



ANTOLOGIA

MICROCOMPUTADORAS

INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

SÉPTIMO CUATRIMESTRE

Marco Estratégico de Referencia

ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tarde.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzitol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzitol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

MISIÓN

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

VISIÓN

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

VALORES

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

ESCUDO



El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

ESLOGAN

“Mi Universidad”

ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

MICROCOMPUTADORAS

Objetivo de la materia: Valorar la importancia de los microprocesadores en las áreas de la electrónica, comunicaciones, sistemas de control y, en particular, en los sistemas de computadoras. Explicar las diferencias entre los diversos modelos de microprocesadores y destacar las características de cada uno.

Índice

UNIDAD I Fundamentos de la arquitectura computacional

- 1.1 Introducción a microcomputadores
- 1.2 Concepto de arquitectura en el entorno informático
- 1.3 Definición de computadora
- 1.4 Organización física de una computadora
- 1.5 Dispositivos de entrada
- 1.6 Dispositivos de salida
- 1.7 Memoria interna y memoria externa memoria interna
- 1.8 Generaciones de computadoras
- 1.9 Arquitectura básica de computadoras.
- 1.10 Tipos de microprocesador
- 1.11 Núcleos en los Microprocesadores
- 1.12 SSD

UNIDAD II ALGEBRA DE BOOLE Y COMPUERTAS LOGICA

- 2.1 Definiciones lógicas
- 2.2 Lógica proposicional, matemática o simbólica
- 2.3 Definición axiomática del álgebra booleana
- 2.4 La operación + (or)
- 2.5 La operación producto (AND)
- 2.6 La negación.
- 2.7 Las propiedades del álgebra de Boole
- 2.8 Teoremas básicos y propiedades del álgebra de Boole
- 2.9 Leyes de Morgan
- 2.10 Formas canónica y normalizada
- 2.11 Compuertas lógicas digitales

UNIDAD III DISEÑO DEL SISTEMA DEL MICROCOMPUTADOR

3.1 INTRODUCCIÓN

3.2 Organización del microcomputador

3.3 Organización del microprocesador

3.4 ALU

3.5 Unidad de Control

3.6 Sistema de registros

3.7 Instrucciones

3.8 Ciclo de ejecución de instrucciones:

3.9 Formas de ejecución de instrucciones en el microprocesador

3.10 Procesamiento de varias instrucciones

3.11 Pila, subrutinas e interrupción

3.12 Organización de la memoria

3.13 Interconexión de entrada-salida

3.14 DMA

3.15 Acceso directo de memoria

UNIDAD IV EL COMPUTADOR

4.1 Perspectiva de alto nivel del funcionamiento y de las interconexiones del computador

4.2 Procesamiento de la información

4.3 Memoria CACHÉ

4.4 Memoria interna

4.5 Memoria externa

4.6 Sistemas Operativos

4.7 Estructura y funcionamiento del procesador

4.8 Unidad de punto flotante (FPU)

4.9 Computadores de repertorio reducido de instrucciones

4.10 Paralelismo en las instrucciones y procesadores superescalares

4.11 La arquitectura ia-64

Bibliografía básica y complementaria:

Índice

UNIDAD I Fundamentos de la arquitectura computacional.....	11
1.1 Introducción a microcomputadores	11
1.2 Concepto de arquitectura en el entorno informático.....	12
1.3 Definición de computadora	15
1.4 Organización física de una computadora.....	18
1.5 Dispositivos de entrada	21
1.6 Dispositivos de salida	25
1.7 Memoria interna y memoria externa memoria interna.....	28
1.8 Generaciones de computadoras.....	31
1.9 Arquitectura básica de computadoras.....	36
1.10 Tipos de microprocesador	37
1.11 Núcleos en los Microprocesadores.....	38
1.12 SSD	43
UNIDAD II ALGEBRA DE BOOLE Y COMPUERTAS LOGICA	46
2.1 Definiciones lógicas	46
2.2 Lógica proposicional, matemática o simbólica	49
2.3 Definición axiomática del álgebra booleana.....	50
2.4 La operación + (or)	50
2.5 La operación producto (AND).....	52
2.6 La negación.....	54
2.7 Las propiedades del álgebra de Boole	56
2.8 Teoremas básicos y propiedades del álgebra de Boole	57
2.9 Leyes de Morgan	57
2.10 Formas canónica y normalizada	60
2.11 Compuertas lógicas digitales	64
UNIDAD III DISEÑO DEL SISTEMA DEL MICROCOMPUTADOR	69
3.1 INTRODUCCIÓN	69
3.2 Organización del microcomputador	71
3.3 Organización del microprocesador.....	72
3.4 ALU	75
3.5 Unidad de Control	77
3.6 Sistema de registros	78
3.7 Instrucciones	79
3.8 Ciclo de ejecución de instrucciones:.....	82

3.9 Formas de ejecución de instrucciones en el microprocesador	84
3.10 Procesamiento de varias instrucciones	88
3.11 Pila, subrutinas e interrupción.....	89
3.12 Organización de la memoria.....	94
3.13 Interconexión de entrada-salida.....	96
3.14 DMA	97
3.15 Acceso directo de memoria.....	99
UNIDAD IV EL COMPUTADOR.....	103
4.1 Perspectiva de alto nivel del funcionamiento y de las interconexiones del computador	103
4.2 Procesamiento de la información.....	104
4.3 Memoria CACHÉ	108
4.4 Memoria interna.....	110
4.5 Memoria externa.....	111
4.6 Sistemas Operativos	112
4.7 Estructura y funcionamiento del procesador	115
4.8 Unidad de punto flotante (FPU)	116
4.9 Computadores de repertorio reducido de instrucciones	118
4.10 Paralelismo en las instrucciones y procesadores superescalares	119
4.11 La arquitectura ia-64	120
Bibliografía básica y complementaria:	122

UNIDAD I Fundamentos de la arquitectura computacional

1.1 Introducción a microcomputadores

Los microcomputadores son las máquinas que han hecho de la informática algo cotidiano y no un asunto para especialistas, como hasta hace muy poco tiempo lo eran los computadores. Ahora, millones de estas máquinas se esparcen por el mundo formando parte de las actividades de cualquier sector. También, del ocio y del hogar.

En 1983, alguien calculó que, debido a los microcomputadores, durante 1982 y 1983 se había fabricado el 80% de todos los computadores de la historia. ¿A cuánto habrá ascendido este porcentaje a la altura del año 1987 en el que nos encontramos?

En 1982, la revista TIME designa al computador personal "hombre del año". En esta misma revista de información general encontramos los siguientes datos acerca del número de envíos de ordenadores personales en todo el mundo: 15 millones (1984); 14,7 (1985); 15,2 (1986); h 7,4 (estimados en 1987) (Time, n°19, mayo 1987, p. 32).

¿Qué puede decirse de los microprocesadores? Este microcircuito no está sólo dentro de cada microcomputador, sino dentro de toda máquina computadorizada, tanto si se trata de una máquina herramienta, un reloj, un instrumento médico, el tablero de control de un automóvil o cualquier otra de las muchas decenas de miles de tipos de máquinas distintas que se han creado nuevas o que han innovado su estructura y organización interna, y por tanto su funcionalidad.

Sobre microcomputadores (a los que asimismo e indistintamente se denotará aquí por microcomputadoras o microordenadores) y sobre microprocesadores se han escrito o dictado innumerables textos, artículos y conferencias, tocando uno u otro de sus variados aspectos técnicos, tecnológicos, económicos y sociales. No se trata de repetir lo ya dicho. Tampoco es razonable profundizar en alguna cuestión específica de vanguardia, más propia de revistas muy especializadas, ni es posible por falta de tiempo plantear un estado de la cuestión de dos áreas tan amplias.

1.2 Concepto de arquitectura en el entorno informático

La arquitectura de computadoras es el diseño conceptual y la estructura operacional fundamental de un sistema de computadoras. Es decir, es un modelo y una descripción funcional de los requerimientos y las implementaciones de diseño para varias partes de una computadora, con especial interés en la forma en que la unidad central de proceso (CPU) trabaja internamente y accede a las direcciones de memoria.

También la arquitectura del computador está basada en tres grandes principios que se aplican a todo dispositivo o componente del computador, estos tres principios son: velocidad, capacidad y tipo de conexión.

También suele definirse como la forma de interconectar componentes de hardware, para crear computadoras según los requerimientos de funcionalidad, rendimiento y costo.

La computadora recibe y envía la información a través de los periféricos, por medio de los canales. La CPU es la encargada de procesar la información que le llega a la computadora. El intercambio de información se tiene que hacer con los periféricos y la CPU. Puede considerarse que todas aquellas unidades de un sistema, exceptuando la CPU, se denomina periférico, por lo que la computadora tiene dos partes bien definidas, que son:

- La CPU (encargada de ejecutar programas y que también se considera compuesta por la memoria principal, la unidad aritmético lógica y la unidad de control).
- Los periféricos (que pueden ser de entrada, salida, entrada/salida, almacenamiento y comunicaciones).

La implantación de instrucciones es similar al uso de una serie de desmontaje en una fábrica de manufacturación. En las cadenas de montaje, el producto pasa a través de muchas etapas de producción antes de tener el producto desarmado. Cada etapa o segmento de la cadena está especializada en un área específica de la línea de producción y lleva a cabo siempre la misma actividad. Esta tecnología es aplicada en el diseño de procesadores eficientes.

A estos procesadores se les conoce como pipeline processors. Estos están compuestos por una lista de segmentos lineales y secuenciales en donde cada segmento lleva a cabo una tarea o un grupo de tareas computacionales. Los datos que provienen del exterior se introducen en el sistema para ser procesados. La computadora realiza operaciones con los datos que tiene almacenados en memoria, produce nuevos datos o información para el uso externo.

Las arquitecturas y los conjuntos de instrucciones se pueden clasificar considerando los siguientes aspectos:

- Almacenamiento de operandos en la CPU: dónde se ubican los operadores aparte de la sustractora informativa (SI).
- Cantidad de operandos explícitos por instrucción: cuántos operandos se expresan en forma explícita en una instrucción típica. Normalmente son 0, 1, 2 y 3.
- Posición del operando: ¿cualquier operando puede estar en memoria, o deben estar algunos o todos en los registros internos de la CPU? Cómo se especifica la dirección de memoria (modos de direccionamiento disponibles).
- Operaciones: qué operaciones están disponibles en el conjunto de instrucciones.
- Tipo y tamaño de operandos y cómo se especifican.

Puertas lógicas

Son las encargadas de procesar la lógica de las instrucciones del sistema. Existen siete tipos básicos diferentes:

- **NOT:** es la negación de la entrada. Funciona con una sola entrada y una sola salida.
- **AND:** es la multiplicación binaria de dos entradas y da una sola salida.
- **OR:** es la suma binaria de dos entradas y da como salida la suma propia o el bit carry de ser necesario.
- **XOR:** es la suma binaria de dos entradas y da el resultado como salida, sin incluir el bit carry.
- **NAND:** es la negación de AND. Da una única salida.
- **NOR:** es la negación de OR. Da una única salida.
- **XNOR:** es la negación de XOR. Da una única salida.

Almacenamiento de operandos en la CPU

La diferencia básica está en el almacenamiento interno de la CPU. Las principales alternativas son:

- Acumulador.
- Conjunto de registros.
- Memoria.

Pero antes hay que tomar en cuenta que las informaciones procesadas son de suma importancia.

Características

- En una arquitectura de acumulador, un operando está implícitamente en el acumulador siempre leyendo e ingresando datos (por ejemplo, una calculadora estándar).
- En la arquitectura de una pila no es necesario nombrar a los operandos ya que estos se encuentran en el tope de la pila (por ejemplo, calculadora de pila HP).
- La arquitectura de registros tiene sólo operandos explícitos (es aquel que se nombra) en registros o memoria.

Ventajas de las arquitecturas

- **Pila:**
 - Modelo sencillo para evaluación de expresiones (notación polaca inversa).
 - Instrucciones cortas pueden dar una buena densidad de código.
- **Acumulador:**
 - Instrucciones cortas.
 - Minimiza estados internos de la máquina (unidad de control sencilla).
- **Registro:**
 - Modelo más general para el código de instrucciones parecidas.
 - Automatiza generación de código y la reutilización de operandos.
 - Reduce el tráfico a memoria.
 - Una computadora tiene 32 registros, como estándar.
 - El acceso a los datos es más rápido y veloz.

Desventajas de las arquitecturas

- **Pila:**
 - A una pila no se puede acceder aleatoriamente.
 - Esta limitación hace difícil generar código eficiente.

- También dificulta una implementación eficiente, ya que la pila llega a ser un cuello de botella es decir que existe dificultad para la transferencia de datos en su velocidad mk.
- **Acumulador:**
 - Como el acumulador es solamente almacenamiento temporal, el tráfico de memoria es el más alto en esta aproximación.
- **Registro:**
 - Todos los operadores deben ser nombrados, conduciendo a instrucciones más largas.

1.3 Definición de computadora

La historia de la computadora es muy interesante ya que muestra como el hombre logra producir las primeras herramientas para registrar los acontecimientos diarios desde el inicio de la civilización, cuando grupos empezaron a formar naciones y el comercio era ya medio de vida.

La evolución histórica del procesamiento de datos se divide en cuatro fases:

- 1.- técnicas de registros
- 2.- dispositivos de cálculo
- 3.- programas de tarjetas perforadas
- 4.- computadores electrónicos

Una computadora procesa datos. Las empresas desarrollan departamentos de procesamiento de datos (programación de computadoras), pues las computadoras procesan datos para producir información significativa.

- Los datos se construyen de hechos y cifras en bruto (sin procesar).
- La información está constituida por los datos procesados; la información tiene significado, los datos no.
- La computadora y sus programas llevan a cabo el procesamiento de la entrada; por lo tanto, el programa convierte los datos en información útil.

Computadora definición:

En el nivel más elemental, una computadora procesa datos. Las empresas desarrollan departamentos de procesamiento de datos (programación de computadoras), pues las computadoras procesan datos para producir información significativa.

- Los datos se construyen de hechos y cifras en bruto (sin procesar).
- La información está constituida por los datos procesados; la información tiene significado, los datos no.
- La computadora y sus programas llevan a cabo el procesamiento de la entrada; por lo tanto, el programa convierte los datos en información útil.

Los datos generalmente se introducen por medio de algún dispositivo de entrada, como un teclado. La información generalmente se envía a un dispositivo de salida, como una pantalla, una impresora o un archivo en disco. La entrada y la salida de la computadora pueden provenir de y dirigirse a muchos tipos de dispositivos distintos.

La computadora es un dispositivo electrónico capaz de recibir un conjunto de instrucciones y ejecutarlas realizando cálculos sobre los datos numéricos, o bien compilando y correlacionando otros tipos de información.

