 0, tal y como se encuentra subrayado en la figura.

$$\begin{array}{r}
 0,1875 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0,375
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 0,375 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0,75
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 0,75 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1,5
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 0,5 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1,0
 \end{array}$$

- Por tanto, 77,1875 en base 10 es igual a 1001101,0011 en binario o base 2.

1.4.3. Procedimiento de conversión de cualquier base a base decimal

- Hay que adoptar la fórmula que ya vimos anteriormente en la que la base b es la base actual en la que se encuentra el número y según su posición estará elevada a la potencia correspondiente:



$$N = n_2 \cdot b^2 + n_1 \cdot b^1 + n_0 \cdot b^0 + n_{-1} \cdot b^{-1} + n_{-2} \cdot b^{-2}$$

- Para el ejemplo anterior, tenemos el siguiente número 1001101,0011 en binario y queremos convertirlo a base 10 (ya conocemos el resultado: 77,1875), veamos cómo se obtiene:

$$\begin{aligned} N = & 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + \\ & 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4} = 1 \cdot 64 + 0 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + \\ & + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,25 + 1 \cdot 0,125 + 1 \cdot 0,0625 = 77,1875 \end{aligned}$$

El conjunto de normas para agrupar los componentes de cada sistema recibirá el nombre de **código**. Algunos de ellos son el código ASCII o el EBCDIC y UNICODE entre otros. Se tratarán en epígrafes siguientes.

1.5. Concepto de sistema de información

1.5.1. Definición de dato e información

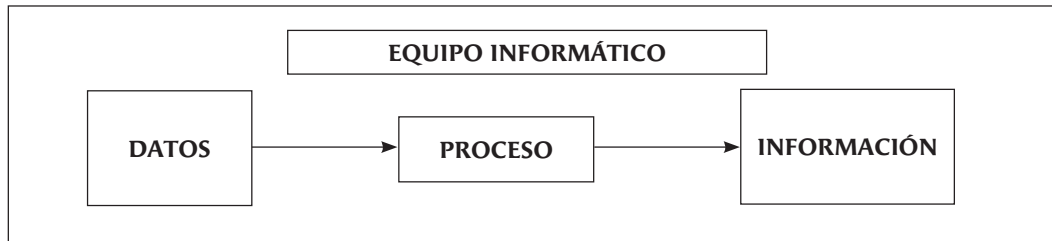
Los términos **dato** e **información**, tan usados hoy en día, tienen significados diferentes (a la vez que son términos complementarios). **Dato** significa literalmente un “hecho”, que puede ser un número, cifra, carta, palabra, símbolo o gráficas que representan una idea, objetivo, condición o situación. Los datos pueden incluir cosas tan diversas como papeletas electorales, cifras de inventarios, lecturas de medidores de gas, registro de asistencia escolar, estadísticas médicas, informe de resultados técnicos y cifras de producción. Los datos son la materia prima de la cual se deriva la **información**, es decir, es una composición de datos (con un significado dentro de un contexto) que proporciona conocimiento, permitiendo así lograr algún objetivo.

En términos específicos, la información consiste en datos seleccionados y organizados con respecto al usuario, problema, tiempo, lugar y función. Información es uno de los recursos más importantes del que disponen las organizaciones, tanto públicas como privadas.

Ejemplo. Un fabricante de automóviles tiene intención de sacar un nuevo modelo al mercado. Necesita conocer la opinión de sus posibles clientes. Entre las acciones a tomar decide elaborar una encuesta, en la que recogerá estas opiniones. Las respuestas recogidas son DATOS. Si agrupamos, totalizamos y procesamos los datos obtendremos información útil para el Departamento de Marketing. Efectivamente tras un procesado de los datos de entrada (encuestas) obtenemos una INFORMACIÓN útil: el perfil de los potenciales compradores del nuevo modelo.

En este **ejemplo** todos los cálculos, agrupaciones, ponderaciones y tendencias asociadas a datos son **procesos**. De hecho **un proceso es cualquier manipulación efectuada a nuestros datos, con el objetivo de producir información**. Este proceso de “dato, proceso, información” es recursivo y así un conjunto de información preprocesada puede servir como “datos” a nuevos procesos que produzcan información de mayor calidad.





Pero no toda la información es útil. Para que una información sea útil debe estar contextualizada; esta información debe ser relevante, completa, precisa, actualizada y asumible. **Llamamos calidad de información al conjunto de cualidades que, además de la capacidad de disminuir la incertidumbre, ayudan al receptor a tomar la decisión más ventajosa.** Estas propiedades son las siguientes:

A) Características de la información útil

- **Relevancia:** para el propósito de la decisión o el problema considerado (que sirva para el hecho de decisión que la requiera).
- **Precisión:** exacta con la realidad, para que se pueda confiar en ella (que la información no tenga errores).
- **Completa:** ha de ser completa para el problema.
- **Adecuada:** ha de ser adecuada para la decisión.
- **Oportunidad:** comunicada a tiempo para resultar útil. Se relaciona con el ciclo de entrada-proceso-entrega al usuario de la información, el cual debe de reducirse en su duración.
- **Detallista:** ha de llegar al nivel de detalle adecuado.
- **Accesibilidad:** facilidad y rapidez con la que se puede obtener la información.
- **Claridad:** grado en el que la información está exenta de expresiones ambiguas (ha de ser comprensible para el receptor).
- **Flexibilidad:** concierne a la adaptabilidad de la información no solo a más de una decisión sino también a más de un responsable de la toma de decisiones.
- **Verificabilidad:** se refiere a que, aunque varios usuarios examinen la misma información, todos pueden llegar a una misma decisión.

Toda organización requiere información para funcionar en un medio altamente competitivo y cambiante. A través de la información, los individuos en las organizaciones, reducen la incertidumbre y son capaces de tomar decisiones posiblemente más acertadas que en caso de no contar con ella. Tanto



en la vida diaria como en el medio empresarial, se manejan datos como elementos aislados que no indican absolutamente nada si no son procesados por algún medio y transformados en información.

Algunas de las **operaciones que pueden ser realizadas con los datos** independientemente del medio son:

- **Captarlos:** acción de registrar datos.
- **Verificarlos:** validación de datos.
- **Clasificarlos:** separar por categorías (por ejemplo: hombres y mujeres).
- **Ordenarlos:** colocar en una secuencia específica (por ejemplo: alfabéticamente).
- **Resumirlos:** además de la operación matemática, reduce los datos en sentido lógico.
- **Calcularlos:** operaciones aritméticas y lógicas.
- **Almacenarlos:** acción de guardar.
- **Recuperarlos:** buscar y acceder a datos (por ejemplo: tomar los expedientes de un archivero).
- **Copiarlos:** cambiar de un dispositivo a otro (ej.: expediente a papel).
- **Distribuirlos:** entregar al usuario.

Todos los datos son susceptibles de ser transformados en información a través de algún mecanismo. Los tres medios actualmente identificables de procesamiento de datos son: manual, electromecánico (requiere del apoyo manual para realizar algún proceso) y electrónico (computadora).

Con la finalidad de tener una mejor comprensión de las características de la **información**, se han propuesto diferentes formas de **clasificarla** dependiendo del enfoque o perspectiva del que las agrupa, algunas de ellas se describen a continuación:

- En relación con la **organización:** interna y externa.
- En relación a su **naturaleza:** descriptiva (antecedentes), rendimiento (presente), predictiva (futura).
- De acuerdo con la posición del usuario: estratégica, táctica y técnica.
- De acuerdo con el **flujo de información:** horizontal o vertical.
- De acuerdo con la calidad:
 - **Exacta o Precisa:** significa que $1+1=2$ (que la información está libre de errores).



- **Oportuna:** que la información se tenga en el momento adecuado y cuando es necesaria.
- **Relevante:** que contenga lo necesario para el hecho de decisión que la requiera ya que lo que es relevante para unos puede no serlo para otros.

Podríamos decir que la **información** es un conjunto de datos homogéneos relacionados entre sí que significa un aumento de conocimientos importantes para el usuario.

1.5.2. Definición de sistema y subsistema

Un **sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí y que cooperan para la consecución de un determinado fin (objetivo)**. Es la suma total de partes que funcionan independiente o conjuntamente, para lograr ciertos resultados o productos, basados en necesidades.

El término sistema es ampliamente utilizado por el ser humano en la práctica totalidad de sus actividades y campos del saber. Hablamos del sistema político, sistema público sanitario, sistemas de control o sistemas de información.

Todo aquello que afecta y rodea a un sistema constituye su entorno. Un sistema puede formar parte de otros sistemas. Los sistemas que tienen el mismo entorno son subsistemas del sistema que interviene como entorno y del cual forman parte. Por lo tanto, en general, los sistemas están formados por otros subsistemas, cada uno de ellos con sus propias metas.

Ejemplo: supongamos una empresa cualquiera. Esta empresa, liderada por su Dirección, se descompone en departamentos: Marketing, Producción, Logística, Administración, Financiero, etc. Cada uno de estos subsistemas se comporta como un sistema en sí mismo, que a su vez se puede dividir en otros tantos subsistemas con metas cada vez más acotadas.

Ha de verse un sistema como un conjunto de elementos que colaboran entre sí para alcanzar una meta, o múltiples metas, aceptando unas entradas, procesándolas y produciendo unas salidas de una manera organizada.

Los **principales elementos presentes en cualquier sistema** son:

- Los componentes del sistema.
- Las relaciones entre ellos, que determinan la estructura del sistema.
- El objetivo del sistema.

En todos los sistemas también podemos identificar otros elementos importantes, como son:

- El entorno del sistema: aquello que lo rodea, dentro del cual está ubicado.
- Los límites del sistema: la frontera entre lo que el sistema es y lo que constituye el entorno.



Suelen existir relaciones entre el sistema y sus componentes y el exterior representado por el contorno. Los sistemas relacionados con el exterior se denominan abiertos.

El **enfoque sistémico** estudia el análisis de sistemas adoptando una visión global de los subsistemas que se va refinando progresivamente mediante descomposición de arriba-abajo y, una vez identificados los límites y sus relaciones con el exterior, se pasa a describir su interior abriendo la caja negra del sistema, identificando las grandes cajas internas o subsistemas con las relaciones que lo ligan entre sí, donde de cada subsistema solo me van a interesar sus entradas y sus salidas. Este proceso se va repitiendo hasta que los componentes son simples y se pueden estudiar sin problemas: esto implica pensar globalmente y actuar localmente.

Los sistemas muestran las siguientes características:

- La interacción e interdependencia de sus elementos.
- La persecución de un objetivo o finalidad.
- Deben considerarse como un todo compuesto de partes que a su vez pueden ser también subsistemas.
- La interacción con el medio ambiente.
- Tienen entradas y salidas necesarias para otros sistemas, por lo cual tienen retroalimentación del medio.
- Transforman entradas en salidas, las cuales son diferentes en su forma de las primeras.
- La sinergia, que como concepto administrativo se refiere a que los elementos en forma independiente tienen un resultado inferior al que generan al integrarse para lograrlo.
- La equifinalidad o existencia de múltiples formas de lograr el objetivo del sistema.

1.5.3. Definición de sistema de información

Podemos definir “**sistema de información**” como el conjunto de procedimientos, manuales y automatizados, y de funciones dirigidas a la recogida, elaboración, almacenamiento, recuperación, condensación y distribución de información dentro de una organización, orientado a promover el flujo de las mismas desde el punto en que se generan hasta el destinatario de las mismas; es un conjunto de elementos que trabajan armónicamente para procesar datos y producir información.

Un sistema de información es un conjunto de información extensa y coordinada de subsistemas racionalmente integrados que transforman los datos en información en una variedad de formas para mejorar la productividad de acuerdo con los estilos y características de los administradores. Esta transformación se realiza con base en los criterios de calidad establecidos, que son el tiempo, la relevancia, la precisión, la retroalimentación y la disponibilidad selectiva de los datos.