El mundo de la alta tecnología nunca hubiera existido de no ser por el desarrollo del ordenador o computadora. Toda la sociedad utiliza estas máquinas, en distintos tipos y tamaños, para el almacenamiento y manipulación de datos. Los equipos informáticos han abierto una nueva era en la fabricación gracias a las técnicas de automatización, y han permitido mejorar los sistemas modernos de comunicación. Son herramientas esenciales prácticamente en todos los campos de investigación y en tecnología aplicada.

La computadora, ese equipo indispensable en la vida cotidiana de hoy en día que también se conoce por el nombre de computador u ordenador, es una máquina electrónica que permite procesar y acumular datos. El término proviene del latín *computare* (“calcular”).

Si buscamos la definición exacta del término computadora encontraremos que se trata de una máquina electrónica capaz de recibir, procesar y devolver resultados en torno a determinados datos y que para realizar esta tarea cuenta con un medio de entrada y uno de salida. Por otro lado, que un sistema informático se compone de dos subsistemas que reciben los nombres de software y hardware, el primero consiste en la parte lógica de la computadora (programas, aplicaciones, etc) el segundo en la parte física (elementos que la forman como mother, ventilador, memoria RAM).

Para su funcionamiento, la computadora requiere de programas informáticos (software) que aportan datos específicos, necesarios para el procesamiento de información. Una vez obtenida la

información deseada, ésta puede ser utilizada internamente o transferida a otra computadora o componente electrónico.

A grandes rasgos una computadora se encuentra compuesta por el monitor, el teclado, el mouse, la torre (donde se encuentra el disco duro y los demás componentes del hardware) y la impresora, y cada uno cumple una función particular. Por otro lado, este aparato se encuentra preparado para realizar dos funciones principalmente: responder a un sistema particular de comandos de una forma rápida y ejecutar programas, los cuales consisten en una serie de instrucciones grabadas con antelación.

El software de una computadora es uno de los elementos fundamentales para su funcionamiento, su sistema operativo, que consiste en una gran plataforma donde pueden ejecutarse los programas, aplicaciones o herramientas que sirven para realizar diferentes tareas.

El hardware por su parte, se encuentra formado por la memoria (permite almacenar datos y programas), dispositivos de entrada (para introducir los datos en el ordenador, ej: mouse y teclado), dispositivos de salida (para visualizar los datos, ej: pantalla o impresora) y CPU (cerebro del ordenador donde se ejecutan las instrucciones. La sigla es la forma en inglés de Unidad Central de Proceso).

Las primeras computadoras aparecieron a mediados del siglo pasado, desde entonces no han dejado de fabricarse, creciendo a pasos agigantados. Pese a ello la mayoría de las computadoras de hoy en día todavía respeta la arquitectura Eckert-Mauchly, publicada por John von Neumann y creada por John Presper Eckert y John William Mauchly.

Esta arquitectura concibe cuatro secciones principales en una computadora: la unidad lógica y aritmética (Arithmetic Logic Unit – ALU), la unidad de control, la memoria (una sucesión de celdas de almacenamiento que tienen número, donde cada celda representa una unidad de información conocida como bit) y los dispositivos de entrada y salida.

Todas estas partes se encuentran interconectadas por un grupo de cables denominados buses.

Las conexiones dentro de una computadora reciben el nombre de circuitos electrónicos; los más complejos son los incluidos en los chips de los microprocesadores modernos, que tienen dentro una ALU muy poderosa. Cada microprocesador puede contar con múltiples núcleos y estos a su vez con múltiples unidades de ejecución (cada una de ellas tiene distintas ALU).

Cabe señalar que los circuitos junto a aquellos componentes vinculados a ellos permiten ejecutar una variedad de secuencias o rutinas de instrucciones ordenadas por el usuario. Estas secuencias

son sistematizadas en función de una amplia pluralidad de aplicaciones prácticas y específicas, en un proceso que se denomina como programación.

De acuerdo a la manera en la que la computadora trabaja los datos que recibe puede llamarse: digital, analógica o híbrida. Las digitales procesan los datos trabajando en base a letras y símbolos especiales, las analógicas lo hacen utilizando una escala común y las híbridas utilizan ambas formas.

Existen varios tipos de computadoras: Microcomputadoras (dispositivos pequeños que pueden recibir una programación, en esta clasificación entran las PC o computadoras de escritorio), minicomputadoras (de tamaño medio y un poco más costosas que la PC), maxi computadoras (sirven para controlar muchos dispositivos simultáneamente, en esta clasificación entran las llamadas mainframe) y supercomputadoras (son las más rápidas y costosas, las utilizadas para la realización de proyectos a grande escala como películas o videojuegos de última generación).

Algunos ejemplos de frases con este concepto: “Mi padre me regaló una computadora cuando cumplí quince años”, “No sé qué hacer: se me rompió la computadora”, “Tengo cuatro juegos nuevos en la computadora”.

1.4 Organización física de una computadora

Permite manipular y procesar la información, y controlar los demás dispositivos de la unidad computacional.

La mayoría de las computadoras, grandes o pequeñas, están organizadas. Constan fundamentalmente de tres componentes principales

Unidad de control

Es el bloque principal en el que se divide la Unidad Central de procesamiento, realiza la toma las decisiones, es el cerebro que controla y coordina el funcionamiento de la computadora; luego de la interpretación de las instrucciones que integran el programa, la unidad genera el conjunto de instrucciones básicas que se deben realizar en forma secuencial para cumplir las operaciones requeridas.

Sus funciones son:

- Controlar la secuencia de instrucciones que vayan a ser ejecutadas.
- Controlar el flujo de datos que circulan entre las diferentes partes que conforman el ordenador.
- Interpreta las instrucciones.
- Regular tiempos de acceso y ejecución en el procesador.
- Recibir y enviar las señales de control de los periféricos.

Unidad central

La CPU utiliza la memoria de la computadora para guardar información mientras trabaja con ella; mientras esta información permanezca en memoria, la computadora puede tener acceso a ella en forma directa. Esta memoria construida internamente se llama memoria de acceso aleatorio RAM. La memoria interna consta de dos áreas de memoria:

- **La memoria RAM** (Random Access Memory): Recibe el nombre de memoria principal o memoria del usuario, en ella se almacena información solo mientras la computadora esta encendida. Cuando se apaga o arranca nuevamente la computadora, la información se pierde, por lo que se dice que la memoria RAM es una memoria volátil.
- **La memoria ROM** (Read Only Memory): Es una memoria estática que no puede cambiar, la computadora puede leer los datos almacenados en la memoria ROM, pero no se pueden introducir datos en ella, o cambiar los datos que ahí se encuentran; por lo que se dice que esta memoria es de solo lectura. Los datos de la memoria ROM están grabados en forma permanente y son introducidos por el fabricante de la computadora.

Unidad Aritmética Lógica

Es un circuito digital realiza las operaciones básicas como suma, resta, multiplicación y división, operaciones lógicas igual, mayor o menor que, transfiriendo los datos entre las unidades de almacenamiento. Estos circuitos se encuentran incluso dentro de un reloj, para lo cual está realizando una operación básica, es decir este sumando el tiempo. Todos los núcleos de los procesadores contienen múltiples unidades de ejecución las cuales contienen múltiples unidades ALU.

La ALU se compone básicamente de:

- Un circuito operacional.
- Registros de entradas.
- Registro acumulador.
- Registro de estado.

Memoria Externa

La memoria externa hace referencia a todos los dispositivos y medios de almacenamiento que no son parte de la memoria interna de la computadora (RAM y ROM), y no es necesaria para el funcionamiento de la computadora.

Como: disquetes, los discos ópticos, los discos duros, las unidades de cinta, los ZIP, etc.

Actualmente la memoria externa más utilizada es el disco duro, que permite gran capacidad de almacenamiento y rápida recuperación del contenido.

Los discos ópticos reemplazaron a los disquetes. Estos vienen en distintos formatos como ser CD, DVD, Blu-ray y HD-DVD. Como de igual manera son muy utilizadas las memorias flash también es conocida como memoria auxiliar, ésta es la encargada de brindar seguridad a la información almacenada, por cuanto guarda los datos de manera permanente e independiente de que el computador esté en funcionamiento, a diferencia de la memoria interna que solo mantiene la información mientras el equipo esté encendido.

Los dispositivos de almacenamiento son discos y cintas principalmente, los discos pueden ser flexibles, duros u ópticos.

La mayoría de las computadoras, grandes o pequeñas, están organizadas. Constan fundamentalmente de tres componentes principales:

Unidad Central de Proceso (UCP) o procesador (compuesta de la UAL, Unidad Aritmética y Lógica, y la UC, Unidad de Control); la memoria principal o central y el programa.

Si a la organización física de la Figura se le añaden los dispositivos para comunicación con la computadora, aparece la estructura típica de un sistema de computadora: dispositivos de entrada, dispositivos de salida, memoria externa y el procesador/memoria central con su programa.

1.5 Dispositivos de entrada

Una entrada es, en el campo de la informática, una serie de datos que es recibida por un determinado sistema para su posterior procesamiento. Este concepto siempre aparece vinculado con la salida, que supone la presentación de la información para que el usuario haga uso de ésta según lo necesite.

Los dispositivos de entrada son aquellos equipos y componentes que permiten ingresar información a la unidad de procesamiento; algunos ejemplos conocidos por todos son el teclado, el mouse (también llamado ratón), el escáner, la cámara web (webcam), el lápiz óptico y el micrófono; la forma en la que el usuario interactúa con ellos es muy variada y tiene, en cada caso, un propósito diferente, que puede ser la digitalización de un texto o de una imagen, la captura de una secuencia de vídeo o la grabación de una canción, entre tantas otras posibilidades.

Por otro lado tenemos los dispositivos de salida, grupo en el que se ubican los monitores y las impresoras, por ejemplo; los primeros emiten información a través de la pantalla, mientras que las segundas lo hacen de forma física y tangible, en hojas de papel.

Otros dispositivos, como las placas de red y los módems, son mencionados como dispositivos de entrada/salida, ya que reciben información y la distribuyen a otras unidades de procesamiento. Una definición más precisa deja en evidencia que todos los dispositivos podrían pertenecer a ambas clasificaciones, según la perspectiva desde la cual se miren; el teclado, el mouse y el escáner también envían y reciben señales desde y hacia las distintas partes de un ordenador.

La pantalla táctil es un claro ejemplo de un dispositivo híbrido, ya que recoge datos cada vez que se pulsa su superficie, pero también imprime constantemente la información procesada, tal y como un monitor tradicional. Es importante aclarar que cada vez que un usuario interactúa con uno de ellos, sus acciones son enviadas al procesador (o los procesadores) para que se evalúen y se genere un resultado; éste puede ser, a grandes rasgos, de tipo visual, auditivo, o una combinación de ambos (al presionar la tecla de un piano virtual, por ejemplo, se emite un sonido a la vez que se anima el instrumento para simular su movimiento).

Cabe mencionar que los dispositivos de entrada citados en los párrafos anteriores forman parte de la clasificación de periféricos, ya que son independientes y auxiliares, aunque no todos ellos son

opcionales: una placa madre con sus procesadores, su memoria y sus discos necesita de alguno de ellos para comunicarse con las personas, y viceversa.

En los últimos años, se han visto considerables cambios en los medios a través de los cuales las personas interactuamos con los distintos dispositivos que nos acompañan en nuestra vida cotidiana. Sin lugar a dudas, las pantallas táctiles representan la innovación más ampliamente aceptada, dado que las encontramos en consolas (Nintendo fue la primera compañía en apostar por esta tecnología, con su DS, seguida de la DSi y la actual 3DS), teléfonos móviles, ordenadores portátiles y de escritorio, tabletas y televisores.

Por otro lado, tenemos la detección de movimiento a través de giroscopios y acelerómetros (pequeños componentes que recolectan la información de las rotaciones y las traslaciones que realizamos con los dispositivos) para luego modificar de alguna manera el mundo virtual, sea un videojuego o una aplicación informática. Otra forma de observar y capturar las acciones de los usuarios es filmándolos, y para ello se utilizan principalmente cámaras 3d, que constan de dos «ojos», de manera que puedan percibir la profundidad y permitir al aparato analizar la distancia entre los diferentes objetos y sujetos.

Resulta interesante señalar, por último, que estadísticamente tienen más éxito las propuestas innovadoras a través de un uso ingenioso de tecnología existente que aquéllas que confunden al público con ideas muy complejas y caras.

Teclado

El teclado es el dispositivo de entrada más común y más popular que ayuda a ingresar datos en la computadora. El diseño del teclado es como el de la máquina de escribir tradicional, aunque hay algunas teclas adicionales para realizar funciones adicionales.

Ratón

El ratón es el dispositivo señalador más popular. Es un dispositivo de control del cursor muy famoso que tiene una pequeña caja de tamaño de palma con una bola redonda en su base, que detecta el movimiento del mouse y envía las señales correspondientes a la CPU cuando se presionan los botones del mouse.

Palanca de mando

El joystick también es un dispositivo señalador, que se utiliza para mover la posición del cursor en una pantalla de monitor. Es un palo que tiene una bola esférica en sus extremos inferior y superior. La bola esférica inferior se mueve en un zócalo. El joystick se puede mover en las cuatro direcciones.

Escáner

El escáner es un dispositivo de entrada, que funciona más como una máquina fotocopidora. Se utiliza cuando hay cierta información disponible en papel y se transfiere al disco duro de la computadora para su posterior manipulación.

Cámara digital

Es un dispositivo de entrada que toma fotografías digitalmente. Las imágenes se almacenan como datos en tarjetas de memoria. Tiene una pantalla LCD que permite a los usuarios previsualizar y revisar imágenes.

Características de los dispositivos de salida

Algunas características de los dispositivos de salida son:

Forman parte del hardware de la computadora.

Reproducen o replican la información proveniente de la computadora, en formatos como audio, imagen, texto y gráficos.

Son imprescindibles para que el usuario pueda hacer uso de la computadora.

Se conectan a la computadora de forma inalámbrica o por medio de un cable (en el caso de las computadoras portátiles, muchos de los dispositivos de salida vienen incorporados).

Son fáciles de usar por el usuario y se van actualizando de acuerdo a los desarrollos tecnológicos.

Ejemplos de dispositivos de salida

Algunos ejemplos de dispositivos de salida son:

Monitor. Es un dispositivo de salida que convierte las señales digitales del sistema en información visual, de manera que pueda ser percibida y comprendida por el usuario. Existen diferentes tipos

de monitores, que varían de acuerdo a su tamaño o calidad visual. Los monitores con pantalla táctil son un ejemplo de dispositivo de entrada/salida, porque muestran la información al usuario en una pantalla que puede ser presionada para ejecutar acciones.

Impresora. Es un dispositivo que convierte en un documento impreso y tangible el contenido digital de la computadora. Por lo general, las impresiones se realizan sobre papel mediante sistemas de inyección de tinta o de láser.