Los sistemas de información son aquellos sistemas creados por analistas y administradores para llevar a cabo tareas específicas esenciales para el funcionamiento de la organización. Estas tareas varían desde el simple procesamiento de datos, como preparar las facturas de los clientes, hasta proveer análisis complejos en los cuales se basa la administración de la organización.

El desarrollo de los sistemas de información adecuados requieren una mezcla de conocimientos de sistemas de cómputo, de sistemas de información, de cómo diseñar e implantar un sistema de información y cómo adquirir el sistema de cómputo necesario. Los administradores deben participar en estos procesos y, por esta razón, deben conocerlos. Los sistemas de información computarizados de una organización no pueden ser totalmente automatizados ni de alcance total. Los aspectos principales del sistema de información quedarán siempre fuera del sistema de cómputo.

No nos hemos referido en ningún momento a la tecnología para poder definir y dominar el concepto de Sistema de Información, pero recordando las propiedades para que una información sea útil, debe ser relevante, completa, precisa, actualizada y además asumible económicamente por la organización. Se hace imprescindible la utilización de las llamadas **“Tecnologías de la Información” (TI)**. Podríamos definir las como **aquellas tecnologías que facilitan la construcción y el mantenimiento de los Sistemas de Información**. Los ordenadores recogen, almacenan y procesan datos para producir información de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por humanos en programas informáticos. El impacto de las nuevas tecnologías de la información se ha dejado notar sobre todo en las grandes organizaciones, que por sus propias necesidades y por su mayor capacidad económica han podido introducir los nuevos sistemas en sus instalaciones. Esta implantación va encaminada a la producción, tratamiento y distribución de información en un sentido amplio.

El concepto de sistema de información requiere señalar también que las organizaciones son conjuntos de personas que unidas persiguen el objetivo común de crear u ofrecer productos o servicios, y todos los individuos en mayor o en menor grado dentro de las mismas manejan información para la realización de sus tareas.

1.5.4. Estructura de un sistema de información

En su dimensión vertical, el sistema de información tiene niveles jerárquicos que abordan los temas con diferentes grados de detalle. La mayoría de autores proponen una división en tres niveles: estratégico, táctico y operativo.

El **nivel operacional** maneja procedimientos de rutina relacionados con la actividad diaria recogiendo datos de los sucesos del mundo real y los almacenan en un depósito de datos (registro de fichas, base de datos, etc.).

El **nivel táctico** del sistema de información trata de la toma de decisiones a plazo relativamente corto. La toma de decisiones táctica implica normalmente la intervención directa de una persona. Bastante información en apoyo a la decisión proviene de la base de datos y casi siempre requiere la confección de algún tipo de cálculo para obtener resúmenes o hacer algún tipo de proyección hacia el futuro (previsiones, etc.).



El **nivel estratégico** es similar al nivel táctico, excepto en que trata decisiones más amplias. Normalmente las decisiones de carácter estratégico se suelen tomar a mayor plazo y son más difíciles de formalizar que las decisiones de nivel operativo, requiriendo normalmente una información más elaborada, que aporte una visión integrada de la empresa.



1.5.5. Clasificación de los sistemas de información

Se puede establecer la siguiente clasificación de los sistemas de información:

- **Sistemas de Proceso Electrónico de Datos (EDPS).** Surgen al adaptar los ordenadores al tratamiento clásico de datos que existía en una empresa. Así se informatizan las operaciones repetitivas y tediosas, como la contabilidad, el proceso de nóminas, la reserva de billetes, etc. Hoy por hoy se siguen utilizando y forman uno de los subsistemas que alimentan a los demás.
- **Sistemas de Proceso de Transacciones (TPS).** Aparecen con los anteriores, encargándose del procesamiento informático de operaciones de compra y venta. Representan el momento en el cual el sistema de información comienza a comunicarse con el exterior.
- **Sistemas de Información para la Gestión (MIS).** Sistemas asociados a la dirección intermedia, que soportan el control operativo en sus distintos ámbitos: logístico, comercial, recursos humanos, etc. Son los primeros sistemas de información propiamente dichos. Son sistemas que recogen datos del sistema de proceso electrónico de datos y del sistema de proceso de transacciones y los filtran y seleccionan para la dirección. Empiezan a abarcar todas las actividades de la empresa y están orientados a la gestión de la misma, al día a día, aunque cada vez más van aprovechando su capacidad de generación de informes y trabajo en tiempo real para tareas estratégicas.
- **Sistemas de Automatización de Oficinas (OAS).** Esencialmente son sistemas que automatizan las tareas de generación de documentos, archivo, presentaciones, comunicaciones internas, etc. Estos sistemas están compuestos por procesadores de texto, hojas de cálculo,



sistemas de correo electrónico, sistemas de agenda, etc., que son diseñados para incrementar la productividad de los trabajadores en la oficina.

- **Sistemas de Soporte a la Decisión (DSS).** Sistemas que permiten el proceso y modelización de la información para apoyo a la toma de decisiones. Son sistemas que combinan simplicidad, robustez, facilidad de control, adaptabilidad y facilidad de comunicación. Trabajan con problemas estructurados o semiestructurados, se pueden usar individualmente o en grupo, resuelven situaciones interdependientes o dependientes, son flexibles, más eficientes que efectivos, permiten aprender del problema y presentan una rápida respuesta.
- **Sistemas Expertos (ES).** Son sistemas diseñados para tratar situaciones con una gran cantidad de incertidumbre, utilizando datos y reglas para simular el comportamiento humano. Es un sistema automático diseñado para captar la experiencia de los seres humanos, por medio de la programación orientada a objetos, reglas semánticas, razonamientos por analogía, razonamientos formales, abstracciones, inferencias, etc. En su base, imitan el funcionamiento de un experto en el tema en cuestión, pero con las ventajas de la informática en lo referente a velocidad y cantidad de datos.
- **Sistemas de Información para la Dirección (EIS o ESS).** Sistemas asociados al nivel estratégico. Proporcionan apoyo a las decisiones clave de la empresa, normalmente asociadas al medio y al largo plazo. Son sistemas que reúnen los avances de todos los anteriores y que vuelcan toda la capacidad de operación en la ayuda a la dirección en el proceso de decisión y seguimiento de acciones. Son una integración de sistemas de soporte a la decisión y sistemas expertos, que mejoran el análisis de la información y la optimizan, encargándose de facilitarla en el momento adecuado. La diferencia fundamental que aportan frente a los sistemas de soporte a la decisión es su capacidad para tratar con problemas no estructurados, ayudando a la definición o redefinición del problema. Utilizan técnicas creativas en colaboración con los directivos (brainstorming, asociación con imágenes) y con sistemas de apoyo a la decisión orientados a grupos (GDSS). El objetivo final que persiguen es la solución de un problema, el filtrado de los datos significativos que le competen y su correcta presentación en el momento adecuado.

2. Elementos que componen un sistema de información

Todos los sistemas de información implican tres actividades principales: reciben datos como entrada, procesan los datos por medio de cálculos, combinan elementos de los datos, actualizan cuentas, etc., y proporcionan información como salida.

Por tanto, un sistema de información recibe y procesa datos y los transforma en información. Un sistema de procesamiento de datos podría llamarse “generador de información”. Un sistema de información es un subsistema de la empresa que permite el uso y las transferencias de información de unos subsistemas a otros. Podemos entender como subsistema de una empresa cada uno de los departa-



mentos que lo forman. Se componen de datos, equipos físicos (hardware), sistemas lógicos (software), telecomunicaciones, recursos humanos y procedimientos. Un sistema de información no tiene porqué llevar incorporados necesariamente ordenadores y periféricos, sin embargo y debido a la gran introducción de estos elementos los sistemas de información se han convertido en sinónimos de sistemas de información basados en ordenadores, es decir, cuando en un sistema de información forman parte los ordenadores, se llamará Sistema de Información basado en ordenadores.

Veamos la definición de cada elemento:

- **Datos de los documentos:** la entrada que el sistema toma para producir información.
- **Hardware:** son los ordenadores y el conjunto de periféricos utilizados.
- **Software:** conjunto de instrucciones que le indican a los ordenadores cómo procesar los datos de entrada.
- **Telecomunicaciones:** elementos hardware/software que permiten la interoperación entre los sistemas de información.
- **Recursos Humanos:** usuarios y profesionales de los sistemas de información que analizan las necesidades de información de las organizaciones, los diseñan, construyen, operan y mantienen.
- **Procedimientos:** protocolos, normas y métodos para conseguir una máxima disponibilidad y eficiencia de estos sistemas cumpliendo los requerimientos de seguridad de la organización. Los procedimientos deben acomodarse al equipo o tecnología existente.

3. Arquitectura de ordenadores. Elementos básicos y funciones

AMDAHL definió en 1964 la arquitectura de un computador como “la apariencia funcional que presenta a sus usuarios inmediatos”. Es decir, los atributos o características de un sistema visibles al programador describiendo lo que sucede.

La organización o estructura de un computador se refiere a la estructura lógica que da forma a su arquitectura, es decir, describe cómo sucede.

3.1. Arquitectura de ordenadores Von Neumann

La arquitectura actual de los ordenadores sigue la conocida como Arquitectura de Von Neumann, que dividía la máquina en tres grandes bloques comunicados a través de buses:

- Unidad Central de Proceso (CPU).
- Memoria principal.
- Sistemas de entrada/salida.



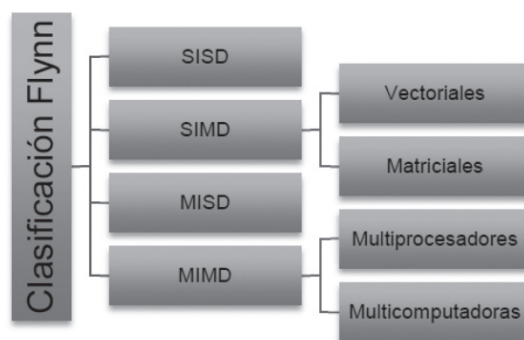
Las características básicas de la arquitectura de Von Neumann son:

- Memoria unidimensional, organizada como un vector de celdas del mismo tamaño y de direcciones secuenciales.
- Una misma memoria almacena tanto instrucciones como datos sin distinción explícita entre ambos y sin especificación explícita de tipos de datos.
- Las instrucciones se ejecutan secuencialmente una tras otra y se requieren instrucciones de salto para romper el flujo de control.

3.2. Clasificación de los ordenadores según su estructura: Flynn

Se trata de una clasificación clásica de computadores en función de su arquitectura, publicada por Flynn por primera vez en 1966 y por segunda vez en 1970. Esta taxonomía se basa en el flujo que siguen los datos dentro de la máquina y de las instrucciones sobre esos datos.

Se define como **flujo de instrucciones** al conjunto de instrucciones secuenciales que son ejecutadas por un único procesador. **Flujo de datos** es el flujo secuencial de datos requeridos por el flujo de instrucciones.



- **SISD (Single Instruction Single Data)**. Un flujo de instrucciones único trabaja sobre flujo de datos único (arquitectura clásica) y aquí es donde se catalogaría la arquitectura de Von Neumann.
- **SIMD (Single Instruction Multiple Data)**. Un flujo de instrucciones único trabaja sobre un flujo de datos múltiple (computadores matriciales).
- **MISD (Multiple Instruction Single Data)**. Un flujo de instrucciones múltiple trabaja sobre un flujo de datos único. Un ejemplo de este tipo de arquitecturas es la *Data Flow Machine* (Máquina de Flujo de Datos).
- **MIMD (Multiple Instruction Multiple Data)**. Un flujo de instrucciones múltiple trabaja sobre un flujo de datos múltiple (multiprocesadores).



3.3. Elementos básicos

3.3.1. Introducción

Los elementos básicos que forman un equipo informático podemos dividirlos pensando en su arquitectura o punto de vista funcional:

- La unidad central (elementos hardware):
 - Placa base.
 - Procesador o microprocesador (CPU).
 - Memorias internas, como pueden ser de la memoria RAM o principal.
 - Tarjetas.
 - Buses.
 - Caja y fuente de alimentación.
 - Speaker o altavoz interno.
 - Led o emisores de luz.
- Los periféricos:
 - Entrada.
 - Salida.
 - Entrada y salida.

A continuación veremos las funciones que realiza cada uno de estos elementos básicos y cómo se comunican entre sí.

3.3.2. Parámetros característicos de un ordenador

- **Ancho de palabra:** indica el número de bits que maneja en paralelo el computador.
- **Tamaño de la memoria principal:** cantidad de información que es capaz de almacenar para la ejecución del programa; es importante ya que dicho programa reside en esta memoria mientras dure su ejecución, y si mandamos ejecutar más de un programa al mismo tiempo y no tenemos suficiente tamaño de memoria necesitamos recurrir a la memoria virtual.
- **Memoria secundaria y auxiliar:** se refiere normalmente a la capacidad de almacenamiento en disco duro y soportes ópticos y magnéticos pudiendo ser internos o externos.



- **Tiempo de acceso al disco:** es el tiempo transcurrido desde que se pide un dato al disco duro hasta que este lo da.
- **MIPS:** millones de instrucciones de máquina por segundo que es capaz de ejecutar la computadora.
- **MFLOPS:** millones de operaciones en coma flotante por segundo que es capaz de ejecutar el ordenador.
- **Frecuencia de reloj:** en el computador al ser un sistema síncrono, todas las operaciones se ejecutan al compás de un temporizador, que es el reloj maestro que envía señales para marcar las distintas frecuencias de operación. La frecuencia mide el número de veces por segundo que se repite un ciclo. El número de ciclos por segundo se denomina número de hercios (Hz).
- **La inversa de la frecuencia es el periodo (T),** o número de segundos que dura un ciclo. $F=1/T$ Hz. $T=1/f$ s.

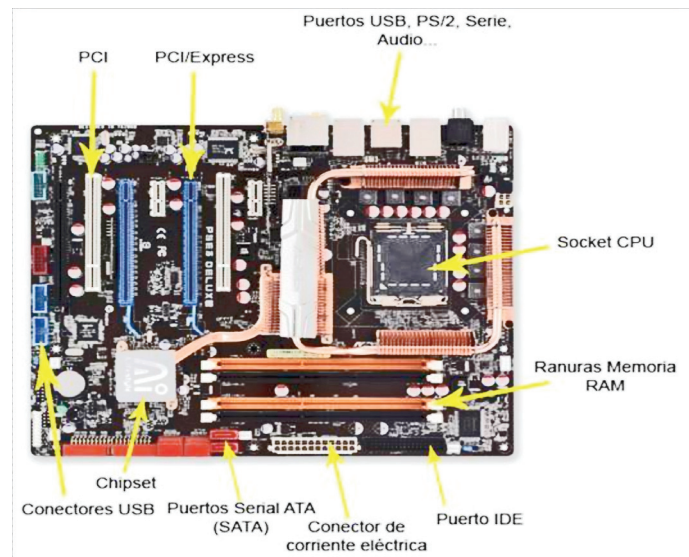
4. La Placa Base

La placa base (*mother board*) de un ordenador es el dispositivo sobre el que se insertan los demás componentes del PC, tales como el microprocesador, las diferentes tarjetas de expansión y la memoria. La función principal de la placa base es servir de vía de comunicación entre los citados componentes, proporcionando las líneas eléctricas necesarias y las señales de control para que todas las transferencias de datos se lleven a cabo de manera rápida y fiable.

Se diseña básicamente para realizar tareas específicas vitales para el funcionamiento del computador, como por ejemplo:

- Conexión física.
- Administración, control y distribución de energía eléctrica.
- Comunicación de datos.
- Temporización.
- Sincronismo.
- Control y monitorización.





Para que la placa base cumpla con su cometido tiene instalado un software muy básico denominado BIOS (*Basic Input Output System*, sistema básico de entrada - salida). Este software es almacenado en un chip de memoria EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*, memoria de solo lectura que puede ser borrada y programada), cuyo contenido permanece inalterable al apagar el PC. Se puede reprogramar a través de la actualización del firmware de la placa base que el fabricante, en aras de corregir posibles errores o adquirir compatibilidad con nuevos componentes, distribuya siendo además el primer software en ejecutarse en el proceso de arranque de una placa base. Los parámetros que este software (BIOS) maneja se guardan en la memoria RAM-CMOS que es alimentada por la pila de la placa con el fin de ser cargados en los siguientes arranques de la máquina, por ejemplo, se guardará el orden de los dispositivos donde se buscará el sistema operativo, etc.

Los principales elementos de una placa base son los siguientes:

- a) **Zócalos o ranuras:** son elementos para la inserción de componentes hardware. Hay dos tipos de zócalos:
 - Zócalos para el procesador: los principales son Intel y AMD. Tienen dos denominaciones distintas:
 - Slot: zócalo de microprocesador de formato longitudinal.
 - Socket: zócalo de microprocesador cuadrangular o rectangular. El socket 478 contiene 478 pines y es de la marca Intel. Fue reemplazado por el socket 775 que carece de pines.



- Zócalos para la memoria: sirven para la inserción de módulos de memoria y siempre son de tipo SLOT. Tipos:
 - SIMM (*Single Inline Memory Module*): son antiguos y son reconocibles porque tienen módulos de memoria en una sola cara. Memorias capaces de almacenar 8 bits. Existieron de 30 y de 72 contactos.
 - DIMM (*Dual Inline Memory Module*): usados actualmente y reconocibles porque tienen módulos de memoria en ambas caras. Módulos de memoria capaces de almacenar 64 bits y son memorias de 168 contactos.
 - SO-DIMM (*Small Outline Dual Inline Memory Module*): es una versión compacta de la anterior para su uso en portátiles, Tablet PC, etc. Hay módulos que disponen de 100, 144 y hasta de 200 pines.
 - RIMM (*Ram-Bus In Line Memory Module*): módulos de memoria capaces de alcanzar velocidades de 400MHz; son memorias de 184 contactos.
- b) **Voltajes:** los valores de tensión están entre 3 y 12 voltios.
- c) **Batería:** es una pequeña pila que viene incorporada en todas las placas base y su función básica es mantener la alimentación eléctrica del reloj de tiempo real (RTC) y de la RAM-CMOS, que es donde se guardan los parámetros personalizados por el usuario tras ejecutar la BIOS, como pueden ser el orden de arranque de los discos duros o unidades ópticas, la contraseña de acceso a la propia BIOS, etc.
- d) **Frecuencia (velocidad):** es la que maneja el elemento de conexión único que existe en la placa base y el FSB (*Front Side Bus*) o bus del sistema. Este bus representa el camino por el cual es posible integrar en la placa base los distintos componentes hardware para el intercambio de información entre microprocesador, memoria y el subsistema de entrada/ salida (subsistema de e/s).

Para realizar un intercambio de información con cualquiera de los elementos, microprocesador, memoria y subsistema de e/s, se debe hacer uso del FSB. La velocidad del FSB es siempre inferior a la velocidad interna del microprocesador.

En todo PC hay que diferenciar dos frecuencias distintas: la frecuencia interna o velocidad de ciclo del procesador y la frecuencia externa o velocidad del FSB. Hay que ajustar velocidades de los distintos componentes hardware. El elemento que introduce esa posibilidad de ajuste entre distintas velocidades es el chipset.
- e) **Chipset:** es un conjunto de circuitos integrados con alta escala de integración diseñado con técnicas similares a las del microprocesador, que van soldados a la placa base y que se especializan en la realización de dos técnicas fundamentales:



- Controlar los intercambios de información entre microprocesador, memoria principal y tarjeta gráfica usando el FSB, tarea que realiza el llamado NorthBridge o chipset norte.
- Controlar los intercambios de información entre microprocesador y subsistema de e/s haciendo uso del FSB, tarea que realiza el llamado SouthBridge o chipset sur; de los dos este es más pequeño.

El chipset es un elemento esencial de la placa base. Hace posible que la placa base funcione como eje del sistema, dando soporte a varios componentes e interconectándolos de forma que se comuniquen entre ellos a través de diversos buses. Es uno de los pocos elementos que tiene conexión directa con el procesador, gestiona la mayor parte de la información que entra y sale por el bus principal del procesador, del sistema de vídeo y muchas veces de la memoria RAM. Las diferentes funciones lógicas que desempeñan son:

- Soporte para el microprocesador: cada chipset se diseña pensando en un procesador o familia de procesadores concretos. Igualmente, el chipset es el responsable directo de que la placa base soporte más de un microprocesador, en el caso de placas base duales o con más de dos microprocesadores.
- Controlador de Memoria (MMU, *Memory Management Unit*): gestiona la memoria RAM del sistema y, en general, todo el subsistema de memoria, incluidos los diferentes niveles de memoria cache.
- Controlador IDE/SATA para discos duros y otros dispositivos de almacenamiento.
- Control de los periféricos y del bus de e/s: las placas base actuales disponen de una serie de buses, principalmente PCI y AGP o PCI-Express. El chipset es el responsable de la gestión de los buses PCI y de ofrecer el soporte para el bus gráfico AGP/PCI-Express.
- Controlador de Interrupciones: gestiona todo el sistema de interrupciones del PC.
- Reloj de Tiempo Real (RTC): mantiene la hora del sistema.
- Soporte para la gestión de energía: todos los chipsets actuales soportan una serie de funciones para gestión y ahorro de energía eléctrica.
- Controlador de Acceso Directo a Memoria (DMA, *Direct Memory Access*): permite el acceso directo a la memoria a determinados dispositivos sin pasar por el microprocesador, lo que agiliza el rendimiento de ciertas operaciones con dispositivos específicos, como los discos duros. El DMA es controlado por una parte del chipset denominada controlador de DMA. Igualmente, el driver es el que soporta la función de arbitraje de bus (*bus mastering*), que es una mejora del DMA,



que permite que un dispositivo tome directamente el control del bus del sistema para llevar a cabo las transferencias de datos.

- Controlador de infrarrojos (IrDA): controla la conexión de dispositivos que funcionen mediante rayos infrarrojos.
- Controlador tipo PS/2: controla toda la actividad y el funcionamiento del teclado y de ratones con este formato.

f) **Puertos y conectores:**

- Conectores externos
 - Dos puertos serie, controlados por un chip UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*, Transmisor Asíncrono Universal), controlador serie de alta velocidad, compatible con el chip UART 16550 original de National Semiconductor. Estos dos puertos se suelen denominar COM1 y COM2 respectivamente. El COM1 se usa habitualmente para la conexión de ratones serie, mientras que el COM2 queda libre para la conexión de dispositivos serie tales como módems externos. Existen conectores serie externos de tipo DB9 y DB25 (de 9 y 25 patillas, respectivamente).
 - Un puerto paralelo multimodo para la conexión de dispositivos paralelos, generalmente impresoras y, en menor medida, escáneres y otros dispositivos de esta misma naturaleza. El conector es de tipo hembra con 25 pines agrupados en dos filas.
 - Varios puertos USB (*Universal Serial Bus*). Tienen forma estrecha y rectangular y permiten la conexión en caliente de dispositivos que cumplan este estándar. Actualmente, la mayoría de placas base soporta la especificación USB 3.0.
 - Dos puertos IEEE 1394 (*Firewire*). Permiten la conexión en caliente de dispositivos que cumplan este estándar de alta velocidad. Actualmente, los principales dispositivos IEEE 1394 son sistemas de video digital (DV) y unidades de almacenamiento externas.
 - Dos puertos PS/2, uno para teclado y otro para ratón. Ambos son conectores de tipo mini-DIN de seis patillas. Este suele ser el tipo habitual de conectores para ratón y teclado en las actuales placas base ATX.
 - Puerto para juegos, en el que habitualmente se suelen conectar dispositivos como palancas o mandos de juegos (*Joysticks* y *Gamepads*) o dispositivos de audio, tales como teclados MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*-Interfaz digital de instrumentos musicales).