Parlante. Es un dispositivo que extrae la información del sistema y la traduce a señales sonoras que pueden ser captadas por los usuarios.

Auriculares. Son dispositivos que reproducen el sonido que proviene de la computadora, que puede ser cualquier tipo de archivo de audio. Son periféricos de tamaño pequeño (se ponen en la oreja del usuario) que se conectan a la computadora de forma inalámbrica o a través de un cable.

Video Beams o proyectores. Son dispositivos que reciben información del sistema computarizado y la representan gráficamente (de forma similar a los monitores). En lugar de emitir en una pantalla, los proyectores proyectan la información como haces de luz y en superficies más grandes, como paredes.

Dispositivos de entrada y de entrada/salida

Los dispositivos de salida son, junto con los de entrada, los periféricos que permiten la interacción entre la computadora y el medio externo. Mientras los dispositivos de salida permiten la salida de la información, los dispositivos de entrada son aquellos que permiten introducir información y datos al sistema.

Los periféricos de este tipo traducen la información del usuario en datos comprensibles para la computadora. Algunos ejemplos de dispositivos de entrada son: el teclado, el micrófono y el mouse.

Además, existen unos pocos dispositivos que pueden funcionar tanto como dispositivos de entrada como de salida (por que reciben y envían información). Tal es el caso de los módems, las impresoras multifunción y los monitores táctiles.

1.6 Dispositivos de salida

Un dispositivo, del latín dispositus (“dispuesto”), es una máquina o sistema que cumple con determinadas acciones; es decir, está “dispuesto” para desarrollar determinadas acciones.

Salida, por otra parte, es la acción y efecto de salir o salirse. Este verbo refiere a partir de un lugar hacia otro, pasar de dentro a fuera o librarse de alguna molestia.

Estas definiciones ayudan a entender el concepto de dispositivo de salida, una noción que se utiliza en la informática. Lo primero que hay que tener en cuenta es que la entrada/salida está vinculada a las interfaces que usan las unidades de un sistema de información para establecer una comunicación: la entrada es la señal recibida por la unidad y la salida es la señal que envía.

Un dispositivo de salida, por lo tanto, es aquél que emite una señal con información. En este sentido podemos mencionar la impresora (que recibe información de una computadora y produce una salida impresa en papel), el monitor (exhibe los datos en la pantalla), los auriculares(emite sonidos para que sean escuchados por una persona) y el altavoz(reproduce sonidos al ambiente).

Por ejemplo: “Mi computadora tiene varios dispositivos de salida ya que necesito contar con la información en distintos formatos”, “Para mí, la impresora no es un dispositivo de salida esencial ya que suelo trabajar en red, sin necesidad de tener una copia física de los datos”, “No me sirve tener un ordenador sin dispositivo de salida”.

Entre todos los dispositivos de salida, el más importante y más ampliamente usado a nivel mundial es el monitor; se trata del componente que nos permite visualizar la información de una manera atractiva, fácil de entender y (lo que más lo diferencia de las impresiones en papel) animada. A menudo los usuarios olvidan que gran parte de lo que ven en pantalla cuando utilizan un ordenador o un dispositivo móvil fue confeccionado simplemente para facilitar su interacción con los datos, con lo verdaderamente esencial, que bien se podría expresar con una fracción del procesamiento y la memoria.

No olvidemos que también en los años 80 la gente era capaz de realizar diversas tareas con ayuda de un ordenador, a pesar de las diferencias abismales que presentaban con los equipos actuales; si bien es cierto que las posibilidades se han ampliado considerablemente, es probable que la mayoría de los textos y las planillas de cálculo que se crean a diario, por citar dos tipos

de documentos muy comunes, pudieran ser realizados perfectamente en un ordenador de hace dos o tres décadas.

El monitor es un dispositivo de salida para muchos básico en cualquier aparato, aunque se trata de un elemento excluyente, ya que no tiene utilidad para una persona no vidente. Para ellas existen dos posibilidades, que muchas utilizan en forma conjunta, y que representan a su vez otros dos dispositivos de salida: sintetizadores de voz a través de altavoces y pantallas Braille.

La primera alternativa es una herramienta que muchos sistemas operativos traen incluida en su paquete básico y permite al usuario oír el contenido que, de otra forma, vería en pantalla: el texto de un documento, los resultados de una búsqueda en Internet, las opciones de un menú, etcétera. Se maneja a través de comandos de voz, para lo cual suele ser necesario atravesar un proceso de calibración, de modo que el programa cuente con la información necesaria para entender el acento de la persona.

Las pantallas Braille, también llamadas simplemente dispositivos Braille electrónicos, reproducen a través de una serie de pequeñas protuberancias móviles el contenido textual del ordenador. Mientras que los sintetizadores de voz resultan más útiles para navegar por diferentes ventanas y aplicaciones, seguramente la lectura de un libro digital sea preferible a través de una de estas pantallas.

Por último, cabe destacar que algunos dispositivos desarrollan ambas operaciones (entrada y salida), como ser una tarjeta de red o un módem.

Características de los dispositivos de salida

Algunas características de los dispositivos de salida son:

Forman parte del hardware de la computadora.

Reproducen o replican la información proveniente de la computadora, en formatos como audio, imagen, texto y gráficos.

Son imprescindibles para que el usuario pueda hacer uso de la computadora.

Se conectan a la computadora de forma inalámbrica o por medio de un cable (en el caso de las computadoras portátiles, muchos de los dispositivos de salida vienen incorporados).

Son fáciles de usar por el usuario y se van actualizando de acuerdo a los desarrollos tecnológicos.

Ejemplos de dispositivos de salida

Algunos ejemplos de dispositivos de salida son:

Monitor. Es un dispositivo de salida que convierte las señales digitales del sistema en información visual, de manera que pueda ser percibida y comprendida por el usuario. Existen diferentes tipos de monitores, que varían de acuerdo a su tamaño o calidad visual. Los monitores con pantalla táctil son un ejemplo de dispositivo de entrada/salida, porque muestran la información al usuario en una pantalla que puede ser presionada para ejecutar acciones.

Impresora. Es un dispositivo que convierte en un documento impreso y tangible el contenido digital de la computadora. Por lo general, las impresiones se realizan sobre papel mediante sistemas de inyección de tinta o de láser.

Parlante. Es un dispositivo que extrae la información del sistema y la traduce a señales sonoras que pueden ser captadas por los usuarios.

Auriculares. Son dispositivos que reproducen el sonido que proviene de la computadora, que puede ser cualquier tipo de archivo de audio. Son periféricos de tamaño pequeño (se ponen en la oreja del usuario) que se conectan a la computadora de forma inalámbrica o a través de un cable.

Video Beams o proyectores. Son dispositivos que reciben información del sistema computarizado y la representan gráficamente (de forma similar a los monitores). En lugar de emitir en una pantalla, los proyectores proyectan la información como haces de luz y en superficies más grandes, como paredes.

Dispositivos de entrada y de entrada/salida

Los dispositivos de salida son, junto con los de entrada, los periféricos que permiten la interacción entre la computadora y el medio externo. Mientras los dispositivos de salida permiten la salida de la información, los dispositivos de entrada son aquellos que permiten introducir información y datos al sistema.

Los periféricos de este tipo traducen la información del usuario en datos comprensibles para la computadora. Algunos ejemplos de dispositivos de entrada son: el teclado, el micrófono y el mouse.

Además, existen unos pocos dispositivos que pueden funcionar tanto como dispositivos de entrada como de salida (por que reciben y envían información). Tal es el caso de los módems, las impresoras multifunción y los monitores táctiles.

1.7 Memoria interna y memoria externa memoria interna

La memoria interna de la computadora sirve para almacenar información que el sistema utiliza para el inicio y para que funcionen varios tipos de programas, como los sistemas operativos. La memoria interna suele estar en microchips pequeños que están unidos o conectados a la placa madre. La memoria de la computadora puede tener desde algunos megabytes hasta varios gigabytes.

Caché del procesador

El caché del procesador es la memoria que se utiliza con el procesador para facilitar el acceso de la información desde la memoria principal del sistema o la memoria RAM. El caché del procesador a menudo consiste en dos niveles, que son el caché L1 y el L2. Al L1 se accede directamente mediante el procesador de la computadora, y retiene información que el procesador necesita para ejecutar instrucciones. El L2 extrae información de la memoria principal del sistema, a la que luego accede el L1.

RAM

La memoria física que se instala en el sistema de una computadora se conoce como RAM (memoria de acceso aleatorio o Random Access Memory en inglés). Algunos programas, como los sistemas operativos, utilizan la memoria RAM para almacenar los programas que se encuentran en uso, a fin de que el sistema no se vea obligado a acceder al disco duro con tanta frecuencia. La memoria RAM es volátil, lo que significa que necesita energía de la computadora para almacenar información. Una vez que el sistema se apaga, esa información se pierde. El tamaño de la memoria RAM que se suele utilizar en los sistemas de las computadoras puede variar entre 512 MB y 3 o más gigabytes.

RAM de vídeo

Este tipo de memoria puede estar en una tarjeta gráfica o compartida con la memoria principal del sistema o la RAM. La RAM de vídeo sirve para almacenar información que se envía a un dispositivo de visualización, como un monitor. Se añadió la RAM a las tarjetas gráficas porque algunos programas, como los juegos, se estaban tornando demasiado intensos en lo relativo a los gráficos. Esto requería tener una RAM separada para almacenar la información relacionada con los gráficos, en lugar de utilizar la memoria del sistema. El tamaño de la RAM de vídeo puede variar entre 256 MB y 2 GB o más, dependiendo del tipo de tarjeta gráfica.

Memoria virtual

La memoria virtual es un área del disco duro que el sistema utiliza como si fuera memoria RAM física. El objetivo de la memoria virtual es tener un lugar donde almacenar datos de programas una vez que la memoria física o la RAM están completas. La virtual es mucho más lenta que la física, pero está disponible cuando el sistema la necesita. La memoria virtual puede determinarla de manera automática el sistema o puede configurarla el usuario de forma manual.

Memoria de arranque

La memoria de arranque o memoria flash es la pequeña cantidad de memoria que el sistema utiliza para almacenar el BIOS. El sistema básico de entrada/salida o BIOS (por sus siglas en inglés) contiene información que le indica a los componentes del sistema cómo deben comunicarse entre sí. La memoria de arranque suele tener algunos pocos megabytes.

Memoria Externa

Memoria externa puede significar muchas cosas, pero la mayoría de la gente piensa en ella como un medio de almacenamiento portátil. El almacenamiento portátil puede variar desde una unidad flash, un disco duro hasta una tarjeta de memoria que se pueda usar en un dispositivo como una cámara. Usar una memoria externa es una buena forma de guardar fotos, videos y otros tipos de archivos en un lugar seguro.

Los discos duros externos

Un tipo de dispositivo que se puede usar como memoria externa es un disco externo. La mayoría de ellos se conecta a la computadora por medio de un puerto USB. Va a ser automáticamente detectado por el sistema y se lo puede usar inmediatamente para almacenar datos.

Unidades flash

Lo más usado por la gente como memoria externa, y con lo que están más familiarizados, son las unidades flash. Estos dispositivos almacenan datos usando una memoria no volátil lo que significa que los datos se mantendrán en ellos, aunque no estén conectados a la computadora.

Las tarjetas de memoria

Las tarjetas de memoria son usadas en dispositivos como cámaras, sistemas de GPS y celulares. Generalmente son tarjetas tipo microSD o Secure Digital, aunque también hay otras variedades. Trabajan de la misma forma que una unidad flash dado que retienen la información cuando se las desconecta del dispositivo.

Copia de datos

Para copiar los datos de estas memorias externas se sigue el mismo procedimiento que se realiza cuando se copia en el disco rígido. Una tarjeta de memoria que se usa con un dispositivo externo necesitará un adaptador para ser conectado a la computadora. Los adaptadores se consiguen en muchos lugares, como por ejemplo Buy.com y Amazon.

Soluciones de almacenamiento

Estos dispositivos externos son una gran solución para la gente que siempre se está moviendo de un lado para otro. Con los cables que se necesitan para conectarlos a una computadora pueden ser utilizados en cualquier sistema. La memoria externa es generalmente más barata que instalar una grabadora de CD o DVD a una computadora existente.

1.8 Generaciones de computadoras

El Electronic Numerical Integrator and Computer, más conocido como ENIAC, se ha considerado a menudo la primera computadora de propósito general, aunque este título pertenece en realidad a la computadora alemana Z1. Era totalmente digital, es decir, ejecutaba sus procesos y operaciones mediante instrucciones en lenguaje máquina, a diferencia de otras máquinas contemporáneas de procesos analógicos.

Presentada al público el 15 de febrero de 1946, John W. Mauchly y John P. Eckert de la Universidad de Pensilvania (EEUU) iniciaron su desarrollo en 1943. Esta enorme máquina medía más de 30 metros de largo y pesaba 32 toneladas, estaba compuesta por 17 468 válvulas. El calor de las válvulas elevaba la temperatura de la sala donde se hallaba instalada hasta los 50° C. y para que llevase a cabo las operaciones para las que se había diseñado. Cuando la ENIAC se terminó en 1946, la II Guerra Mundial ya había terminado. El fin de la contienda hizo que los esfuerzos hasta entonces dedicados principalmente a objetivos militares, se destinaran también a otro tipo de investigación científica más relacionada con las necesidades de la empresa privada. Los esfuerzos múltiples dieron resultados en 1945 Mauchly y Eckert comenzaron a trabajar en una sucesora de la ENIAC, el EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) y Aiken inició el diseño de la Mark II. En 1951, el que está considerado como la primera computadora que se llamó Saly fue ampliamente comercializada, la UNIVAC I, comenzó a funcionar con éxito. En 1952 la computadora UNIVAC se utilizó para realizar el recuento de votos en las elecciones presidenciales de EE.UU. El resultado victoria (Eisenhower sobre Adlai Stevenson) se conoció 45 minutos después de que se cerraran los colegios electorales.

En 1952 entra en funcionamiento la primera de las llamadas IAS machines, diseñadas por John von Neumann y que incorporaban notables mejoras respecto a sus predecesoras y en 1962, Steven Russell creó el primer juego para computadoras, Spacewar.

Primera Generación (1951-1958)

En esta generación había un gran desconocimiento de las capacidades de las computadoras, puesto que se realizó un estudio en esta época que determinó que con veinte computadoras se saturaría el mercado de los Estados Unidos en el campo de procesamiento de datos. Esta generación abarcó la década de los cincuenta. Y se conoce como la primera generación. Estas máquinas tenían las siguientes características:

- Usaban tubos al vacío para procesar información.
- Usaban tarjetas perforadas para entrar los datos y los programas.
- Usaban cilindros magnéticos para almacenar información e instrucciones internas.
- Eran sumamente grandes, utilizaban gran cantidad de electricidad, generaban gran cantidad de calor y eran sumamente lentas. Se comenzó a utilizar el sistema binario para representar los datos.
- En esta generación las máquinas son grandes y costosas (de un costo aproximado de 10,000 dólares).