- Conectores de audio, generalmente para clavijas de tipo jack estéreo, siendo los más habituales los de entrada y/o salida de línea (*line in/line out*), entrada de micrófono (*mic in*) y salida de altavoces (*speaker out*).
- Conector VGA para la tarjeta gráfica: es un conector estándar para tarjeta gráfica. Consta de 15 pines agrupados en tres filas.
- Conector DVI: interfaz de vídeo de alta definición (puede ser analógico o digital).
- HDMI (*High Definition Multimedia Interface*): interfaz multimedia de alta definición: que integra audio y video digital.

— Conectores internos.

- Conectores SATA. Para la conexión de dispositivos SATA, principalmente discos duros y lectores/grabadores de CD/DVD.
- Conectores para el refrigerador del microprocesador. Denominados generalmente Fan Power.
- Conector para arranque desde red (WakeOn-LAN).
- Conector para módulo de infrarrojos (irDA).

- g) **Peticiones de interrupción (IRQ *Interrupt ReQuest*).** Básicamente, una interrupción es un mensaje enviado por algún componente del PC a otro componente, generalmente al microprocesador, que indica a este que debe detener la ejecución de todo lo que esté haciendo, atender al dispositivo que envía la petición de interrupción y, posteriormente, continuar donde lo había dejado. Existen casos particulares en los que esa detención de la ejecución por parte del microprocesador no es posible debido por ejemplo a que un programa se encuentre ejecutando una serie de instrucciones que deben finalizar su ejecución en su conjunto y que no se pueden interrumpir, a esto se le denomina enmascaramiento de interrupciones. Las señales enviadas se denominan peticiones de interrupción o IRQ.

5. La unidad central de proceso: Microprocesador

Físicamente, el microprocesador está formado por los circuitos electrónicos que en una computadora se encuentran integrados en una pastilla o chip (una pastilla de silicio que contiene millones de componentes electrónicos). El microprocesador se encuentra situado como un componente más conectado a la placa por unas estrías, siendo la placa un soporte físico que proporciona las conexiones necesarias para que el microprocesador comunique las funciones y reciba mensajes del resto de los componentes hardware. Actualmente la tecnología de fabricación de estos componentes incorporan los llamados *núcleos* o *cores* que son en sí una unidad de proce-



samiento que trabaja de manera independiente dentro del microprocesador a la vez que el resto de núcleos. De este modo, nos podemos encontrar en el mercado con microprocesadores Dual Core (2 núcleos), Quad Core (4 núcleos), Octa Core (8 núcleos), etc. y a fecha de edición de este libro Intel ha presentado el microprocesador Intel Core i9 que cuenta con 18 núcleos.

Encargado por tanto de ejecutar las soluciones que componen los programas, gestionar el resto de unidades de la máquina, controlar y coordinar todas las operaciones del sistema; es por ello que se considera el componente más importante de un equipo (cerebro).



Microprocesador Intel

Podemos dividir la CPU en tres partes que estudiaremos a continuación: la unidad de control, la unidad aritmético lógica y los registros internos, teniendo en cuenta que la información transita a través de los buses internos que comunican físicamente estos dispositivos dentro del microprocesador.

Para que el microprocesador genere todas las señales necesarias para controlar los restantes bloques del sistema para que todo el sistema vaya de forma síncrona y que cada elemento funcione cuando le corresponde se parte de ondas de frecuencia constante generadas por un cristal de cuarzo. La frecuencia de este reloj se mide en hercios (Hz) o cualquiera de sus múltiplos: kHz, MHz, GHz,... y determina la velocidad de funcionamiento y proceso del microprocesador y, por tanto de todo el sistema. El periodo de esta señal de reloj medido en segundos se denomina ciclo de reloj.

A partir de la señal de reloj, el microprocesador recibe una serie de ciclos de trabajo denominados ciclos máquina. En cada ciclo máquina se tarda en ejecutar más o menos instrucciones, depende del fabricante. Así es curioso que, hasta no hace mucho tiempo, un ciclo de instrucción necesitase de varios ciclos máquina, pero hoy en día en un ciclo máquina se pueda ejecutar varias instrucciones. De ahí que el término IPC pueda dar lugar a confusión. Hoy en día parece que instrucciones por ciclo sería lo más correcto. Por ejemplo, los modernos microprocesadores superescalables desempeñan desde tres a seis instrucciones por ciclo de reloj. A 250 MHz, un microprocesador superescalable de cuatro direcciones puede ejecutar un billón de instrucciones por segundo.

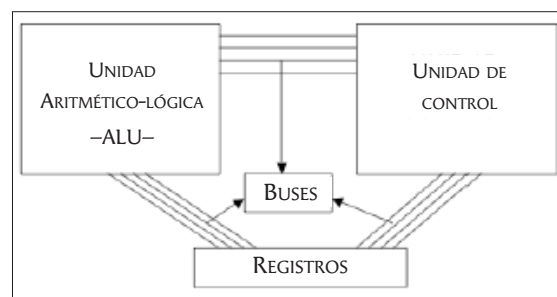
El término EPIC se refiere a la capacidad de procesar más de una instrucción por segundo y se basa en la predicción de código y la especulación con los datos.

La arquitectura “**pipelining o segmentación**” se basa en la característica de que mientras se decodifica una instrucción se ejecuta otra. Con esto se consigue solapar la ejecución de varias instrucciones y construir CPU's más rápidas. El trabajo a desarrollar en cada instrucción se descompone en partes más pequeñas cada una de las cuales necesita una fracción de tiempo necesario para completar la



instrucción. Cada uno de estos pasos se define como etapa de la segmentación. Las etapas están conectadas cada una a la siguiente para formar una especie de cadena. En condiciones ideales de diseño y funcionamiento la cadena será más rápida cuanto mayor sea el número de etapas de la segmentación. Habitualmente las etapas no están perfectamente equilibradas. El mayor problema de la segmentación lo representan los padrones de la cadena, también llamados riesgos, que impiden que se ejecute la siguiente instrucción del flujo durante su ciclo de reloj designado, quedando la cadena o parte de ella vacía. Existen tres tipos de riesgos:

- **Estructurales:** surgen de conflictos de los recursos.
- **Dependencias de datos:** cuando una instrucción depende de los resultados de la anterior.
- **Control:** derivados de la segmentación de saltos y otras instrucciones que contiene también el registro del PC.



Por otro lado, se conoce como **set de instrucciones** al conjunto de instrucciones que es capaz de entender y ejecutar un microprocesador. En función del tipo de microprocesador, concretamente si es más avanzado o no, podrá entender y ejecutar más o menos instrucciones.

Las instrucciones se clasifican, según su función, en:

- Instrucciones de transferencia de datos.
- Instrucciones de cálculo.
- Instrucciones de transferencia del control del programa.
- Instrucciones de control.

5.1. La unidad de control

Es el centro nervioso del ordenador, ya que desde ella se controlan y gobiernan todas las operaciones. La Unidad de control es el núcleo del computador. Junto con la UAL constituye la CPU del ordenador. Las instrucciones



del programa aparecen en forma de ceros y unos; es aquí donde el procesador produce estos ceros y unos de cara a saber qué operación tiene que realizar y también controla el resto de unidades de acuerdo con dicha ejecución. Entre sus funciones tenemos:

- Generar las señales de control que dan lugar a los programas.
- Tomar las instrucciones de memoria. Tomar de la memoria principal la instrucción apuntada por el CP (fase de búsqueda).
- Decodificar o interpretar las instrucciones. Interpretar la instrucción y ejecutarla (fase de ejecución). Generar las señales oportunas para su ejecución, activando/desactivando las señales oportunas en los instantes marcados por el reloj. Tratar las situaciones de tipo interno (inherentes a la propia CPU) y de tipo externo (inherentes a los periféricos).
- Solventar posibles situaciones de error durante la ejecución del programa.
- Coordinar las operaciones que realice el sistema generando señales de control y sincronización de todo el sistema.
- Interpretar el contenido de las posiciones de memoria principal.
- Atender las interrupciones.
- Ordenar a cada elemento la ejecución de una orden permitiendo realizar varias acciones al mismo tiempo.

Según su diseño podemos dividir la unidad de control en dos tipos:

A) Lógica cableada (puertas lógicas)

Estas unidades de control denominadas unidades de control cableadas están en sus puertas lógicas y contadores que generan las microórdenes en función de las entradas, que son instrucciones de memoria, y los indicadores, flags de estado interno. Todo ello sincronizado con la señal de reloj interno. Como características citamos:

- Diseño muy laborioso y puesta a punto muy complicada.
- Una vez construida, es muy difícil modificarla.
- Mas rápida.
- Lo usan los computadores que deben ser extremadamente potentes.

B) Lógica microprogramada (lógica almacenada)

Como su nombre indica las microórdenes se generan por medio de una memoria programada por el fabricante donde se almacena el microprograma de operaciones elementales. Se programa en función de las entradas, instruc-



ciones de memoria, y los indicadores, flags de estado interno, dirección a la memoria que contiene el microprograma a ejecutar, etc. También igual que la anterior se produce en sincronismo con reloj del sistema.

- Emplean memoria dentro de la UC para almacenar las señales de control que se deben activar en cada periodo.
- Para generar el cronograma de una instrucción concreta, bastaría con leer esta memoria dentro de la UC.
- Control microprogramado. Hay que programar la secuencia de señales de control que es preciso efectuar para la ejecución de una instrucción.
- Firmware: se programa la unidad de control.

En general la microprogramación presenta una serie de ventajas sobre la lógica cableada:

- Es bastante más sencillo desde el punto de vista conceptual. Construir una unidad de control cableada requiere un laborioso diseño digital.
- Las correcciones y modificaciones son relativamente simples.
- Permite construir ordenadores que sean capaces de ejecutar varios juegos de instrucciones. Basta con cambiar el contenido de la memoria de control.

Uno de los pocos inconvenientes de la lógica microprogramada consiste en ser relativa la lentitud de ejecución respecto al control cableado. Un circuito integrado a base de puertas lógicas es siempre más rápido en su funcionamiento que la carga de ejecución de un microprograma.

Una vez decodificada la instrucción por uno u otro método, el secuenciador envía estas microórdenes a todas partes del sistema que lo requiera. Por otro lado la unidad de control va a generar todas las señales de control necesarias para hacer funcionar el resto de los elementos del sistema y que todo vaya de forma ordenada.

Hemos de realizar aquí la siguiente distinción:

- **Microinstrucción:** cadena de unos y ceros que representan los valores de la señal de control durante un periodo.
- **Microprograma:** conjunto de microinstrucciones que constituyen el cronograma de una instrucción.

C) Estructura básica de la Unidad de Control Microprogramada

- Memoria de control suficiente para almacenar todos los microprogramas.
- Cronogramas de las instrucciones.
- Procedimiento para hacer corresponder cada instrucción de máquina con su microprograma.



- Mecanismo para leer las sucesivas microinstrucciones:
 - Secuenciamiento explícito. En cada microinstrucción se incluye la dirección de la microinstrucción siguiente.
 - Secuenciamiento implícito. Se tienen ordenadas las microinstrucciones de cada microprograma.

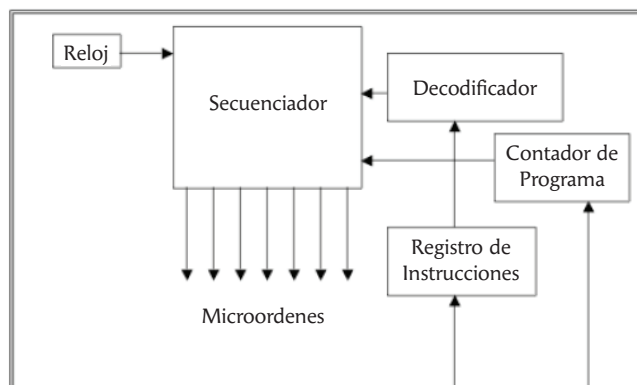
D) Formato y codificación de las microinstrucciones

El formato especifica el número de bits que tienen y el significado de cada uno de ellos.

- **Microprogramación horizontal:**
 - Una microinstrucción contendrá tantos bits como señales de control. Si un bit está a 1, la señal correspondiente estará activada, y si el bit está a 0, la señal estará inactivada.
 - Se necesita un gran número de bits. La mayoría de ellos estará a cero. Poco eficiente.
- **Microprogramación vertical:**
 - Aprovecha el hecho de que algunas señales son incompatibles entre sí.
 - Se acorta el tamaño de las microinstrucciones. Mayor eficiencia.
 - Se deben estudiar las señales de control para saber cuántos bits se necesitan.
 - Un decodificador se encarga de traducir la microinstrucción para activar las señales correspondientes.

E) Elementos básicos de la Unidad de Control

Para realizar su función, la unidad de control consta de los siguientes elementos:



- **Contador de programa.** Contiene permanentemente la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar. Al iniciar la ejecución de un programa toma la dirección de su primera instrucción. Incrementa su valor en uno, de forma automática, cada vez que se concluye una instrucción, salvo si la instrucción que se está ejecutando es de salto o de ruptura de secuencia, en cuyo caso el contador de programa tomará la dirección de la instrucción que se tenga que ejecutar a continuación; esta dirección está en la propia instrucción en curso.
- **Registro de instrucción.** Contiene la instrucción que se está ejecutando en cada momento. Esta instrucción llevará consigo el código de operación (un código que indica qué tipo de operación se va a realizar, por ejemplo una suma) y en su caso los operandos (datos sobre los que actúa la instrucción, por ejemplo, los números a sumar) o las direcciones de memoria de estos operandos.
- **Decodificador.** Se encarga de extraer el código de operación de la instrucción en curso (que está en el registro de instrucción), lo analiza y emite las señales necesarias al resto de elementos para su ejecución a través del secuenciador.
- **Reloj.** Proporciona una sucesión de impulsos eléctricos o ciclos a intervalos constantes (frecuencia constante), que marcan los instantes en que han de comenzar los distintos pasos de que consta cada instrucción. El reloj es una pieza básica para conocer la velocidad de un ordenador. El reloj efectúa una serie de ciclos cada segundo.
- **Secuenciador.** En este dispositivo se generan órdenes muy elementales (microórdenes) que, sincronizadas por los impulsos de reloj, hacen que se vaya ejecutando poco a poco la instrucción que está cargada en el registro de instrucción.

5.2. La unidad aritmético lógica

Esta unidad se encarga de realizar las operaciones elementales de tipo aritmético (sumas, restas, productos, divisiones, módulo), de tipo lógico (comparaciones y compuestas) y de desplazamiento de bits. A través de un bus interno se comunica con la unidad de control, la cual le envía los datos y le indica la operación a realizar.

La ALU es la encargada de tratar los datos, ejecutando las operaciones requeridas de acuerdo con el programa en curso. La unidad de control se encarga de enviarle los datos correspondientes y la información que desea procesar. La ALU es un circuito lógico digital construido a base de puertas lógicas que a partir de una o varias entradas efectúa una operación determinada. Las operaciones que efectúa la ALU suelen ser completamente elementales. A estas operaciones se llega después de haber descompuesto operaciones más complejas en sencillas. Se puede clasificar en tres:

- Operaciones de desplazamiento.
- Operaciones aritméticas.
- Operaciones lógicas.

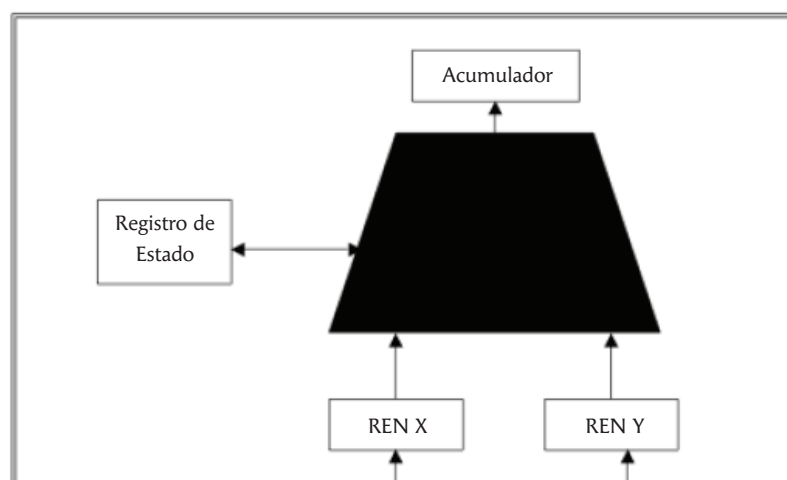


El resultado de estas operaciones se almacena en el registro acumulador.

Existen micros que disponen de varias ALU.

- **Elementos básicos de la Unidad Aritmético Lógica**

La ALU está formada a su vez por los siguientes elementos:



- **Circuito operacional.** Contiene los circuitos necesarios para la realización de las operaciones con los datos procedentes de los registros de entrada (REN). Este circuito tiene unas entradas de órdenes para seleccionar la clase de operación que debe realizar en cada momento (suma, resta, etc).
- **Registros de entrada (REN).** En ellos se almacenan los datos u operandos que intervienen en una instrucción antes de la realización de la operación por parte del circuito operacional. También se emplean para el almacenamiento de resultados intermedios o finales de las operaciones respectivas.
- **Registro acumulador.** Almacena los resultados de las operaciones llevadas a cabo por el circuito operacional. Está conectado con los registros de entrada para realimentación en el caso de operaciones encadenadas. Asimismo tiene una conexión directa al bus de datos para el envío de los resultados a la memoria central o a la unidad de control.
- **Registro de estado (flags).** Se trata de unos registros de memoria en los que se deja constancia de algunas condiciones que se dieron en la última operación realizada y que habrán de ser tenidas en cuenta en operaciones posteriores. Cambian de estado como consecuencia del resultado de operación efectuada sobre registro acumulador. Cada procesador tiene sus propias posiciones para sus flags. Citamos a continuación algunos de los flags:



- **CF (Carry Flag o acarreo, bit 0):** si vale 1, indica que hubo “arrastre” (en caso de suma) hacia, o “préstamo” (en caso de resta) desde el bit de orden más significativo del resultado. Este indicador es usado por instrucciones que suman o restan números que ocupan varios bytes. Las instrucciones de rotación pueden aislar un bit de la memoria o de un registro poniéndolo en el CF.
- **PF (Parity Flag o paridad, bit 2):** si vale 1, el resultado tiene paridad par, es decir, un número par de bits a 1. Este indicador se puede utilizar para detectar errores en transmisiones.
- **AF (Auxiliary carry Flag o acarreo auxiliar, bit 4):** si vale 1, indica que hubo “arrastre” o “préstamo” del nibble (cuatro bits) menos significativo al nibble más significativo. Este indicador se usa con las instrucciones de ajuste decimal.
- **ZF (Zero Flag o signo cero, bit 6):** si este indicador vale 1, el resultado de la operación es cero.
- **SF (Sign Flag o signo, bit 7):** refleja el bit más significativo del resultado. Como los números negativos se representan en la notación de complemento a dos, este bit representa el signo: 0 si es positivo, 1 si es negativo.
- **TF (Trap Flag, bit 8):** si vale 1, el procesador está en modo paso a paso. En este modo, la CPU automáticamente genera una interrupción interna después de cada instrucción, permitiendo inspeccionar los resultados del programa a medida que se ejecuta instrucción por instrucción.
- **IF (Interrupt Flag o interrupción, bit 9):** si vale 1, la CPU reconoce peticiones de interrupción externas enmascarables (por el pin INTR). Si vale 0, no se reconocen tales interrupciones. Las interrupciones no enmascarables y las internas siempre se reconocen independientemente del valor de IF.
- **DF (Direction Flag, bit 10):** si vale 1, las instrucciones con cadenas sufrirán “auto-decremento”, esto es, se procesarán las cadenas desde las direcciones más altas de memoria hacia las más bajas. Si vale 0, habrá “auto-incremento”, lo que quiere decir que las cadenas se procesarán de “izquierda a derecha”.
- **OF (Overflow flag o desbordamiento, bit 11):** si vale 1, hubo un desborde en una operación aritmética con signo, esto es, un dígito significativo se perdió debido a que el tamaño del resultado es mayor que el tamaño del destino.

5.3. Fases de la ejecución de una instrucción

Podemos dividir la ejecución de una instrucción en dos fases:

5.3.1. Fase de búsqueda (Fetch-Cycle)

En esta fase el microprocesador realiza la búsqueda de una instrucción en memoria y la guarda en el registro correspondiente.



Podemos decir que en esta fase se ejecutan los siguientes pasos:

1. La unidad de control (UC) envía una microorden para el contenido del contador del programa (CP); es la que contiene la dirección de la siguiente instrucción, se transfiere al registro de dirección de memoria (RDM).
2. Dicha posición de memoria que se encuentra en el registro de memoria llegado este paso es utilizada por el selector para transferir su contenido al registro intercambio de memoria (RIM).
3. Se transfiere la instrucción de este registro intercambio de memoria al registro instrucción (RI).
4. En este paso el decodificador procede a interpretar instrucción que acaba de llegar al registro instrucción, quedando dispuesto para la activación del circuito de la unidad aritmético lógica e informando al secuenciador.
5. En este último paso de la fase de búsqueda del registro contador de programa se incrementa utilizando la unidad aritmético lógica de tal forma que queda apuntando a la siguiente instrucción.

5.3.2. Fase de ejecución (*Execute-Cycle*)

En esta fase el microprocesador ejecuta la instrucción ordenada.

Podemos decir que esta fase se ejecutan los siguientes pasos:

1. Se transfiere la dirección del primer operando desde el registro de instrucción al registro de dirección de memoria.
2. El selector extrae de la memoria dicho dato y lo deposita en el registro de intercambio de memoria.
3. Se lleva este operando desde este registro de intercambio de memoria al registro de entrada (REN n^o) de la unidad aritmético lógica.
4. Se transfiere la dirección del segundo operando desde el registro de instrucción al registro de dirección memoria.
5. De nuevo el selector extrae de la memoria dicho dato y lo deposita en el registro de intercambio de memoria.
6. Se llevará operando desde el registro de intercambio de memoria al registro de entrada (REN n^o+1) de la unidad aritmético lógica.
7. El secuenciador envía una microorden a la unidad aritmético lógica para que se ejecute la operación de que se trate. El resultado de esta operación queda almacenado en el registro acumulador de RA.

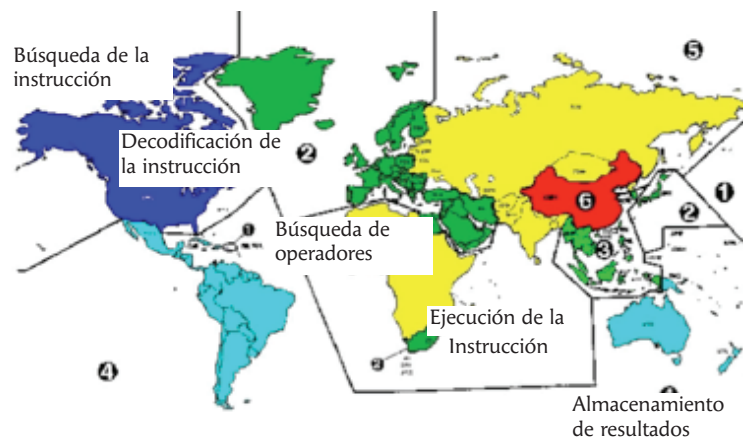


8. Una vez se encuentra el registro acumulador este resultado se transfiere al registro de intercambio de memoria.
9. Del registro de instrucción se transfiere al registro de dirección de memoria la dirección donde almacenarse el resultado en la memoria.
10. Se transfiere resultado desde el registro de intercambio de memoria a la dirección de memoria indicada en el registro de dirección de memoria.

Estas dos fases podíamos haberlas subdividido en cinco de la siguiente forma:

- Fase de búsqueda de la instrucción.
- Fase de decodificación.
- Fase de búsqueda de operandos.
- Fase de ejecución.
- Fase de escritura del resultado.