La computadora más exitosa de la primera generación fue la IBM 650, de la cual se produjeron varios cientos. Esta computadora que usaba un esquema de memoria secundaria llamado tambor magnético, que es el antecesor de los discos actuales.

Segunda Generación (1958-1964)

En esta generación las computadoras se reducen de tamaño y son de menor costo. Aparecen muchas compañías y las computadoras eran bastante avanzadas para su época como la serie 5000 de Burroughs y la ATLAS de la Universidad de Manchester. Algunas computadoras se programaban con cintas perforadas y otras por medio de cableado en un tablero.

- Usaban transistores para procesar información.
- Los transistores eran más rápidos, pequeños y más confiables que los tubos al vacío.
- 200 transistores podían acomodarse en la misma cantidad de espacio que un tubo al vacío.
- Usaban pequeños anillos magnéticos para almacenar información e instrucciones. cantidad de calor y eran sumamente lentas.
- Se mejoraron los programas de computadoras que fueron desarrollados durante la primera generación.
- Se desarrollaron nuevos lenguajes de programación como COBOL y FORTRAN, los cuales eran comercialmente accesibles.
- Se usaban en aplicaciones de sistemas de reservaciones de líneas aéreas, control del tráfico aéreo y simulaciones de propósito general.
- La marina de los Estados Unidos desarrolla el primer simulador de vuelo, "Whirlwind I".
- Surgieron las minicomputadoras y los terminales a distancia. Se comenzó a disminuir el tamaño de las computadoras.

Tercera Generación (1964-1971)

La tercera generación de computadoras emergió con el desarrollo de circuitos integrados (pastillas de silicio) en las que se colocan miles de componentes electrónicos en una integración en miniatura. Las computadoras nuevamente se hicieron más pequeñas, más rápidas, desprendían menos calor y eran energéticamente más eficientes. El ordenador IBM-360 dominó las ventas de la tercera generación de ordenadores desde su presentación en 1965. El PDP-8 de la Digital Equipment Corporation fue el primer miniordenador.

Características de esta generación:

- Se desarrollaron circuitos integrados para procesar información.
- Se desarrollaron los "chips" para almacenar y procesar la información. Un "chip" es una pieza de silicio que contiene los componentes electrónicos en miniatura llamados semiconductores.
- Los circuitos integrados recuerdan los datos, ya que almacenan la información como cargas eléctricas.
- Surge la multiprogramación.
- Las computadoras pueden llevar a cabo ambas tareas de procesamiento o análisis matemáticos.
- Emerge la industria del "software".
- Se desarrollan las minicomputadoras IBM 360 y DEC PDP-1.
- Otra vez las computadoras se tornan más pequeñas, más ligeras y más eficientes.
- Consumían menos electricidad, por lo tanto, generaban menos calor.

Cuarta Generación (1971-1988)

Aparecen los microprocesadores que es un gran adelanto de la microelectrónica, son circuitos integrados de alta densidad y con una velocidad impresionante. Las microcomputadoras con base en estos circuitos son extremadamente pequeñas y baratas, por lo que su uso se extiende al mercado industrial. Aquí nacen las computadoras personales que han adquirido proporciones enormes y que han influido en la sociedad en general sobre la llamada "revolución informática".

Características de esta generación:

- Se desarrolló el microprocesador.
- Se colocan más circuitos dentro de un "chip".
- "LSI - Large Scale Integration circuit".
- "VLSI - Very Large Scale Integration circuit".
- Cada "chip" puede hacer diferentes tareas.
- Un "chip" sencillo actualmente contiene la unidad de control y la unidad de aritmética/lógica. El tercer componente, la memoria primaria, es operado por otros "chips".
- Se reemplaza la memoria de anillos magnéticos por la memoria de "chips" de silicio.
- Se desarrollan las microcomputadoras, o sea, computadoras personales o PC. Se desarrollan las supercomputadoras.

Quinta Generación (1983 al presente)

En vista de la acelerada marcha de la microelectrónica, la sociedad industrial se ha dado a la tarea de poner también a esa altura el desarrollo del software y los sistemas con que se manejan las computadoras. Surge la competencia internacional por el dominio del mercado de la computación, en la que se perfilan dos líderes que, sin embargo, no han podido alcanzar el nivel que se desea: la capacidad de comunicarse con la computadora en un lenguaje más cotidiano y no a través de códigos o lenguajes de control especializados.

Japón lanzó en 1983 el llamado "programa de la quinta generación de computadoras", con los objetivos explícitos de producir máquinas con innovaciones reales en los criterios mencionados. Y en los Estados Unidos ya está en actividad un programa en desarrollo que persigue objetivos semejantes, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Se desarrollan las microcomputadoras, o sea, computadoras personales o PC.
- Se desarrollan las supercomputadoras.

Inteligencia artificial:

La inteligencia artificial es el campo de estudio que trata de aplicar los procesos del pensamiento humano usados en la solución de problemas a la computadora.

Robótica:

La robótica es el arte y ciencia de la creación y empleo de robots. Un robot es un sistema de computación híbrido independiente que realiza actividades físicas y de cálculo. Están siendo diseñados con inteligencia artificial, para que puedan responder de manera más efectiva a situaciones no estructuradas.

Sistemas expertos:

Un sistema experto es una aplicación de inteligencia artificial que usa una base de conocimiento de la experiencia humana para ayudar a la resolución de problemas.

Redes de comunicaciones:

Los canales de comunicaciones que interconectan terminales y computadoras se conocen como redes de comunicaciones; todo el "hardware" que soporta las interconexiones y todo el "software" que administra la transmisión.

Sexta generación (1990 hasta la fecha)

Como supuestamente la sexta generación de computadoras está en marcha desde principios de los años noventa, debemos por lo menos, esbozar las características que deben tener las computadoras de esta generación. También se mencionan algunos de los avances tecnológicos de la última década del siglo XX y lo que se espera lograr en el siglo XXI.

Las computadoras de esta generación cuentan con arquitecturas combinadas Paralelo / Vectorial, con cientos de microprocesadores vectoriales trabajando al mismo tiempo; se han creado computadoras capaces de realizar más de un millón de millones de operaciones aritméticas de punto flotante por segundo (teraflops); las redes de área mundial (Wide Área Network, WAN) seguirán creciendo desorbitadamente utilizando medios de comunicación a través de fibras ópticas y satélites, con anchos de banda impresionantes. Las tecnologías de esta generación ya han

sido desarrolla das o están en ese proceso. Algunas de ellas son: inteligencia / artificial distribuida; teoría del caos, sistemas difusos, holografía, transistores ópticos, etcétera.

1.9 Arquitectura básica de computadoras.

MODELO VON NEUMANN

El modelo de Von Neumann también conocido como Arquitectura Von Neumann o arquitectura Princeton es, como su nombre lo indica, una arquitectura de computadoras, es decir un modelo conceptual que muestra cómo funciona una computadora (Máquina electrónica digital programable para el tratamiento automático de la información, capaz de recibirla, operar sobre ella mediante procesos determinados y suministrar los resultados de dichas operaciones) y la forma en la que se interconectan los componentes de hardware. Este modelo está basado en el explicado por el físico y matemático John Von Neumann en el año 1945.

Está formado por una CPU (Central Processing Unit) o Unidad Central de Procesamiento que a su vez contiene una ALU (Arithmetic Logic Unit) o Unidad Aritmética Lógica y los registros del procesador, una unidad de control y un contador de programa. También posee una memoria principal y un mecanismo de entrada y salida.

Unidad Central de Procesamiento: Es la encargada de interpretar y procesar las instrucciones recibidas de un programa a través de la realización de operaciones básicas aritméticas (Suma, resta, multiplicación y división) y lógicas (AND, OR y NOT) realizadas por la Unidad Aritmética Lógica. Para esto utiliza los registros del procesador que son una pequeña memoria que almacena datos binarios y tiene un tiempo de acceso cinco a diez veces menor que la memoria principal, uno de los registros es denominado Program Counter y es quien calcula automáticamente la cantidad de ciclos de ejecución y apunta a la próxima instrucción en ser ejecutada. Y por último se encuentra la unidad de control que es aquella que tiene como objetivo buscar instrucciones en la memoria principal y ejecutarlas luego de decodificarlas.

Memoria principal: Es un conjunto de celdas del mismo tamaño que están asociadas con un número denominado dirección de memoria y sirve para almacenar datos de manera temporal para ser utilizados posteriormente.

Sistema de entrada y salida: Genera las señales necesarias para transferir datos y códigos desde y hacia periféricos. Un periférico es aquel dispositivo que es capaz de interactuar con los elementos externos ya sea emitiendo información o recibéndola.

Cuello de botella de Von Neumann

Debido a que la memoria principal está separada de la Unidad Central de Procesamiento, se genera un cuello de botella o un rendimiento limitado entre estos dos componentes ya que la velocidad de transmisión de datos no está acorde a la cantidad de la misma. Para atenuar este inconveniente existen diferentes mecanismos. Unos de los más populares es la inclusión de una llamada memoria caché entre la CPU y la memoria o el denominado Pipeline que permite iniciar instrucciones antes de terminar el ciclo de instrucción del anterior, es decir que de esta forma existiría un trabajo en paralelo.

1.10 Tipos de microprocesador

¿Qué es un Microprocesador?

Un microprocesador es el elemento de un ordenador que se encarga de realizar las operaciones lógicas (si se cumple una instrucción hará una cosa y si no otra) y las operaciones aritméticas (cálculos). También se encarga de dirigir el tráfico por la placa base y gobernar el ordenador.

Para ello se divide en dos partes la UC (unidad de control) que dirige el tráfico y la ALU que realiza las operaciones aritmético-lógicas.

La velocidad del micro se expresa en Hz (hertzios) que es la cantidad de operaciones que puede realizar en un segundo. Por ejemplo, un micro de 1 GHz (Giga hertzios) es capaz de realizar mil millones de operaciones en un segundo. El procesador es sin duda el componente más caro del sistema, con un costo de hasta cuatro o más veces mayor que la placa base.

Es a Intel al que se le acredita la creación del primer microprocesador en 1971 con la introducción de un chip llamado el 4004.

Existen dos fabricantes de micros que son Intel y Amd, pero la mayor necesidad de la productividad y el entretenimiento móvil ha dado lugar a una clase relativamente nueva de dispositivos: teléfonos inteligentes y tabletas. La empresa ARM es bien conocida por el diseño de procesadores móviles de alta eficiencia energética.

1.11 Núcleos en los Microprocesadores

Un procesador antiguo también era conocido como unidad central de proceso. Este elemento leía las instrucciones y los datos y los procesaba dando lugar a los resultados. Un núcleo es la parte principal de esa unidad en concreto la que se encarga de ejecutar las instrucciones.

Antes de que se pudieran integrar dos o más núcleos en el interior del chip existían equipos multiprocesadores. En estos había más de un micro sobre la misma placa base, pero eran muy caros y necesitaban placas especiales para hacerlos funcionar. La idea del núcleo en esencia es la misma pero mucho más eficiente al estar todo incluido dentro del mismo chip. Luego veremos que los microprocesadores más modernos son de incluso hasta 9 núcleos.

Aquí te dejamos un esquema de los tipos y características de los micros que fabrican estos fabricantes. Más abajo tienes lo más nuevo de los dos fabricantes de microprocesadores.

Lo más Nuevo de Intel y AMD Procesadores Más Nuevos de Intel

Después de los Core 2 dúo para el 2008 y parte del 2009, se lanzó los Intel Core i3, i5 e i7 que son una familia de procesadores de cuatro núcleos de la arquitectura Intel x86-64 con velocidades desde los 1.06Ghz hasta los 2.66Ghz para portátiles; y bastantes caros, para PC de escritorios van desde los 2.93Ghz hasta los 3.46Ghz. Actualmente hay intel core i9 de 6 núcleos (aunque se suelen seguir llamando i7), con velocidades desde los 3.2Ghz hasta 3.7Ghz donde por fin se pasa la barrera de los 3.6Ghz.

Procesadores Más Nuevos de AMD

El AMD Phenom fue el nombre dado por Advanced Micro Devices (AMD) a la primera generación de procesadores de tres y cuatro núcleos.

Los AMD Phenom II y Athlon II Phenom II es el nombre dado por AMD a una familia de microprocesadores o CPUs multinúcleo (multicore) fabricados en 45 nm, la cual sucede al

Phenom original y dieron soporte a DDR3. Una de las ventajas del paso de los 65 nm a los 45 nm, es que permitió aumentar la cantidad de cache L3. De hecho, ésta se incrementó de una manera generosa, pasando de los 2 MiB del Phenom original a 6 MiB. El Amd Athlon II X4 630 tiene velocidades de 2,8 GHz.

AMD también lanza un triple núcleo, llamado Athlon X3, así como un doble núcleo Athlon X2. También sale el Phenom X4, de cuatro núcleos, con velocidades a más de 3,2GHz. También AMD lanza la familia Thurban con 6 núcleos físicos dentro del encapsulado.

Sus ofertas actuales son los procesadores de la serie AMD FX como el AMD FX-9590 que alcanza velocidades de 4,7 GHz y con una arquitectura de 8 núcleos que disfrutan de 16 KB de memoria caché L1 + 32 KB L1.

Cuando pensamos en el funcionamiento de un PC a nivel de usuario, se nos viene claramente a la cabeza la posibilidad de ejecutar varias tareas a la vez, esto es, de forma paralela. Esta idea viene siendo así desde hace décadas, cuando solo encontrábamos un núcleo en un procesador. La realidad es que una CPU ejecuta cada proceso de manera concurrente, y no paralela.

Para explicar esto debemos saber dos cosas: primero, asumiremos (para simplificar) que cada programa de nuestro ordenador será un único proceso distinto; segundo, recordaremos el hecho de que cada proceso va ejecutando sus instrucciones de manera secuencial, una a una, y no de manera paralela. Aclarado esto, lo que también debemos saber es que en una CPU solo se puede ejecutar un proceso a la vez. Entonces, no hay ninguna forma de paralelismo en la ejecución.

Precisamente, lo que permite esta ejecución pseudoparalela que nosotros notamos es la concurrencia, que básicamente significa que haya varias tareas en ejecución en períodos de tiempo solapados, de manera que el tiempo se reparte entre varios procesos:

Modelos más conocidos de estas marcas de procesadores

Dentro de este apartado mencionaremos algunos de los modelos que más suelen caracterizar a estas marcas de procesadores. Seguramente si te encuentras en un ordenador, estás leyendo con alguno de estos procesadores que mencionaremos.

Procesadores de Intel

Entre los modelos más conocidos y que se encuentran actualmente en el mercado, tenemos a los siguientes:

Intel Core i3 4470

Intel Core i5

Intel Core i7 5775

Intel Core i9 9000

El número que acompaña a la “i” hace referencia al número de núcleos e hilos que posee el procesador. En cambio, el segundo número hace referencia a la generación, ya sea de 4°, 5° o 9° en los casos mencionados. Por último, los 3 números del final hacen referencia al SKU o identificador de cada procesador.