Los pasos globales que se siguen a la hora de consumir una instrucción son:



Fases generales para la ejecución de una instrucción

5.4. Tipos de microprocesadores

Una forma de clasificar los microprocesadores es en función de las instrucciones que son capaces de ejecutar. Podemos encontrar dos tipos de microprocesadores con tecnología **CISC** y **RISC**. La microprogramación significa que cada instrucción de máquina es interpretada por un microprograma localizador en una memoria en el circuito integrado del procesador.



CISC (*Complex Instructions Set Computer*-set complejo de instrucciones): ordenador con un conjunto de instrucciones complejo.

- Ofrece un amplio repertorio de instrucciones máquina que dan soporte directo a sentencias de lenguajes de alto nivel. Esto permite una programación más sencilla y reduce el tamaño de la memoria requerida por las aplicaciones, ya que evita que una instrucción de código de alto nivel implique el almacenamiento de numerosas instrucciones en código máquina.
- Estas instrucciones realizan operaciones complejas.
- El formato de las instrucciones es muy irregular.
- Ofrece un gran número de modos de direccionamiento, que permite al compilador decidir cuál utilizar en cada caso.
- La longitud de las palabras varía dependiendo de la instrucción que se trate y sobre todo del modo de direccionamiento que se esté utilizando.
- Las instrucciones necesitan múltiples ciclos de instrucción para su ejecución y no todas precisan del mismo número de ellos.
- Los registros son mayoritariamente de uso dedicado. El compilador que se use ha de ser capaz de maximizar el rendimiento de los pocos registros de propósito general que hay, con el fin de lograr una ejecución mucho más eficiente del programa.
- Los ordenadores basados en arquitecturas CISC suelen incorporar una memoria intermedia rápida (caché) para agilizar cálculos y para almacenar datos temporales muy usados.

En el comienzo de la informática la microprogramación se desarrollaba con características CISC y se dotaban a los procesadores de un conjunto muy grande de instrucciones.

Ejemplos son: Intel 8088, 286, 386, 486; Motorola 68000, 68010; 68030; 6840.

RISC (*Reduced Instructions Set Computer*-número reducido de instrucciones): ordenador con un conjunto de instrucciones reducido.

Está basado en un amplio repertorio de instrucciones. Se aumenta la potencia del microprocesador a costa de aumentar el tamaño de las instrucciones, y por tanto el número de ciclos de reloj que precisan para ejecutarse. Eso sí, los programas verán reducido el número de instrucciones máquina que precisan para ser ejecutados por el microprocesador.

Tiene un conjunto de instrucciones muy simplificado, que se pueden implantar por hardware directamente en la CPU, lo cual elimina el microcódigo y la necesidad de decodificar las instrucciones complejas.



En el diseño de la máquina RISC se tienen en cuenta cinco pasos:

- Analizar las aplicaciones para encontrar las operaciones clave.
- Diseñar un bus de datos que sea óptimo para sus operaciones clave.
- Diseñar instrucciones que realizan las operaciones clave utilizando el bus de datos.
- Agregar nuevas instrucciones solo si no hacen la máquina más lenta.
- Repetir este proceso para otros recursos.

Ejemplos son: hasta 80486 y K5 los procesadores de Intel y AMD son puramente CISC aunque comienza a evolucionar hacia arquitecturas RISC, con matices por la compatibilidad hacia atrás y el añadido de amplios conjuntos de instrucciones multimedia como MMX.

Los atributos complejo y reducido no diferencian entre los dos modelos de la arquitectura para microprocesadores. Un microprocesador RISC tiene una capacidad de procesamiento de dos a cuatro veces mayor que la de un CISC, su estructura es simple y se puede realizar en la misma superficie que ocupa un CISC.

Un micro CISC tarda mucho tiempo en ejecutar cada una de esas instrucciones. En cambio un micro RISC, como solo entiende unas cuantas, su diseño interno le permite ejecutarlas en muy poco tiempo, a una gran velocidad, mucho más rápido que un microprocesador CISC.

Cuando se desee que un microprocesador RISC ejecute cierta instrucción que no entiende, esta se descompondrá en varias instrucciones de las sencillas que sí entiende. Aún así, descomponiendo una instrucción compleja en varias sencillas, es capaz de operar mucho más rápido que el microprocesador CISC, el cual no tiene que descomponer esa instrucción porque la entiende directamente.

Prácticamente todos los microprocesadores que se utilizan en la fabricación de ordenadores personales (microprocesadores fabricados por Intel) son de tecnología CISC. Intel, poco a poco, va abandonando la tecnología CISC y la sustituye por tecnología RISC. Así por ejemplo, un Pentium, sin dejar de pertenecer a la categoría CISC incorpora algunas características de los micros RISC:

- Microprocesadores CISC: interpretan y ejecutan un gran número de instrucciones. Son más lentos.
- Microprocesadores RISC: interpretan y ejecutan solo unas pocas instrucciones. Son mucho más rápidos que los microprocesadores CISC.

La arquitectura RISC ofrece soluciones donde se requiere una elevada capacidad de procesamiento y se presenta una orientación hacia los lenguajes de alto nivel.



Sin embargo en el campo intrusión existe un gran número de aplicaciones con las cuales es suficiente controladoras CISC básicas.

Como se ha comentado, a partir de los Pentium inclusive, trabajan con arquitectura híbrida, lo que supone una mezcla entre las dos arquitecturas. Con esto se consigue:

- Ejecutar más instrucciones por ciclo.
- Ejecutar las instrucciones en orden distinto del original para que las interdependencias entre operaciones sucesivas no afecten al rendimiento del procesador.
- Renombrar los registros para paliar la escasez de los mismos.
- Contribuir a acelerar el rendimiento global del sistema.

6. La memoria: tipos, jerarquía y modos de direccionamiento

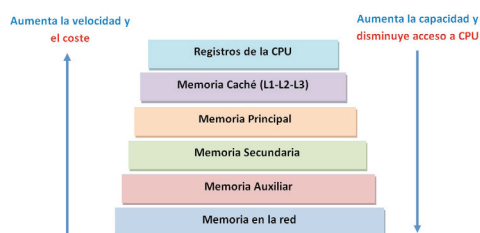
Se dice que memoria de un ordenador es todo elemento capaz de almacenar información, bien sea temporal o permanentemente.

Se define **tiempo de acceso** como el tiempo transcurrido desde que se le pide un dato a la memoria hasta que este se recibe. Pero, en la práctica, en algunas memorias existen dos tiempos, el de lectura y el de escritura. En este caso, se define el tiempo de acceso como el valor medio de ambos. El tiempo de acceso será mayor o menor dependiendo del tipo de memoria y de la tecnología utilizada para su fabricación.

6.1. Jerarquía de memoria

Habitualmente se ordena en función de la velocidad que ofrece, del coste y por la capacidad de almacenamiento. En ambos casos obteniendo el mismo orden.

- a) Registros: son los incluidos en el microprocesador. Son muy rápidos a la vez que costosos y son volátiles, no se guarda la información más que el tiempo de uso.



- b) Memoria caché: es una memoria intermedia entre los registros y la memoria RAM de la máquina. Es más rápida que la memoria RAM y también más cara y con una menor capacidad de almacenamiento. Según su situación, dentro de este tipo de memoria se pueden establecer niveles, pueden estar integradas en el microprocesador o ser externas. Son volátiles, no se guarda la información más que el tiempo de uso. Por ejemplo, los procesadores de alta gama de Intel, los Xeon® cuenta con 3 memorias caché, en el primero nivel 2 módulos de 32 kB, 64 en total, en segundo nivel un módulo de 256 kB y en tercer nivel 45 MB.



- c) Memoria RAM (*Random Access Memory*, memoria de acceso aleatorio): entre sus propiedades cabe destacar que es volátil, permite lectura y escritura y que su acceso es aleatorio. Se desarrolla más adelante.
- d) Memoria secundaria: se refiere al almacenamiento sobre dispositivos como discos duros, soportes ópticos, magnéticos, etc.

6.2. Tipos de memorias

Las memorias semiconductoras son las empleadas en la actualidad en los sistemas informáticos, y según sus propiedades se pueden clasificar en:

6.2.1. Memorias ROM

Read Only Memory (memoria de solo lectura), entre cuyas propiedades podemos destacar que es no volátil y de solo lectura.

Según la forma empleada para grabarla se pueden clasificar en:

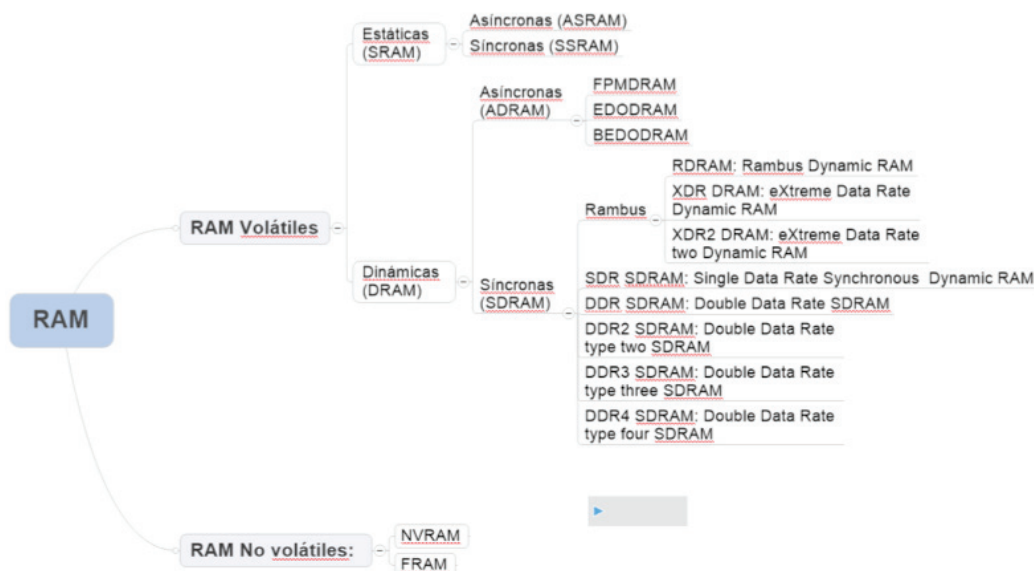
- **ROM (*Programmable por máscara*)**: en este tipo los datos se graban durante el proceso de fabricación.
- **PROM (*Programmable ROM*)**: estas memorias al contrario que las anteriores, pueden ser grabadas por el usuario una única vez y permaneciendo su contenido inalterable.
- **EPROM (*Erasable PROM*)**: son memorias similares a las anteriores pero con la peculiaridad de que se pueden borrar y volver a programar, pero por rayos ultravioletas, por lo que dichas memorias son identificables al poseer una ventanita por la que se realiza la programación.
- **EEPROM (*Electrically Erasable PROM*)**: son memorias análogas a las anteriores pero con la ventaja de poder ser programadas por medios eléctricos. Son empleadas en la utilización de los sistemas informáticos para almacenar las BIOS de los ordenadores, aunque en la actualidad se tiende a hacer esto con memorias FLASH que como veremos más adelante tienen mejores prestaciones y en discos duros de estado sólido (SSD).

6.2.2. Memorias RAM

Random Access Memory (memoria de acceso aleatorio). Entre sus propiedades cabe destacar que es volátil, permite lectura y escritura, y que su acceso es aleatorio.



A continuación se muestra un cuadro resumen de memorias RAM:



A) RAM Volátiles

Las memorias RAM volátiles se clasifican en:

- **RAM estáticas (SRAM):** este tipo de memoria utiliza los biestables, capaces de almacenar un bit, y no necesita de refresco, la información perdura, hasta que se pierde la tensión o se cambia su estado, por lo que son más rápidas que las DRAM. Dentro de estas, nos encontramos con 2 tipos:
 - ASRAM (*Asynchronous Static RAM*): Asíncrona.
 - SSRAM (*Synchronous Static RAM*): Síncrona.
- **RAM dinámicas (DRAM):** se denominan así porque necesitan de unos circuitos de refresco, que se actualizan al ritmo de un reloj que controla el proceso, por lo que el procesador no siempre tiene acceso a dicho memoria, ya que durante el proceso de refresco la información permanece no accesible. Almacenan los bits en celdillas denominadas condensadores. Es el tipo que se usa para crear memorias principales.
 - **ADRAM (*Asynchronous-DRAM*):** asíncrono bajo el que se integra los tipos FPM DRAM, EDO DRAM, BEDO DRAM, las cuales están obsoletas.
 - **SDRAM (*Synchronous-DRAM*):** con este tipo de memorias nació una nueva forma de proporcionar mayor velocidad en el acceso. Se utiliza la tecnología síncrona, de tal forma que al sincronizarse la memoria con la señal de reloj interna del procesador, este puede obtener información en cada ciclo de reloj, sin estados



de espera, a diferencia de los tipos anteriores. Las memorias SDRAM se miden tanto en megahercios como en nanosegundos. Para pasar de MHz a nanosegundos hay que dividir 1 entre el número de megahercios y multiplicar el resultado por mil. Por ejemplo, un módulo SDRAM de 66 MHz corresponde a $(1/66) \times 1000 = 15\text{ns}$. El mismo método funciona a la inversa, para pasar los nanosegundos a megahercios. Tipos de SDRAM:

- **Rambus SDRAM**, memoria desarrollada por el fabricante Rambus® y que fue utilizada a finales de los años 80 hasta aproximadamente el año 2000. Entre sus aplicaciones, memorias para PCs, consolas de videojuegos. En esta modalidad destacan los tipos RDRAM, XDR DRAM y XDR2 DRAM.
- **SDR SDRAM**: *single Data Rate Synchronous Dynamic RAM*.
- **DDR SDRAM**: *double Data Rate SDRAM*: la DDR SDRAM es una mejora de la SDRAM convencional. Permite realizar dos operaciones por ciclo de reloj debido a ciertas mejoras introducidas. Así consigue doblar el ancho de banda proporcionado por una SDRAM, que ronda los 1,06 GB/s, y lo sitúa en 2,12 GB/s. Esto proporciona un mayor caudal de información entre el procesador y la memoria a través del bus que los une. Ello supone un alivio para los procesadores actuales, cuyas frecuencias de trabajo están rondando los 2 GHz. La principal ventaja es ser una extensión de la memoria SDRAM, lo que facilita la implementación por la mayoría de los fabricantes. Además, al ser una arquitectura abierta, los fabricantes de memoria no necesitan pagar derechos de patente. Las memorias DDR-SDRAM se usan hoy en día para memoria principal, memoria de tarjetas gráficas, memoria de impresoras, etc.
- **DDR2 SDRAM**: las memorias DDR2-SDRAM se insertan en módulos DIMM de hasta 240 contactos. Los módulos DDR2 son capaces de trabajar con 4 bits por ciclo, es decir, dos de ida y dos de vuelta (en total cuatro bits) en un mismo ciclo, mejorando sustancialmente el ancho de banda potencial bajo la misma frecuencia de una DDR SDRAM tradicional.
- **DDR3 SDRAM**: el principal beneficio de instalar DDR3 es la habilidad de hacer transferencias de datos ocho veces más rápido, esto permite obtener velocidades pico de transferencia y velocidades de bus más altas que las versiones DDR anteriores. Sin embargo, no hay una reducción en la latencia, la cual es proporcionalmente más alta. Además la DDR3 permite usar integrados de 512 megabits a ocho gigabytes.
- **DDR4 SDRAM**: la última versión disponible es la DDR4 que supone un incremento de la frecuencia unido a un menor voltaje de funcionamiento, lo cual proporcionará un mayor rendimiento cuantificado, según algunos fabricantes, entorno a un 50% de mejor. Actualmente existen módulos de hasta 16 GB.



A continuación se muestra una tabla resumen de las memorias DDR:

	DDR	DDR 2	DDR 3	DDR 4
Fecha de lanzamiento	1996	2003	2007	2014
Frecuencias habituales (MHz.)	100~200	200~533	400~1066	1066~2133
Voltaje habitual (V.)	2,6	1,8	1,5	1,1
Núm. pines	184	240	240	288
Memoria por módulo	64 MB ~ 1 GB	256 MB ~ 2 GB	1 GB ~ 8 GB	2 GB ~ 16 GB

B) RAM No Volátiles

Las memorias RAM NO volátiles son aquellas que no pierden la información cuando se quedan sin suministro eléctrico, siendo, junto con las memorias EEPROM, las precursoras de las conocidas como memorias flash. Entre ellas, tenemos:

- **NVRAM (Non-volatile random access memory):** se utilizan principalmente en dispositivos de comunicaciones como routers, switches, smartphones, etc.
- **FRAM:** mantienen la información mediante el llamado efecto ferroeléctrico.

Según su empaquetado los módulos de las memorias RAM se clasifican en:

- **RIMM (Ram-Bus In Line Memory Module):** módulos de memoria capaces de alcanzar velocidades de 400 MHz; son memorias de 184 contactos.
- **SIPP (Single In-line Pin Package, paquete de pines en-línea simple):** fueron los primeros módulos comerciales de memoria, de formato propietario, es decir, no había un estándar entre distintas marcas.
- **SIMM (Single Inline Memory Module):** son antiguos y son reconocibles porque tienen módulos de memoria en una sola cara. Memorias capaces de almacenar 8 bits. Existieron de 30 y de 72 contactos.
- **DIMM (Dual Inline Memory Module):** usados actualmente y reconocibles porque tienen módulos de memoria de ambas caras. Módulos de memoria capaces de almacenar 64 bits y son memorias de 168 contactos.
- **SO-DIMM (Small Outline Dual Inline Memory Module):** es una versión compacta de la anterior para su uso en portátiles, Tablet PC, etc. Hay módulos que disponen de 100, 144 y hasta 200 pines.
- **FB-DIMM (Fully-Buffered Dual Inline Memory Module):** usado en servidores.



6.2.3. Memorias FLASH

Las memorias FLASH son memorias de alta integración (fácil fabricación), no volátiles y de lectura escritura, por lo que su utilización se está extendiendo, sobre todo para el uso de almacenaje de BIOS del sistema. Es una evolución de la memoria EEPROM y de las memorias NVRAM que permite que múltiples posiciones de memoria sean escritas o borradas en una misma operación de programación mediante impulsos eléctricos, frente a las anteriores que solo permiten escribir o borrar una única celda cada vez. Por ello, flash permite funcionar a velocidades muy superiores cuando los sistemas emplean lectura y escritura en diferentes puntos de esta memoria al mismo tiempo.

Sin embargo, todos los tipos de memoria flash solo permiten un número limitado de escrituras y borrados, generalmente entre 10.000 y un millón, dependiendo de la celda, de la precisión del proceso de fabricación y del voltaje necesario para su borrado.

Este tipo de memoria está fabricado con puertas lógicas NOR y NAND para almacenar los 0 o 1 correspondientes. Existen también memorias basadas en OR NAND.

Los sistemas de archivos para estas memorias son JFFS originalmente para NOR, evolucionado a JFFS2 para soportar además NAND o YAFFS, ya en su segunda versión, para NAND. Sin embargo, en la práctica, se emplea un sistema de archivos FAT por compatibilidad, sobre todo en las tarjetas de memoria extraíble (*pendrives*).

6.3. Modos de direccionamiento

6.3.1. Direccionamiento implícito

En este modo, llamado también inherente, el operando se especifica en la misma definición de la instrucción. El modo implícito se usa para hacer referencia a operandos de dos tipos:

- **Registros:** en el caso de que el código de operación se refiera en particular a un registro.
- **Operandos en la pila:** en el caso de que la operación se realice siempre sobre el dato situado en la cima de pila.

6.3.2. Direccionamiento inmediato o literal

En este modo es el operando el que figura en la instrucción, no su dirección. En otras palabras el campo de operando contiene él mismo, sin transformación alguna, la información sobre la que hay que operar. Este modo es útil para inicializar registros o palabras de memoria con un valor constante.

6.3.3. Direccionamiento directo por registro

Se mencionó anteriormente que el campo de dirección de una instrucción puede especificar una palabra de memoria o un registro del procesador.



Cuando se da este último caso se dice que el operando está especificado con direccionamiento directo por registro, en tal caso, el operando reside en uno de los registros del procesador que es seleccionado por un campo de registro de k bits en la instrucción. Este campo de k bits puede especificar uno de 2^k registros. Este modo es típico de los ordenadores con organización de registros de uso general.

Las ventajas de este modo son:

- El acceso a los registros es muy rápido, por tanto el direccionamiento por registro debe usarse en las variables que se usen con más frecuencia para evitar accesos a memoria que son más lentos. Un ejemplo muy típico del uso de este direccionamiento son los índices de los bucles.
- El número de bits necesarios para especificar un registro es mucho más pequeño que el necesario para especificar una dirección de memoria, esto es debido a que el número de registros del procesador es muy pequeño comparado con el número de direcciones de memoria. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en los ordenadores modernos el número de registros ha aumentado considerablemente.

6.3.4. Direccionamiento directo o absoluto

Este es el modo de direccionamiento más sencillo. El campo de dirección no necesita transformación alguna para dar la dirección efectiva, es decir, la función que transforma el campo de operando en la dirección efectiva es la identidad. Esto significa que el campo de operando es ya la dirección efectiva.

Este direccionamiento solo se usa en ordenadores pequeños en que el programa siempre se sitúa en la misma zona de memoria ya que dificulta la relocalización de los programas, es decir, que el código de los programas no dependa de su situación en memoria. En ordenadores más grandes, este modo está reservado para acceder a direcciones del sistema, que normalmente se refieren a operaciones de entrada y salida, ya que estas direcciones no dependen del programa.

6.3.5. Direccionamiento indirecto

En este modo el campo de operando de la instrucción indica la localización de la dirección efectiva del operando. El modo de direccionamiento indirecto puede adquirir diferentes formas según cuál sea el lugar donde se encuentre la dirección del operando. En general, todos los modos de direccionamiento tienen su versión indirecta que añade un eslabón más a la cadena del direccionamiento. Por ejemplo, existe el direccionamiento indirecto por registro, en el que el registro especificado contiene la dirección del operando, no el operando mismo.

Este direccionamiento es útil cuando se trabaja con apuntadores ya que estos son variables que contienen las direcciones de los operandos y no los operandos en sí.



6.3.6. Direccionamiento relativo

Hay algunos modos de direccionamiento en que se hace uso de una propiedad muy generalizada de los programas denominada localidad de referencia, esta propiedad consiste en que las direcciones referenciadas por los programas no suelen alejarse mucho unas de otras y, por tanto, suelen estar concentradas en una parte de la memoria. Estas consideraciones nos llevan a la conclusión de que no es necesario utilizar todos los bits de la dirección de memoria en el campo de operando, basta utilizar los bits precisos para cubrir la parte de memoria donde estén incluidas las direcciones a las que el programa hace referencia. Esto puede hacerse tomando como referencia un punto de la memoria y tomando como campo de operando la diferencia entre ese punto y la dirección efectiva del operando. La dirección que se toma como punto de referencia puede residir en un registro de la CPU y, por tanto, sumando el contenido de ese registro con el campo de operando, obtendremos la dirección efectiva. Hay varios direccionamientos basados en esta técnica que reciben diferentes nombres dependiendo de cuál sea el registro en el que radica la dirección tomada como referencia. Todos ellos podrían catalogarse como direccionamientos relativos a un registro.

El direccionamiento denominado habitualmente relativo toma como valor de referencia el registro contador de programa. Cuando se usa este modo de direccionamiento, el campo de operando consiste en un número (normalmente con signo) que expresa la diferencia entre la dirección del dato y la dirección siguiente a la instrucción en curso (contenida en el contador de programa). Si el campo de operando, llamado en este caso desplazamiento u offset, es positivo el operando residirá en una dirección posterior a la de la instrucción y si es negativo, en una dirección anterior.