Procesadores de AMD

Ahora, te mostraremos los procesadores que son parte de las diferentes generaciones que ha lanzado AMD al mercado:

AMD Ryzen 3 1000

AMD Ryzen 5

AMD Ryzen 7 2000

AMD Ryzen 9 3000

En este caso, el primer número se refiere a la cantidad núcleo que tiene el tipo de procesador. El segundo número hace referencia a la generación que pertenece el procesador, ya sea 1°, 2° o 3° en este caso. Los últimos números van a indicar la potencia que tienen, es decir que el AMD Ryzen 7 5700 es más potente que el AMD Ryzen 7 3400.

Hora de conocer las diferencias para escoger entre Intel o AMD

Es momento de adentrarnos en las diferencias que existen entre los procesadores de una marca u otra. Conoceremos los principales factores que pueden determinar que termines inclinándote por alguno de ellos. Así que es momento de conocer la forma en que trabajan y lo que pueden ofrecer a cada uno de los ordenadores.

- **Gráficos que tengan integrados**

Comenzamos con este aspecto, ya que en este caso no hay un ganador claro entre ambas marcas desarrolladoras. Existen usuarios que aseguran que en esto AMD es mucho mejor para los gráficos que se encuentran integrados. Sin embargo, suele ser mucho mejor en casos de ordenadores que desempeñan múltiples tareas.

En el caso de Intel, los usuarios que prefieren tener GPU con mayores rendimientos suelen escogerlo para videojuegos. Esto quiere decir que en las combinaciones de CPU con potentes GPU, es Intel quien tiene un mejor desarrollo. Así que todo dependerá del tipo de uso que le vayas a dar a tu ordenador.

- **Rendimiento de los procesadores**

En el caso del rendimiento que puedan tener, son los procesadores Intel los que logran ganar en este aspecto. Es una realidad que según sus modelos AMD es el que cuenta con mayor número de núcleos. Sin embargo, Intel cuenta con chips mucho más rápidos y que ofrecen una eficiencia mayor al trabajar individualmente.

Algo que no se puede negar es que AMD sigue trabajando en el desarrollo de procesadores más potentes. Es por eso que ya se pueden comenzar a ver algunos modelos que logran superar a Intel en este aspecto.

- **Overclock**

Esta es una característica muy importante y que mejorará la velocidad con la que trabaja el reloj de componentes. De esta forma, la CPU podrá ir mucho más rápido de lo que fue diseñado en primera instancia. Así los usuarios podrán tener un mejor control sobre la forma en la que van a ir trabajando los componentes.

Para este caso, es Intel una vez más quien queda sobre AMD por su generosidad al hacer esta tarea. Cabe destacar que para que esto sea efectivo, el procesador de Intel debe contar con un sello de la serie K como aprobación. Mientras que para esta tarea, cualquiera de los modelos que tiene AMD permite hacer el overclock

1.12 SSD

Conocida como unidad de estado sólido o disco de estado sólido, una SSD (por la abreviación en inglés de Solid State Drive) es una opción de almacenamiento de datos que funciona sin partes móviles. En comparación con el método tradicional de almacenamiento HDD (Hard Drive Disk), es decir, la unidad de disco duro, las unidades SSD se construyen sin la unidad de disco giratoria tradicional y sin cabezales de disco duro móviles que se utilizan para leer y escribir nueva información en el disco.

Un SSD almacena datos utilizando la memoria flash para codificar información en lugar de hacerlo a través de un proceso de escritura física, una de las razones por las que los SSD consumen menos energía en general.

Un SSD funciona a través de una interfaz de entrada/salida simple, generalmente a través de lo que se conoce como Serial ATA o con la mayor eficiencia de las conexiones PCI Express y NVMe.

Las ventajas de la tecnología de unidades de estado sólido

Entonces, ¿por qué exactamente usarías almacenamiento en unidades de estado sólido para tu computadora?

La respuesta depende de cómo uses tu computadora y cómo quieras almacenar tus datos. Muchas personas se sienten atraídas por un SSD con el objetivo de aumentar la eficiencia, dada su capacidad para leer y escribir datos más rápidamente que su primo, el disco duro.

Además, sin partes mecánicas o móviles dentro de la unidad, existe un riesgo mucho menor de dañar accidentalmente la unidad de disco por impacto o exposición. Esto es particularmente importante si estás trabajando constantemente en movimiento, puedes estar preocupado por cómo tu laptop resistirá un accidente o daño ambiental. Trabajar con un SSD puede eliminar una gran cantidad de esa incertidumbre.

En lo que respecta a la estabilidad, las opciones de almacenamiento SSD son bastante confiables. Hay dos razones principales para eso:

No tienen componentes mecánicos, por lo que tienen una construcción fundamentalmente simplificada.

La memoria flash SSD incorpora un conjunto cada vez mayor de código de corrección de errores para proteger sus datos durante el proceso de lectura/escritura.

La razón principal por la que se escoge un SSD en lugar de un HDD es porque mejora por mucho la velocidad del ordenador en general. Si tu ordenador tiene un HDD, añadiendo un SSD e instalando ahí el sistema operativo y las aplicaciones/juegos más frecuentes que uses notarás una gran mejora en rendimiento. Entre esto y que los precios son cada vez inferiores a medida que más fabricantes se apuntan a desarrollo de los mismos, el reemplazo por los HDD está asegurado con el paso del tiempo.

Para hacernos una idea, un HDD normal alcanza unos 150 MB/s de velocidad máxima secuencial, mientras que un SSD SATA alcanza 500 MB/s. Si ahora lo comparamos con un SSD PCIe 3.0 la cifra se sitúa en unos 1500 MB/s, y en el caso de contar con las últimas unidades SSD PCIe 4.0 nos vamos de 4000 MB/s hacia arriba. La comparación con las latencias es más de lo mismo, el protocolo NVMe que está detrás del bus PCIe ofrece unas latencias mínimas, de las cuales nunca disfrutará un HDD.

Los SSD son más pequeños que los HDD con diferencia, salvo contadas excepciones como modelos de 32 TB que requieren de una gran longitud. Un SSD también consume mucho menos que un HDD, no produce ruido alguno (al carecer de piezas mecánicas) y mejora las latencias enormemente (también por la carencia mencionada), pero el ratio Euros/GB es mayor en los SSD que en los HDD. Con el tiempo los precios se van estabilizando hacia un mínimo, haciendo que cualquier usuario que se monte o compre un ordenador pueda incorporar un SSD sin un sobrecoste notorio.

Por otro lado, los SSD disfrutan de las mismas opciones a raid que los HDD, es decir, se pueden configurar varios de ellos al unísono para que ofrezcan mejores velocidades (raid0) o seguridad (raid1), entre otros.

Precios y fiabilidad SSD

Pero a pesar de sus ventajas de rendimiento, las unidades SSD solo tienen una participación de mercado del 10% en comparación con las unidades de disco duro por un par de razones. En primer lugar, son caros. Los discos duros de hoy en día tienen un promedio de alrededor de 3 a 4 centavos de dólar por GB, en comparación con los 25 a 30 centavos por unidad de disco duro

(SSD). Por ejemplo, un disco duro interno de 1TB cuesta alrededor de \$ 40, mientras que un SSD comparable cuesta alrededor de \$ 250.

La segunda razón es que los SSD son pequeños dispositivos que se vuelven más lentos a medida que se llenan. Y, finalmente, las celdas flash alcanzan un estado en el que ya no pueden completar las operaciones de escritura. Los fabricantes de SSD han creado soluciones inteligentes, incluyendo un sistema automático de “recolección de basura”, para mitigar este problema, y los proveedores de SSD le dirán que los dispositivos de hoy tienen una confiabilidad y una longevidad iguales a las de los HDD. Pero el prejuicio perdura.

En general, la línea de tendencia para los SSD sin duda está apuntando hacia arriba. En el frente del consumidor, los fabricantes están comenzando a fabricar equipos estándar de SSD en sus computadoras de escritorio y portátiles de gama alta. Y esa ventaja de velocidad hace que los SSD sean deseables en escenarios de nube y empresas donde el rendimiento es primordial. Se predice que para 2021, el 50% de los centros de datos utilizará arreglos de estado sólido para la computación de alto rendimiento y las cargas de trabajo de big data, un aumento de menos del 10% en la actualidad.

UNIDAD II ALGEBRA DE BOOLE Y COMPUERTAS LOGICA

2.1 Definiciones lógicas

La ciencia que se basa en las leyes, modalidades y formas del conocimiento científico se conoce bajo el nombre de lógica. Se trata de una ciencia de carácter formal que carece de contenido ya que hace foco en el estudio de las alternativas válidas de inferencia. Es decir, propone estudiar los métodos y los principios adecuados para identificar al razonamiento correcto frente al que no lo es.

La etimología permite saber que el término 'lógica' tiene su origen en el vocablo latín lógica, que a su vez deriva del griego logikós (de logos, "razón" o "estudio"). El filósofo griego Aristóteles, cuentan los expertos en cuestiones históricas, fue pionero al emplear la noción para nombrar el chequeo de los argumentos como indicadores de la verdad dentro de la ciencia, y al presentar al silogismo como argumento válido.

No obstante, no podemos pasar por alto que a lo largo de la historia existen otras muchas figuras que han contribuido con sus ideas y planteamientos a desarrollar esta ciencia. Así, por ejemplo, durante la Edad Media hay que subrayar el papel que llevó a cabo Averroes, el filósofo cordobés que, entre otras cosas, manifestó que era fundamental estudiar la lógica de los maestros antiguos para, a partir de ahí, proceder a "filosofar" de la manera correcta.

Ya en los siglos XVIII y XIX uno de los personajes que más abordó el tema de la lógica fue Immanuel Kant. Este está considerado como uno de los pensadores más importantes e influyentes de la historia y destaca por el hecho de que en esta materia que nos ocupa estableció un nuevo concepto: la lógica trascendental.

Un término aquel con el que dicho filósofo de origen prusiano intentaba definir al proceso por el cual el ser humano debe llevar a cabo una investigación de lo que vendrían a ser los conceptos puros de categorías de tipo trascendental o también de lo que es el exacto entendimiento.

Hegel, Augustus De Morgan, John Venn o Gottlob Frege son otros de los autores que han destacado en el campo de la lógica y especialmente este último que causó una auténtica

revolución con sus teorías. De ahí que sea considerado, junto al mencionado Aristóteles, como el lógico más importante de toda la historia. Y es que estableció los conceptos de prueba, lógica de predicados o lenguaje formal.

Aristóteles está considerado como el padre de la lógica formal. En cambio, la lógica informal refiere al examen metódico de los argumentos probables a partir de la oratoria, la retórica y la filosofía, entre otras ciencias. Tiene como objetivo el reconocimiento de paradojas y falacias, así como ser un recurso eficaz para construir los discursos de forma correcta.

La lógica natural es la destreza natural para razonar sin apelar a la ciencia. La denominada lógica borrosa o difusa, en cambio, es aquella que contempla una determinada incertidumbre al analizar el carácter verídico o falso de las proposiciones, a semejanza del raciocinio propio del ser humano.

Por otra parte, la lógica matemática se caracteriza por emplear un lenguaje simbólico artificial y realizar una abstracción de los contenidos.

Existen otros tipos o clases de lógica, como la llamada lógica binaria, la cual trabaja con variables que sólo toman dos valores discretos.

Las definiciones de reglas representan una expresión lógica. Como expresiones lógicas, las definiciones de reglas pueden incluir cualquier número de variables que representen datos de origen o referencia. Tales variables pueden tomarse de una serie de fuentes, pero siguen siendo variables lógicas. A partir de las definiciones lógicas pueden generarse una o más reglas de datos físicos. Es en este punto donde las variables lógicas se enlazan a datos reales para su evaluación.

Pueden proceder de:

Orígenes de datos físicos

Metadatos estándar importados que utilizan IBM® InfoSphere Information Analyzer u otros módulos de IBM InfoSphere Information Server

Términos

Creados en IBM InfoSphere Information Governance Catalog

Variables globales

Marcadores de posición lógicos definidos y creados por el usuario que pueden correlacionarse a uno o varios orígenes físicos

Variables locales

Palabras creadas por el usuario que representan un concepto para una definición de regla

Las definiciones de reglas son como plantillas y pueden asociarse con una o varias reglas de datos ejecutables. Las reglas de datos ejecutables representan una expresión que puede procesarse o ejecutarse. Las reglas de datos ejecutables requieren que las variables que hay dentro de una definición se enlacen a un origen de datos físico específico (por ejemplo, una columna de origen o referencia debe estar enlazada directamente a una columna física específica dentro de una tabla específica que tenga una conexión de datos). Las reglas de datos ejecutables son los objetos que un usuario ejecuta realmente y que generarán una salida específica de estadísticas y, potencialmente, excepciones.

Estos niveles pueden verse gráfica o visualmente. Por ejemplo, su empresa desea validar identificadores de impuestos, por lo que crea una regla conceptual que simplemente indica: Validar identificador de impuestos (o Validar SSN). Esto se realiza desde una perspectiva empresarial, fuera de InfoSphere Information Analyzer.

A partir de la definición de regla conceptual, puede ver que hay dos reglas lógicas que expresan este concepto. Por ejemplo, para validar identificadores de impuestos, existe la condición de que el identificador de impuestos debe existir, y la condición de que el identificador de impuestos debe cumplir un formato definido.

Para la implementación real, estas reglas se enlazan y se despliegan en múltiples orígenes de datos físicos, con nombres de columnas distintos. También pueden combinarse en un conjunto de reglas que incluyan las dos condiciones dentro del concepto más amplio de validar el identificador de impuestos.

2.2 Lógica proposicional, matemática o simbólica

La lógica proposicional es la rama de la lógica que estudia las variables proposicionales, las conectivas lógicas. Algunos autores también la identifican con la lógica matemática o la lógica simbólica, ya que utiliza una serie de símbolos especiales que la acercan al lenguaje matemático. Las proposiciones pueden ser verdaderas o falsas.

Lógica filosófica

Se suele considerar que la lógica forma parte de la Filosofía, aunque la lógica, como tal, se aplica en diversas áreas y actividades del ser humano.

La lógica filosófica utiliza cuatro principios fundamentales que establecen los procesos de pensamiento correcto. Estos principios son el principio de identidad, el principio de no contradicción, el principio de tercero excluido y el principio de razón suficiente.

Lógica formal y lógica informal

La lógica formal es aquella cuyo objeto de estudio son las inferencias de forma técnica mediante la utilización de sistemas deductivos y lenguajes y semánticas formales. La lógica informal, por su parte, estudia sistemas de razonamiento y argumentación naturales a través del lenguaje y el pensamiento cotidiano.