Este modo de direccionamiento es usado muy frecuentemente en programas cuyo código deba ser independiente de la posición de memoria donde estén situados (programas relocizables) ya que el desplazamiento es independiente de la localización del programa. También se usa con mucha frecuencia en instrucciones de bifurcación.

6.3.7. Direccionamiento indexado

En este modo de direccionamiento, la dirección del operando también se calcula sumando un registro de la CPU al campo de operando, este registro es un registro específico para este uso llamado registro índice. En los ordenadores con organización de registros generales, el registro índice puede ser cualquiera de los registros de la CPU. En los ordenadores en que el contador de programa es considerado como un registro de uso general (PDP-11 y VAX) el modo relativo es un caso particular del direccionamiento indexado. A la cantidad que hay que sumar al registro índice para conseguir la dirección del operando también se le llama desplazamiento u offset.

6.3.8. Direccionamiento autoincremental o postincrementa

En este modo, la dirección del operando se encuentra en un registro y este es incrementado, después de acceder al operando, en el tamaño del mismo. Este modo es útil para manejar vectores y matrices como se veía en el



apartado anterior. También se puede utilizar para extraer datos de pilas (que crezcan hacia direcciones bajas) ya que, si el registro sobre el que se aplica este modo es el apuntador de pila, después de la operación el apuntador señalará al siguiente elemento de la pila.

6.3.9. Direccionamiento autodecremental

En este modo para obtener la dirección del operando hay que decrementar un registro en el tamaño del operando; el nuevo contenido del registro después de efectuar esa operación, es la dirección del operando.

Este modo complementa al anterior y se emplea para direccionar elementos de vectores y matrices en orden descendente y también para introducir datos en las pilas ya que, si se aplica este modo sobre el apuntador de pila, conseguiremos que antes de efectuar el acceso el apuntador señale al siguiente hueco libre de la pila.

MODOS	UTILIDADES
Inmediato	Operaciones con constantes
Directo por registro	Variables locales de procedimientos no recursivos
Indirecto por registro	Variables referenciadas a través de apuntadores
Absoluto	Direcciones de sistema
Relativo	Variables globales
Indexado	Acceso a vectores, matrices y cadenas
Autoincremental	Desapilar parámetros de procedimientos
	Recorrido de vectores y cadenas
Autodecremental	Apilar parámetros de procedimientos
	Recorrido de vectores y cadenas hacia atrás

7. Buses

Los buses son los canales de comunicación entre los distintos elementos del subsistema central. Un bus es un conjunto de líneas conductoras que permiten transmitir direcciones, datos y señales de control entre los componentes de un sistema informático. Los buses pueden ser internos (como los que posee la CPU para interconectar sus componentes internos) o externos (como los que interconectan los periféricos o la memoria con el microprocesador). Más específicamente se pueden mencionar los siguientes tipos de buses:



1. **Bus del sistema:** es aquel a través del cual la placa base mediante el chipset (normalmente el chipset norte) se comunica con el procesador y la memoria principal. La velocidad de transferencia del bus de sistema está determinada por la frecuencia del bus, medida en hercios (Hz) o ciclos por segundo y el ancho del bus (8 bits, 16 bits, 32 bits...) el cual lo determina el microprocesador. Tipos de buses del sistema:
 - a) **Bus de datos:** son las líneas de comunicación por donde circulan los datos externos e internos del microprocesador.
 - b) **Bus de dirección:** línea de comunicación por donde viaja la información específica sobre la localización de la dirección de memoria del dato o dispositivo al que se hace referencia.
 - c) **Bus de control:** línea de comunicación por donde se controla el intercambio de información con un módulo de la unidad central y los periféricos.
2. **De expansión (I/O):** conjunto de líneas de comunicación encargado de llevar el bus de datos, el bus de dirección y el de control al subsistema de entrada/salida.

Los buses se pueden clasificar además por la manera en que se comunican, así pues, se dan:

1. **Buses paralelos:** los datos son enviados por bytes, al mismo tiempo, con la ayuda de varias líneas que tienen funciones fijas. La cantidad de datos enviada es bastante grande con una frecuencia moderada y es igual al ancho de los datos por la frecuencia de funcionamiento.
2. **Buses en serie:** los datos son enviados, bit a bit, y se reconstruyen por medio de registros o rutinas de software. Está formado por pocos conductores y su ancho de banda depende de la frecuencia.

Partiendo de esta doble clasificación, se pueden mencionar los siguientes desarrollos comerciales:

1. **Buses internos:**
 - Paralelos: EV6 (de Athlon y Alpha), GTL+/AGTL+ de Intel ISA, EISA, VESA, MCA, PCI, AGP.
 - Serie: PCI Express (PCIe), I2C, HyperTransport.
2. **Buses Externos:**
 - Paralelos: ATA (3) (IDE, EIDE, ATAPI), SCSI, PCMCIA.
 - Serie: SATA (1), USB, IEEE 1394 (FireWire).

A continuación se describe con más detalle alguno de ellos:

1. **Bus EV6 de AMD y GTL+ (Gunning Transceiver Logic) /AGTL+ (Assisted Gunning Transceiver Logic) de Intel.** Ambos son buses Front Side Bus (FSB), bus interfaz entre la CPU y la placa base.



2. **Bus ISA (*Industrial Standard Architecture, Arquitectura Industrial Estandarizada*):** Podía utilizar entre 8 bits a 4,77 MHz (año 1980) y 16 bits a 8 MHz (año 1984). Frecuentemente había que configurar varias cosas al añadir un nuevo dispositivo, como la IRQ, las direcciones de entrada/salida o el canal DMA. Las evoluciones del ISA son el bus EISA con 32 bits (año 1987) que resuelve la integración de los periféricos y el bus VESA Local Bus (año 1992) dedicado a sistemas gráficos. Este bus da conexión a las siguientes interfaces:
 - Puertos paralelos: LPT1, LPT2.
 - Puertos serie: COM1, COM2.
 - Teclado y ratón: conector PS2.
 - FD o disquetera.
3. **Bus PCI (*Peripheral Component Interconnect*):** es un bus de ordenador estándar para conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base. A diferencia del bus ISA, el bus PCI permite configuración dinámica de un dispositivo periférico. En el tiempo de arranque del sistema, las tarjetas PCI y la BIOS interactúan y negocian los recursos solicitados por la tarjeta PCI. Su velocidad se mueve de los 66 MHz hasta los 133 MHz y da entrada a los conectores o interfaces de entrada/salida siguientes:
 - Controladora IDE, para el disco duro.
 - Controladora SCSI, para el disco duro.
 - Conector/interfaz firewire, para video en tiempo real.
 - Tarjeta de red, tarjeta de sonido, etc.

Ha evolucionado a distintas versiones:

- PCI-X (PCI eXtended): supera al bus PCI por su mayor ancho de banda, que suele ser exigido por servidores (en requerimientos de banda ancha: tarjetas Ethernet Gigabit, canal de Fibra, SCSI). Es una versión con el doble de ancho del PCI, ejecutándose hasta cuadruplicar la velocidad de reloj, estrategia similar en otras implementaciones eléctricas que usan el mismo protocolo. Fue desarrollado conjuntamente con IBM, HP y Compaq y presentado para su aprobación en 1998.
- PCIe (PCI Express): es un nuevo desarrollo del bus PCI que usa los conceptos de programación y los estándares de comunicación existentes, pero se basa en un sistema de comunicación serie mucho más rápido. Este sistema es apoyado principalmente por Intel.

Aunque ambos (PCI-X y PCIe) son buses de alta velocidad para ordenadores y periféricos internos, se diferencian en muchas cosas. La primera es que PCI-X es un interfaz paralelo que es compatible con versiones anteriores de los dispositivos PCI a excepción de los que trabajan con 5 voltios. Por el



contrario, PCIe es un bus serie con una interfaz física distinta que fue diseñada para superar a PCI y PCI-X.

Los buses PCI-X y PCI estándar pueden funcionar en un puente PCIe, de forma similar a como lo hacían los buses ISA, que funcionan en buses PCI normales en algunos ordenadores. PCIe también supera a PCI-X y PCI-X 2.0 en ancho de banda máximo: PCI-E 1.0 x1 ofrece 250 MB/s en cada sentido, y hasta en 32 líneas, otorgando un máximo de 8 GB/s en cada sentido.

PCI-X sufre una serie de desventajas tecnológicas y económicas respecto a PCIe:

- Los buses PCI-X, como los PCI estándar, son bidireccionales half-duplex, mientras PCIe son full-duplex.
 - Los buses PCI-X solo son tan rápidos como el dispositivo más lento de su bus, y PCIe puede negociar las velocidades de transferencia dispositivo por dispositivo.
 - Las ranuras (slots) PCI-X ocupan más espacio en las placas, lo cual puede llegar a ser un problema en caso de las ATX.
4. **Bus USB (*Universal Serial Bus*):** es un bus serie y por tanto la información se transfiere bit a bit de forma consecutiva. El USB puede manejar 127 dispositivos incluyendo los concentradores USB una vez se hayan ocupado todos puertos disponibles de la máquina. Está constituido por un conector de 4 hilos con las siguientes características:
- 2 hilos para entrada balanceada, es decir, para datos que duplican la información por dos hilos. Se lee alternativamente de cada hilo, no de los dos hilos a la vez.
 - 1 hilo para la tensión.
 - 1 hilo para masa o toma de tierra.

Versiones:

- a) Versión 1.0: 1,5 Mbps.
 - b) Versión 1.1: 12 Mbps (= 1,5 Megabytes por segundo).
 - c) Versión 2.0: 480 Mbps (= 60 Megabytes por segundo).
 - d) Versión 3.0: 4,8 Gbps (= 600 Megabytes por segundo).
 - e) Versión 3.1: 7,2 Gbps.
 - f) Versión 3.1 Gen 2: 10Gbps.
5. **Bus AGP (*Accelerated Graphics Port*):** es un bus especializado para la generación de video, desarrollado por Intel en 1996. Todo tratamiento de señal de video necesita un gran ancho de banda, para



ello, AGP constituye un bus dedicado que aísla el sistema de vídeo. El puerto AGP es de 32 bit como PCI, pero cuenta con diferencias tales como contar con 8 canales adicionales para acceso a la memoria RAM. Además, puede acceder directamente a esta a través del chipset norte, pudiendo emular así memoria de vídeo en la RAM. La velocidad del bus según sus versiones:

- AGP 1X es de 66 MHz con una tasa de transferencia de 266 MB/s.
- AGP 2X es de 133 MHz con una tasa de transferencia de 528 MB/s.
- AGP 4X es de 266 MHz con una tasa de transferencia de 1 GB/s.
- AGP 8X es de 533 MHz con una tasa de transferencia de 2 GB/s.

6. **HyperTransport (HT), también conocido como *Lightning Data Transport (LDT)*:** es una tecnología de comunicaciones bidireccional que funciona tanto en serie como en paralelo, y ofrece un gran ancho de banda en conexiones punto a punto de baja latencia. Se publicó el 2 de abril de 2001. Esta tecnología se aplica en la comunicación entre chips de un circuito integrado, ofreciendo un enlace (o bus) de conexión universal de alta velocidad y alto rendimiento para aplicaciones incorporadas y facilitando sistemas de multiprocesamiento altamente escalables. Esta conexión universal está diseñada para reducir el número de buses dentro de un sistema. Versiones:

- HyperTransport v1.0 funciona a 800 MHz a una velocidad de 12,8 GB/s.
- HyperTransport v 2.0 funciona a 1,4 GHz a una velocidad de 22,4 GB/s.
- HyperTransport v 3.0 funciona a 2,6 GHz a una velocidad de 41,6 GB/s.
- HyperTransport v 3.1 funciona a 3,2 GHz a una velocidad de 51,2 GB/s.

7. **Bus IEEE 1394 (conocido como *FireWire* por Apple Inc. y como *i.Link* por Sony):** es un estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Se suele utilizar para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras. Versiones:

- Firewire 400: 50 MB/s.
- Firewire 800: 100 MB/s.
- Firewire s1600: 200 MB/s.
- Firewire s3200: 400 MB/s.