Lógica aristotélica

Es la lógica que se basa en los estudios de Aristóteles, filósofo griego del siglo IV a.C. La lógica aristotélica utiliza los llamados silogismos, que se trata de una deducción o forma de razonamiento en el que se establecen unas premisas de las que se infiere una conclusión.

Se trata, por lo tanto, de un concepto semejante a argumentos deductivamente válidos. Un ejemplo clásico de la lógica aristotélica es: 'Todos los hombres son mortales. Todos los griegos son hombres. Por lo tanto, todos los griegos son mortales'. Las dos primeras frases serían las premisas y la tercera la conclusión.

Lógica difusa

El concepto de lógica difusa procede del inglés ('fuzzy logic'). Es un tipo de lógica que utiliza valores aleatorios pero contextualizados y relacionados entre sí estableciendo lo relativo de lo observado como posición diferencial. La lógica difusa se aplica en diversas áreas como la informática y la industria.

2.3 Definición axiomática del álgebra booleana

En 1854, George Boole introdujo un tratamiento sistemático de la lógica y desarrolló para este propósito un sistema algebraico que ahora se conoce como álgebra booleana. En

1938, C.E. Shannon introdujo un álgebra booleana de dos valores, denominada álgebra de interruptores, en la cual demostró que las propiedades de los circuitos eléctricos y estables con interruptores pueden representarse con esta álgebra. Para la definición formal del álgebra booleana se emplean los postulados formulados por E. V. Huntington en 1904. Estos postulados o axiomas no son únicos para definir el álgebra booleana. Se han usado otros conjuntos de postulados. Revisemos de qué se trata esto.

Las operaciones del álgebra de Boole

En el álgebra de Boole hay dos operaciones, denotadas con los símbolos $+$ y \cdot pero que ¡no tienen nada que ver con las operaciones que todos conocemos de suma y producto! ¡No hay que confundirlas! El $+$ y el \cdot del álgebra de Boole se aplican a bits, es decir, a números que sólo pueden ser el 0 o el 1.

2.4 La operación $+$ (or)

Esta operación se define de la siguiente manera:

- $0 + 0 = 0$
- $0 + 1 = 1$
- $1 + 0 = 1$

- $1 + 1 = 1$

Las tres primeras operaciones nos resultan obvias, son iguales que la suma que conocemos, sin embargo, la expresión $1 + 1 = 1$ nos puede resultar chocante. ¿Pero no me habían dicho toda la vida que $1 + 1 = 2$?, nos podemos estar preguntando. Sí, pero hay que recordar que aquí estamos utilizando otra operación que no es la suma, la denotamos con el mismo símbolo +, ¡pero no es una suma normal! ¡Hay que cambiar el “chip”! ¡Ahora estamos con álgebra de Boole!

Pasado el pánico inicial, si nos fijamos en esta nueva operación, notamos lo siguiente: El resultado siempre es igual a 1 cuando alguno de los bits sumandos es igual a 1. O lo que es lo mismo, el resultado de esta suma sólo da 0 si los dos bits que estamos sumando son iguales a cero. En caso contrario valdrá 1.

¿Y para qué nos sirve esta operación tan extraña? Veamos un ejemplo. Imaginemos que hay una sala grande a la que se puede acceder a través de dos puertas. En el techo hay una única lámpara y existen dos interruptores de luz, uno al lado de cada puerta de entrada. Como es lógico, la luz se enciende cuando algunos de los dos interruptores (o los dos) se activan. Esto lo podemos expresar mediante una ecuación booleana. Para denotar el estado de uno de los interruptores utilizaremos la variable booleana A, que puede valer 0 (interruptor apagado) o 1 (interruptor activado). Para el otro interruptor usaremos la variable B. Y para el estado de la luz, 0 (apagada) y 1 encendida, usaremos la variable F. El estado en el que se encuentra la luz, en función de cómo estén los interruptores, viene dado por la ecuación booleana:

$$F = A + B$$

que indica que $F = 1$ (luz encendida) si alguno de los interruptores está a 1 (activado).

Ya lo veremos más adelante, pero podemos ir adelantando unas propiedades muy interesantes.

Si A es una variable booleana, se cumple:

$$A + A = A$$

$$1 + A = 1$$

$$0 + A = A$$

2.5 La operación producto (AND)

El operador AND lógico (&&) devuelve true si ambos operandos son true y devuelven false de lo contrario. Los operandos se convierten implícitamente al tipo bool antes de la evaluación y el resultado es de tipo bool. El operador AND lógico tiene asociatividad de izquierda a derecha.

Los operandos del operador AND lógico no necesitan tener el mismo tipo, pero deben tener un tipo booleano, entero o puntero. Los operandos son normalmente expresiones relacionales o de igualdad.

El primer operando se evalúa completamente y todos los efectos secundarios se completan antes de que continúe la evaluación de la expresión AND lógica.

El segundo operando solo se evalúa si el primer operando se true evalúa como (distinto de cero). Esta evaluación elimina la evaluación innecesaria del segundo operando cuando la expresión AND lógica es false. Puede utilizar esta evaluación de cortocircuito para evitar la desreferencia de punteros null, como se muestra en el ejemplo siguiente:

Esta operación se define así:

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \cdot 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \cdot 1 = 1$$

En este caso, la operación es más intuitiva, puesto que es igual que el producto de números reales. Si nos fijamos, vemos que el resultado sólo vale 1 cuando los dos bits están a 1, o visto de otra manera, el resultado es 0 cuando alguno de los dos bits es 0.

Vamos a ver un ejemplo. Imaginemos una caja de seguridad de un banco que sólo se abre cuando se han introducido dos llaves diferentes, una la tiene el director y la otra el jefe de seguridad. Si sólo se introduce una de ellas, la caja no se abrirá. Modelaremos el problema así.

Utilizaremos la variable A para referirnos a una de las llaves (0 no introducida, 1 introducida) y la variable B para la otra llave. Con la variable F expresamos el estado de la caja de seguridad (0 cerrada y 1 abierta). El estado de la caja lo podemos expresar con la ecuación:

$$F = A \cdot B$$

Que indica que la caja se abrirá ($F = 1$) sólo si $A = 1$ (una llave introducida) y $B = 1$ (la otra llave introducida). En cualquier otro caso, $F = 0$, y por tanto la caja no se abrirá.

Podemos ir adelantando algunas propiedades de esta operación:

$$A \cdot A = A \quad A \cdot 0 = 0$$

$$A \cdot 1 = A$$

Cuando se asigna una dirección IPv4 a un dispositivo, ese dispositivo utiliza la máscara de subred para determinar a qué dirección de red pertenece. La dirección de red es la dirección que representa todos los dispositivos en la misma red.

Al enviar datos de red, el dispositivo utiliza esta información para determinar si puede enviar paquetes localmente o si debe enviarlos a un gateway predeterminado para la entrega remota. Cuando un host envía un paquete, compara la porción de red de su propia dirección IP con la porción de red de la dirección IP de destino, sobre la base de las máscaras de subred. Si los bits de la red coinciden, tanto el host de origen como el de destino se encuentran en la misma red, y el paquete puede ser enviado localmente. Si no coinciden, el host emisor reenvía el paquete al gateway predeterminado para que se envíe a otra red.

La operación AND

AND es una de las tres operaciones binarias básicas que se utilizan en la lógica digital. Las otras dos son OR y NOT. Mientras que las tres se usan en redes de datos, AND se usa para determinar la dirección de red. Por lo tanto, sólo se tratará aquí la lógica AND. La lógica AND es la comparación de dos bits que produce los siguientes resultados:

$1 \text{ AND } 1 = 1$ (figura 1)

$0 \text{ AND } 1 = 0$ (figura 2)

$0 \text{ AND } 0 = 0$ (figura 3)

$1 \text{ AND } 0 = 0$ (figura 4)

Se aplica la lógica AND a la dirección de host IPv4, bit a bit, con su máscara de subred, para determinar la dirección de red a la cual se asocia el host. Cuando se aplica esta lógica AND bit a bit entre la dirección y la máscara de subred, el resultado que se produce es la dirección de red.

2.6 La negación.

La operación de negación nos permite obtener el estado complementario del bit o variable booleana al que se lo aplicamos. Se define de la siguiente manera:

Es decir, que si se lo aplicamos a 0 obtenemos 1 y si se lo aplicamos al 1 obtenemos 0. Esta operación nos permite cambiar el estado de una variable booleana. Si A es una variable booleana, \bar{A} tiene el estado contrario.

En lógica y matemática, la negación, también llamada complemento lógico, es una operación sobre proposiciones, valores de verdad, o en general, valores semánticos. Intuitivamente, la negación de una proposición es verdadera cuando dicha proposición es falsa, y viceversa. En lógica clásica la negación normalmente se identifica con la función de verdad que cambia su valor de verdadero a falso y viceversa.

En lógica intuicionista, de acuerdo a la interpretación de Brouwer–Heyting–Kolmogorov, la negación de una proposición p es la proposición cuyas pruebas son las refutaciones de p. Escriba la negación de las siguientes proposiciones.

- a. Hoy es miércoles.
- b. La raíz cuadrada de 16 es 4.

Forma 1

- a. No es verdad que hoy es miércoles.
- b. No es verdad que la raíz cuadrada de 16 es 4.

Forma 2

- a. Hoy no es miércoles.
- b. La raíz cuadrada de 16 no es 4.

La negación de una proposición simple se puede escribir de cualquiera de las siguientes formas:

Para negar una proposición simple, se le antepone la expresión “no es verdad que”, “no es cierto que” o se incluye la palabra “no” al enunciado. La negación de una proposición p es la proposición cuyas pruebas son las refutaciones de p.

Si una proposición es verdadera, entonces su negación es falsa.

Los valores de verdad de una proposición y su negación se presentan en la tabla de la derecha.

p +p

V F

F V

Escriba la negación de las siguientes proposiciones y determine si es verdadero o falso.

- Las aves tienen cuatro patas.
- $5 \cdot 8 \neq 40$.
- La medida del ángulo recto es 90°.
- No es verdad que la raíz cuadrada de 25 es 5.
- Una semana tiene 7 días.
- No tengo hambre

- Una hora tiene sesenta minutos.

2.7 Las propiedades del álgebra de Boole

Las operaciones del álgebra de Boole las podemos definir utilizando tablas de verdad: Operación +

Operación •

Las propiedades del álgebra de Boole son las siguientes:

1. Las operaciones + y • son conmutativas:

2. Elemento neutro.

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot 1 = A$$

3. Distributiva.

Elemento inverso

Operación de negación definida por:

En 1854, George Boole introdujo un tratamiento sistemático de la lógica y desarrolló para este propósito un sistema algebraico que ahora se conoce como álgebra booleana. En

1938, C.E. Shannon introdujo un álgebra booleana de dos valores, denominada álgebra de interruptores, en la cual demostró que las propiedades de los circuitos eléctricos y estables con interruptores pueden representarse con esta álgebra. Para la definición formal del álgebra booleana se emplean los postulados formulados por E. V. Huntington en 1904. Estos postulados o axiomas no son únicos para definir el álgebra booleana. Se han usado otros conjuntos de postulados. Revisemos de qué se trata esto.

2.8 Teoremas básicos y propiedades del álgebra de Boole

Derivados de las propiedades fundamentales, existe una serie de teoremas muy interesantes e importantes que usaremos a lo largo de todo el curso. Algunos los utilizaremos en la teoría y otros para los problemas.

Asociatividad:

El resultado para la operación OR, cuando intervienen más de dos variables, es independiente del modo como estén agrupadas las variables. Así mismo, el resultado para la operación AND, cuando intervienen más de dos variables, es independiente del modo en que estén agrupadas dichas variables.

Idempotencia:

Dicho de un elemento de un conjunto: Que tiene la propiedad de que al multiplicarse por sí mismo vuelve a obtenerse el mismo elemento

Ley de absorción:

Absorción es una forma lógica de argumento válido y una regla de inferencia de la lógica proposicional. La regla establece que si. La regla hace posible introducir conjunciones en pruebas. Esto se llama ley de absorción ya que el término en la consecuencia.

Expresión matemática de la Ley de Lambert que establece que la fracción de radiación absorbida es proporcional al espesor del material absorbente.

Este teorema es muy importante puesto que nos permite realizar simplificaciones en las expresiones.

2.9 Leyes de Morgan

Este teorema es también muy importante y lo usaremos constantemente. Vamos a hacer algunos ejemplos para aprender a utilizarlo:

Teorema de Shannon

Este teorema es una generalización de las leyes de DeMorgan. Lo que nos dice es que, si tenemos cualquier expresión booleana negada, es igual a la misma expresión en la que todas las variables estén negadas y en la que se sustituyan las operaciones $+$ por \cdot y viceversa.

Veamos algunos ejemplos:

En este ejemplo se podrían haber aplicado las leyes de DeMorgan sucesivas veces, como hemos hecho en ejemplos anteriores, sin embargo, podemos aplicar el teorema de Shannon.

Teorema de expansión

Este teorema es más teórico y no tiene aplicación directa en los problemas.

Funciones booleanas

El álgebra de Boole provee las operaciones y las reglas para trabajar con el conjunto $\{0, 1\}$. Los dispositivos electrónicos pueden estudiarse utilizando este conjunto y las reglas asociadas al álgebra de Boole. Las tres operaciones utilizadas más comúnmente son complemento, suma booleana (OR) y producto (AND).

Funciones y expresiones booleanas

Sea $B = \{0, 1\}$. La variable x se denomina Variable booleana si asume únicamente valores del conjunto B . Una función de B^n , el conjunto $\{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in B, 1 \leq i \leq n\}$ en B se denomina función booleana de grado n .

Las funciones booleanas pueden representarse usando expresiones construidas a partir de variables y operaciones booleanas. Las expresiones booleanas en las variables x_1, x_2, \dots, x_n se definen en forma recursiva como sigue: $0, 1, x_1, x_2, \dots, x_n$ son expresiones booleanas. Si E_1 y E_2 son expresiones booleanas, entonces E_1 , $(E_1 \cdot E_2)$ y $(E_1 + E_2)$ son expresiones booleanas.

Cada expresión booleana representa una función. Los valores de esta función se obtienen sustituyendo 0 y 1 en las variables presentes en la expresión.

Las funciones booleanas F y G de n variables se dicen equivalentes si y solo si $F(b_1, b_2, \dots, b_n) = G(b_1, b_2, \dots, b_n)$, cuando $b_1, b_2, \dots, b_n \in B$.

Una función booleana de grado 2 es una función de un conjunto con cuatro elementos, pares de elementos del conjunto $\{0, 1\}$ en B , un conjunto con dos elementos. De manera tal que existen 16 funciones booleanas diferentes de grado 2.

Identidades del álgebra booleana

Las identidades del álgebra booleana son particularmente útiles para simplificar el diseño de circuitos. Son proposiciones equivalentes y se pueden demostrar utilizando tablas de verdad. Las identidades se muestran en la tabla B.1

Expansiones de suma-producto

Un mini término de las variables booleanas x_1, x_2, \dots, x_n es un producto booleano $y_1 \cdot y_2 \dots y_n$ en donde i $y = x$ o bien i $y = \bar{x}$. Un literal es una variable booleana o su complemento. Por lo tanto, un mini término es un producto de n literales con un literal para cada variable.

Un mini término tiene un valor de 1 si y solo si cada variable y_i tiene un valor de 1.

Tomando sumas booleanas de distintos mini términos se puede construir una expresión booleana con un conjunto específico de valores. En particular una suma booleana de mini términos tiene un valor de 1 cuando exactamente uno de los mini términos en la suma tiene valor 1 y adquiere el valor 0 para cualquier otra combinación de valores de las variables.

Una expansión de suma-producto es una suma de mini términos.

Los mini términos en la suma booleana corresponden a aquellas combinaciones de valores en los cuales la función adquiere el valor 1.

A modo de ejemplo se puede encontrar la función booleana correspondiente a la tabla B.2 $y = z = 1$. Dicha expresión se puede construir por medio de una suma booleana de dos productos diferentes. Por lo tanto, la función F quedaría

$$F(x, y, z) = x \cdot y \cdot z + \bar{x} \cdot y \cdot z$$

Completitud funcional

Toda función booleana puede representarse por una suma de mini términos. Cada mini término es el producto booleano de variables booleanas o sus complementos. Esto demuestra que cada

función booleana puede expresarse con los operadores $+$, \cdot y $\bar{}$ [23]. Como cada función booleana se puede representar, se dice que el conjunto $\{+, \cdot, \bar{}\}$ es funcionalmente completo. Un conjunto menor funcionalmente completo puede construirse si se consigue expresar alguno de los operadores en términos de los otros dos. Por lo tanto, si se utilizan las leyes de DeMorgan, se pueden eliminar las sumas booleanas utilizando la identidad.

$$x + y = \overline{\overline{x+y}}$$

Esto significa que el conjunto $\{\bar{}, \cdot\}$ es funcionalmente completo. De manera similar se puede deducir que el conjunto $\{\bar{}, +\}$ también es funcionalmente completo aplicando la segunda ley de DeMorgan

$$x \cdot y = \overline{\overline{x \cdot y}}$$

Sin embargo, se pueden obtener conjuntos funcionalmente completos, aún más pequeños. Se define la operación $|$ o (NAND), que dados dos variables booleanas retorna el complemento del producto booleano y \backslash (NOR) que dadas dos variables booleanas retorna el complemento de la suma booleana. Si se construye un conjunto con cada uno de los operadores, $\{| \}$ y $\{\backslash \}$, se puede demostrar que ambos conjuntos son funcionalmente completos.

En virtud de la completitud funcional de $\{\cdot, \bar{}\}$, queda demostrada la completitud de $\{| \}$ y $\{\backslash \}$.

2.10 Formas canónica y normalizada

Entre todas las posibles representaciones algebraicas existen dos especialmente interesantes denominadas formas canónicas, normales o estándares, que permiten establecer una relación directa con la tabla de verdad de la función.

Estas formas canónicas están formadas por términos canónicos. Los términos canónicos se caracterizan porque todas las variables de la función, complementadas o no, aparecen en cada uno de ellos. Los términos canónicos pueden ser sumas canónicas o productos canónicos. Para una función de tres variables $F(x, y, z)$ serían ejemplos de sumas canónicas los términos $x+y+z$, $x'+y+z'$; ejemplos de productos canónicos son: $xy'z$, $x'y'z$.

Las dos formas canónicas reciben el nombre de primera y segunda forma canónica. La primera forma es una suma de productos canónicos mientras que la segunda es un producto de sumas canónicas.

Primera forma canónica

Está formada por una suma de productos canónicos, esto es, productos que contienen las variables de la función en su forma "normal" o complementada.

Se establece una relación directa entre los productos canónicos y las variables de entrada, cuyo valor será 1 sólo para esa combinación y 0 para todas las demás. Para obtener el producto canónico de valor 1 asociado a una combinación de variables de entrada determinada, basta con seguir la siguiente regla: aquellas variables que tomen valor 1 se representan de forma natural en el producto canónico, mientras que aquellas variables que tomen valor 0 se representan de forma complementada. Así para una función de tres variables de entrada $F(x, y, z)$ a la combinación: $x=0, y=1, z=0$ le corresponde el producto canónico: $x'yz'$.

Para obtener la primera forma canónica de la función partiendo directamente de la tabla de verdad sólo hay que sumar aquellos productos canónicos que corresponden a combinaciones de las variables de entrada para las que la salida vale 1.

Segunda forma canónica

Está formada por un producto de sumas canónicas, esto es, sumas que contienen todas las variables de entrada de la función, ya sea en su forma natural o complementada. Así pues, para una función con tres variables de entrada, $F(x, y, z)$, una suma canónica tiene que contener a las variables x, y, z en su forma natural o complementada. Ejemplos de sumas canónicas son:

$$xyz + x'yz' + x'y'z + x'yz + x'y'z', \dots$$

De forma análoga a lo que ocurría con los productos canónicos se establece una relación entre las sumas canónicas y las variables de entrada de la función. El valor de la suma canónica será 0 para una sola combinación de las variables de entrada, mientras que para el resto será 1. Esto permite establecer una correspondencia entre las combinaciones de las variables de entrada de una tabla de verdad y las sumas canónicas. Cada combinación de las variables de entrada se asocia a aquella suma canónica que valga 0 para los valores que toman las variables de entrada en esa combinación concreta.

Para obtener la suma canónica que le corresponde a una combinación de las variables de entrada, cada una de las variables de entrada que tome valor 1 en esa combinación se representa en su

forma complementada y cada variable que tome valor 0 se representa en su forma natural. Así para una función de tres variables de entrada $F(x, y, z)$ a la combinación: $x=0, y=1, z=0$ le corresponde el producto canónico: $x'y+z$.

Para obtener la segunda forma canónica de la función partiendo directamente de la tabla de verdad sólo hay que multiplicar aquellas sumas canónicas que corresponden a combinaciones de las variables de entrada para las que la salida vale 0.

Ejercicio resuelto

Ejemplo de formas canónicas:

$$F(x, y) = xy' + x'y + x'y'$$

$$F(x, y, z) = xy'z + x'y'z + xyz'$$

$$F(x, y, z) = (x+y'+z) \cdot (x+y+z')$$

Como observamos en los ejemplos anteriores, en todas las funciones aparecen todas las variables, al menos una vez, complementadas o en su forma natural.

A los términos de la primera forma canónica se les denomina: mini términos, términos producto o productos canónicos. A los términos de la segunda forma canónica se les denomina: maxitérminos, términos suma o sumas canónicas.

Mini términos: términos en los que las variables lógicas están relacionadas entre sí mediante el producto lógico " \cdot ", y éstos a su vez están sumados. (Vulgarmente se dice que una función compuesta por mini términos es una "función suma de productos").

- $F(x, y) = xy' + x'y + x'y'$.
- Siendo $xy', x'y, x'y'$ minitérminos.
- $F(x, y, z) = xy'z + x'y'z + xyz'$.
- Siendo $xy'z, x'y'z, xyz'$ minitérminos.

Maxitérminos: términos en los que las variables lógicas están relacionadas entre sí mediante "+", y éstos a su vez están multiplicados. (Vulgarmente se dice que una función compuesta por maxitérminos es una "función producto de sumas").

$$F(x, y, z) = (x+y'+z) \cdot (x+y+z')$$

Siendo $(x+y'+z), (x+y+z')$ maxitérminos.

Forma Normal Disyuntiva

Es una disyunción de un conjunto finito cualquiera de conjunciones elementales diferentes entre sí.[2]

Ejemplos:

$$p \wedge q$$

$$(p \wedge q) \vee (p \wedge \neg q)$$

$$(p \wedge q \wedge \neg r) \vee (p \wedge \neg q \wedge r)$$

$$(p \wedge q \wedge \neg r) \vee (p \wedge \neg q) \vee (p \wedge q \wedge r)$$

En la definición anterior no se excluyen los casos de disyunciones de un conjunto vacío de miembros y disyunción de un solo miembro como es el caso de la primera expresión del ejemplo.

Forma Normal Conjuntiva

Es una conjunción de un conjunto finito cualquiera de disyunciones elementales diferentes entre sí.

Ejemplos:

$$p \vee q$$

$$(p \vee q \vee r) \wedge (p \vee r)$$

$$(p \vee q \vee \neg r) \wedge (p \vee q \vee r) \wedge (\neg p \vee q)$$

Al igual que las FND, las formas normales conjuntivas pueden ser de una sola disyunción elemental y de un conjunto vacío de ellas.

2.11 Compuertas lógicas digitales

Las computadoras digitales utilizan el sistema de números binarios, que tiene dos dígitos 0 y 1. Un dígito binario se denomina un bit. La información está representada en las computadoras digitales en grupos de bits. Utilizando diversas técnicas de codificación los grupos de bits pueden hacerse que representen no solamente números binarios sino también otros símbolos discretos cualesquiera, tales como dígitos decimales o letras de alfabeto. Utilizando arreglos binarios y diversas técnicas de codificación, los dígitos binarios o grupos de bits pueden utilizarse para desarrollar conjuntos completos de instrucciones para realizar diversos tipos de cálculos.

La información binaria se representa en un sistema digital por cantidades físicas denominadas señales. Las señales eléctricas tales como voltajes existen a través del sistema digital en cualquiera de dos valores reconocibles y representan una variable binaria igual a 1 o 0. Por ejemplo, un sistema digital particular puede emplear una señal de 3 volts para representar el binario "1" y 0.5 volts para el binario "0". La siguiente ilustración muestra un ejemplo de una señal binaria.

Como se muestra en la figura, cada valor binario tiene una desviación aceptable del valor nominal. La región intermedia entre las dos regiones permitidas se cruza solamente durante la transición de estado. Los terminales de entrada de un circuito digital aceptan señales binarias dentro de las tolerancias permitidas y los circuitos responden en los terminales de salida con señales binarias que caen dentro de las tolerancias permitidas.

La lógica binaria tiene que ver con variables binarias y con operaciones que toman un sentido lógico. La manipulación de información binaria se hace por circuitos lógicos que se denominan Compuertas.

Las compuertas son bloques del hardware que producen señales en binario 1 ó 0 cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica. Las diversas compuertas lógicas se encuentran

comúnmente en sistemas de computadoras digitales. Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica. Las relaciones entrada - salida de las variables binarias para cada compuerta pueden representarse en forma tabular en una tabla de verdad.

A continuación, se detallan los nombres, símbolos, gráficos, funciones algebraicas, y tablas de verdad de las compuertas más usadas.

Compuerta AND:

Cada compuerta tiene dos variables de entrada designadas por A y B y una salida binaria designada por x . La compuerta AND produce la multiplicación lógica AND: esto es: la salida es 1 si la entrada A y la entrada B están ambas en el binario 1; de otra manera, la salida es 0. Estas condiciones también son especificadas en la tabla de verdad para la compuerta AND. La tabla muestra que la salida x es 1 solamente cuando ambas entradas A y B están en 1. El símbolo de operación algebraico de la función AND es el mismo que el símbolo de la multiplicación de la aritmética ordinaria (*).

Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es 1 si todas las entradas son 1.

Compuerta OR:

La compuerta OR produce la función sumadora, esto es, la salida es 1 si la entrada A o la entrada B o ambas entradas son 1; de otra manera, la salida es 0. El símbolo algebraico de la función OR (+), es igual a la operación de aritmética de suma.

Las compuertas OR pueden tener más de dos entradas y por definición la salida es 1 si cualquier entrada es 1.

Compuerta NOT:

El circuito NOT es un inversor que invierte el nivel lógico de una señal binaria. Produce el NOT, o función complementaria. El símbolo algebraico utilizado para el complemento es una barra sobre el símbolo de la variable binaria.

Si la variable binaria posee un valor 0, la compuerta NOT cambia su estado al valor 1 y viceversa.

El círculo pequeño en la salida de un símbolo gráfico de un inversor designa un inversor lógico. Es decir cambia los valores binarios 1 a 0 y viceversa.

Compuerta Separador (yes):

Un símbolo triángulo por sí mismo designa un circuito separador, el cual no produce ninguna función lógica particular puesto que el valor binario de la salida es el mismo de la entrada.

Este circuito se utiliza simplemente para amplificación de la señal. Por ejemplo, un separador que utiliza 5 volt para el binario 1, producirá una salida de 5 volt cuando la entrada es 5 volt. Sin embargo, la corriente producida a la salida es muy superior a la corriente suministrada a la entrada de la misma.

De esta manera, un separador puede excitar muchas otras compuertas que requieren una cantidad mayor de corriente que de otra manera no se encontraría en la pequeña cantidad de corriente aplicada a la entrada del separador.

Compuerta NAND:

Es el complemento de la función AND, como se indica por el símbolo gráfico, que consiste en una compuerta AND seguida por un pequeño círculo (quiere decir que invierte la señal).

La designación NAND se deriva de la abreviación NOT - AND.

Una designación más adecuada habría sido AND invertido puesto que es la función AND la que se ha invertido.

Las compuertas NAND pueden tener más de dos entradas, y la salida es siempre el complemento de la función AND.

Compuerta NOR:

La compuerta NOR es el complemento de la compuerta OR y utiliza el símbolo de la compuerta OR seguido de un círculo pequeño (quiere decir que invierte la señal).

Las compuertas NOR pueden tener más de dos entradas, y la salida es siempre el complemento de la función OR.

Las compuertas además de tener un nombre, también se pueden identificar con una numeración, la cual es:

- AND = 7408
- OR = 7432
- NOT = 7404

- NAND = 7400
- NOR = 7402
- XOR = 7486

Así también por consiguiente existen distintas familias de circuitos integrados que se distinguen por el material semiconductor con el que realizan las compuertas y su manera de interconexión, dichas familias son:

- TTL: transistor transistor logic (lógicas de transistores)
- MOS: metal oxide semiconductor (semiconductor de óxido de metal)
- ECL: emitter coupled logic (lógica de acoplamiento de emisor)
- CMOS: complementary metal oxide semiconductor (semiconductor de óxido de metal complementario)

En HETPRO encontraras las compuertas lógicas AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR así también puedes consultar sus especificaciones y precio de la siguiente manera en la barra de búsqueda:

- AND SN74HCT08N 74 08
- AND SN74LS08N 74 08
- CMOS XOR CD4070BE 74 86
- NOR CD4001BE 74 02
- NAND SN74HC00N 70 00
- NAND SN74LS00N 74 00
- NOT CD74HC4050E 74 50
- NOT SN74LS04N 74 04
- OR SN74HCT32N TI 74 32
- OR SN74LS32N

¿Qué son las compuertas lógicas?

Que son las compuertas lógicas, esperamos que en este breve tutorial se aclarara esta pregunta. En resumen, una compuerta lógica es la mínima operación digital que se puede realizar. Existen al menos 4 operaciones básicas, la multiplicación lógica (AND), suma lógica (OR), la negación lógica (NOT) y la comparación lógica (XOR). El resto de las operaciones se realizan con las anteriores y sus negaciones. Una compuerta lógica es un conjunto de transistores que realizan dichas operaciones. Estas son los bloques básicos con los que están contruidos los sistemas digitales actuales.

UNIDAD III DISEÑO DEL SISTEMA DEL MICROCOMPUTADOR

3.1 INTRODUCCIÓN

En el apartado anterior hemos utilizado las denominaciones de "microcomputadores" y "ordenadores personales". ¿Hay que entender que son la misma cosa? Intentaremos en este apartado llegar a algunas conclusiones al respecto, dando, tras un repaso rápido por la bibliografía, nuestra propia opinión acerca de lo que razonablemente puede interpretarse hoy día que son estas clases de máquinas. Lo terminaremos con un breve apunte histórico.

Clasificaciones y definiciones

Según Wakerly, un microcomputador es un "Computador cuya unidad central de proceso es un microprocesador", configurado habitualmente para una aplicación específica y de un precio inferior a los \$20.000. Ejemplos: Apple II, TRS-80, PDP-11/23. (Wakerly, 1981).

- Computador personal: microcomputador
- Microcomputador: computador completamente operativo que usa un microprocesador.

Después de rebuscar en un libro-glosario de términos informáticos podemos encontrar, con ayuda de tres entradas distintas, una relación entre los términos "computadora personal" y "microcomputadora". (Véase cuadro I, Vaquero et al., 1985) (Nota: En la entrada "personal computer" debería haberse escrito: microcomputadora diseñada para...).

Además de las definiciones anteriores y de los cuadros clasificatorios 2 y 3, otros muchos nos demostrarían que ha habido y todavía persiste cierto confusión terminológico. Y es lo cierto que los microcomputadores no forman aún una categoría de computadoras claramente establecida.

Cuadro I. Computadora personal y microcomputadora, según Vaquero y Joyanes.

Por nuestra parte, en lo que sigue aceptaremos que una microcomputadora es simplemente una computadora cuyo procesador central es un microprocesador.

Aunque muchas veces "computadora personal" y "microcomputadora" pueden identificarse sin problemas como una misma cosa, lo más sensato es considerar a los computadores personales como-un subconjunto (de límites muy imprecisos, hay que decirlo) de la clase de microcomputadoras. Para fijar ideas, damos en el cuadro 4 un esquema de características de un computador personal medio, al que podríamos estimar como cota inferior de la categoría de microcomputadores a los efectos de este texto. "Un computador personal es un computador autónomo de sobremesa, basado en un microprocesador (es decir, es un microcomputador), de uso individual, interactivo y de precio inferior al de un automóvil medio" (Sáez Vacas, 1987)

Características de las macrocomputadoras

Dentro de las clasificaciones de la computadoras podemos observar que puede ser por capacidad de proceso (o poder de cálculo, su tamaño, por su capacidad de almacenamiento. principalmente se pueden clasificar por sus capacidades de proceso y almacenamiento en: macrocomputadoras, estaciones de trabajo y microcomputadores.

En resumen, nosotras nos dimos a la tarea de realizar un cuadro comparativo en donde señalamos las semejanzas y diferencias que existen en las maquinas que se encuentran en la clasificación de macrocomputadoras. Esta clasificación general engloba a las supercomputadoras, las mainframes y las minicomputadoras.

- Supercomputadora: Son sistemas de cómputo caracterizados por su gran tamaño y enorme velocidad de procesamiento.
- Mainframes: Es una computadora grande y poderosa, es multiusuario (soporta hasta cientos de usuarios), donde los usuarios se conectan desde terminales⁷ , y las tareas de procesamiento la realiza la computadora central (mainframe).
- Minicomputadoras: Son computadoras multiusuario, y multiproceso con menor capacidad que las mainframes, llegan a tener conectados 10, 30 o 40 usuarios.
- Workstation: Son conocidas también por estaciones de trabajo. Se pueden considerar como una categoría ubicada entre las minicomputadoras y las microcomputadoras.

- De escritorio: Son las más grandes de este grupo, normalmente permanecen en un solo lugar (un escritorio o una mesa).

3.2 Organización del microcomputador

La estructura von Newman es el modelo básico de arquitectura usado en la gran mayoría de las computadoras digitales actuales. Las dos principales características de la estructura de von Newman son: el uso del sistema de numeración binario y el concepto de “programa almacenado”.

- o Unidad Central de Proceso
- o Unidad de Memoria
- o Unidad de Control
- o Unidad de E/S

1. La Unidad Central de Proceso (CPU) está formada por una unidad Aritmética y un banco de registros y se encarga de realizar operaciones elementales tales como suma, resta, multiplicación, etc.

2. La Unidad de Memoria se encuentra dividida en celdas, las cuales se identifican mediante una dirección. Todas las celdas son de tamaño fijo. Dicha unidad se encarga de almacenar datos e instrucciones (programa).

3. La Unidad de Control se encarga de leer una tras otra las instrucciones máquina almacenadas en memoria principal. Además, genera las señales de control para que la computadora ejecute las instrucciones. Esta unidad contiene un elemento llamado Contador de Programa el cual indica la posición de memoria de la siguiente instrucción.

4. La Unidad de Entrada y Salida realiza la transferencia de información con los periféricos. Los periféricos permiten cargar datos y programas en la Memoria Principal y sacar los resultados.

Todas las unidades están conectadas por medio de un bus (conjunto de líneas y/o alambres por las cuales se transfiere información de cualquier dispositivo a otro) unidireccionales (un sólo sentido) o bidireccionales (en ambos sentidos) cuyo objetivo es hacer que las instrucciones, datos y señales de control circulen entre las distintas unidades de la computadora.

3.3 Organización del microprocesador

Se denomina microprocesador a un circuito integrado semiconductor formado por traductores que permiten o cierran el paso de forma lógica a una serie de señales eléctricas.

El microprocesador está compuesto por:

- Unidad de Control.
- Unidad Aritmética- lógica.
- Un grupo de registro.

La diferencia entre un semiconductor de memoria y un microprocesador es su funcionalidad ya que los microprocesadores son circuitos de puertas lógicas distribuidas irregularmente para poder realizar diferentes tareas y operaciones del manejo de sistema informático.

Los procesadores se diferencian por sus características físicas y lógicas.

Características lógicas

- Longitud de la palabra procesada esto es número de bits procesados en el mismo ciclo de reloj.
- Capacidad de acceso a la memoria a la cantidad de memorias que pueden manejar.
- Velocidad de instrucciones y su velocidad de proceso.
- Repertorio de instrucciones a nivel de máquinas que se pueden procesar.

Características físicas

- Restracho de programación de la señal eléctrica: representa el tiempo que tarda la señal en tomar uno u otro valor dentro del circuito.
- Disipación de potencia: este valor indica el calor que genera el procesador al permanecer operativo.
- Abanico de salida: es la cantidad de las señales eléctricas.
- Márgenes de ruido: indica la fiabilidad eléctrica que contiene la información.
- Memoria Ram: Es una memoria de acceso electrónico ósea en ella se puede grabar o leer datos.
- Memoria Rom: es una memoria de solo lectura en ella solo se puede leer datos grabados.
- Unidades de E/S: las unidades de E/S (entrada –salida) son dispositivos con los cuales los datos de entran o salen del microprocesador.

La constitución física de un microprocesador es pastilla envuelta en plástico de cerámica de unos pocos milímetros de una longitud que alberga en su interior gran número de transmisores de silencio. Las bases de un microprocesador son de silicio y sobre el están alojados los transmisores (suiches electrónicos).

Las unidades de información

Información es un sistema de microprocesador es almacenada en un lenguaje binario. Este sistema fue elegido debido a que es más fácil manejo y que el microprocesador solo debe comprender dos valores o dos estados.

Las unidades básicas de almacenamiento son nombre, unidad, kilobyte, etc.

Características del microprocesador:

- Fabricante: compañía fabricante del chip (Intel, Motorola, Cirix, Texas, Instrumentos AMD, etc.

- Modelo: prototipo (4004,8008,8085,8806,80186,80286,890386,80486 etc.
- Tecnología: Tecnología de fabricación (CISC, RISC etc.).
- Velocidad de reloj: velocidad de proceso en Mhz, 12Mhz, 75Mhz etc.
- Ancho de bus de datos internos: longitud en bits en la palabra (4bits, 8bits, 16bits etc.

Un microprocesador de 8085 es un dispositivo que opera con una palabra de 8 bits y es capaz de direccionar con 16 líneas hasta 64 K de posiciones de memoria fabricado en la tecnología MOS está constituida por 6.200 transistores.

Un transistor es un circuito integrado con capsula dual in line de 40 pastillas.

Dispositivos de entrada, salida o ambas cosas

- A8-A15: estas terminales corresponden a las salidas de 8bits más significativos que están integrados por el microprocesador.
- AD0-AD7: es un conjunto de terminales de entrada/salida que realiza doble función
- ALE: es una salida que determina si la información representa en las líneas ADO- AD7.
- SO-SI: son salidas que forman del estado del bus de datos.

Las capacidades indispensables del microprocesador deben cumplir con ciertas capacidades leer y escribir información elemental de la computadora, reconocer y ejecutar una serie de comandos o instrucciones promocionando por los programas, es decir, a otras partes de la computadora lo que debe de hacer para que el micro pueda dirigir la operación a la computadora.

Procesadores Antiguos

Se caracteriza por ser todos prehistóricos y de rendimientos similar. Los ordenadores con los dos primeros eran en ocasión conocida como ordenadores XT mientras que los que tenían un 286 (80286 para los turistas) se conocían como AT.

Microprocesadores Modernos

Los microprocesadores modernos son un micro propio de la filosofía Intel con un gran chip como el Pentium ya en el mercado ya tres meses escasos de sacar Pentium II decidió a estirar un poco más la tecnología ya absoluta del Pentium.

Microsoft

En el año de 1985 fue la clave de la historia de los procesadores. El 17 de octubre Intel

80386DX el primero en poseer una arquitectura de 38bits lo que suponía una velocidad de procesar las instrucciones con respecto a su antecesor con la explosión del entorno gráfico Windows.

El futuro de los microprocesadores

Los procesadores es algo que no aparece aceptar la atención de millones de personas cuyo trabajo depende de hasta donde sean capaces de llevar las ingenieras de Intel a la hora de desarrollar nuevos chips.

3.4 ALU

La Unidad aritmético-lógica (ALU por sus siglas en inglés: Arithmetic Logic Unit) es un contador digital capaz de realizar las operaciones aritméticas y lógicas entre los datos de un circuito; suma, resta, multiplica y divide, así como establece comparaciones lógicas a través de los condicionales lógicos “si”, “no”, y, “o”. Desde los circuitos más simples, como relojes y calculadoras, hasta complejos circuitos, como los microchips actuales, todos incluyen al menos una Unidad aritmético-lógica, que varía su poder y complejidad según su finalidad.

Las computadoras más modernas, que incluyen procesadores de múltiples núcleos, incorporan a su vez múltiples dispositivos ALU, con una diagramación compleja y potente. Pero yendo a los orígenes, fue el matemático húngaro-estadounidense John von Neumann quien, en el año 1945, a través de un informe fundacional sobre el desarrollo del Computador Automático Variable

Discreto Electrónico (EDVAC, por sus siglas en inglés), propuso la idea de la ALU, explicando que es un requisito indispensable para cualquier computadora el poder efectuar operaciones matemáticas básicas. En la actualidad, las operaciones que realiza una ALU entre los distintos datos, que deben ser iguales a los que emplea el circuito digital, es la representación del número binario de complemento a dos. Sin embargo no siempre fue así: en sus comienzos, las distintas computadoras utilizaron una amplia gama de sistemas numéricos, como el Complemento a uno, o el sistema decimal, adecuando el diseño de las ALU a cada sistema. A través del tiempo, el Complemento a dos resultó ser el preferido por la industria, al ser el de mayor simplicidad para la diagramación del circuito de la ALU. Lo que definimos como CPU (Central Process Unit) o Unidad Central de Proceso, está estructurado por tres unidades operativamente diferentes

Operaciones ALU

Con respecto a cualquier microprocesador, las instrucciones involucran operaciones sobre un operando, o entre dos de ellos, estando uno de los mismos almacenado en el registro acumulador que es el registro de trabajo de cualquier ALU, por lo que en algunos casos suele denominarse registro W. El tipo de operaciones que puede realizar una ALU, pueden resumirse así:

Clasificación de los operadores

Ámbito de aplicación: General Especializado

Realización: Combinaciona Secuencial

Número de operandos: Monádico Diádico

Paralelismo: Serie o de dígito Paralelo o de vector

Operación: De desplazamiento Lógico Aritmético

Tecnología empleada: MOS Bipolar

Desplazamientos lógicos

– Independientemente del sistema de representación de los operandos se introducen ceros por la derecha o por la izquierda según se trate de un desplazamiento a la izquierda o a la derecha, respectivamente.

– El bit o los bits que salen suelen copiarse en el indicador de acarreo (el último que ha salido es el que queda).

Desplazamientos lógicos a la izquierda Desplazamientos lógicos a la derecha

1. Suma aritmética
2. Resta aritmética (complemento a 2)
3. operaciones lógicas producto y suma lógica Comparación Complementación enmascaramiento
4. Desplazamiento o rotación
5. No operar (transferencia)

Algunas instrucciones están referidas al contenido del registro acumulador en su totalidad, y otras respecto a algunos bits del mismo, correspondiente a una palabra de datos que se desea modificar.

3.5 Unidad de Control

Si tuviéramos que definir en qué partes se compone un procesador entonces lo más seguro es que en el 99% de las veces haríamos una línea divisoria entre dos partes, por un lado, las unidades de ejecución y todos los elementos necesarios para su funcionamiento y por otro lado la unidad de control, la cual se encarga de la captación, pero especialmente de la decodificación de cada instrucción, para ello tenemos que entender el ciclo de instrucción.

Para entender cómo funciona la unidad de control hemos de entender previamente cómo funciona el ciclo de cada instrucción, dónde primero se capta una instrucción de la memoria y es colocada en el registro de instrucción, el siguiente paso es la descodificación de la instrucción por parte de la unidad de control, la cual tras terminar su trabajo envía la instrucción a la unidad de ejecución que corresponda a esa instrucción.

La unidad de control es una pieza indispensable que realiza la siguiente lista de trabajos de manera continua y transparente:

Coordina el movimiento y el orden de los datos que se mueven dentro y fuera del procesador, así entre las diferentes subunidades que forman parte del mismo.

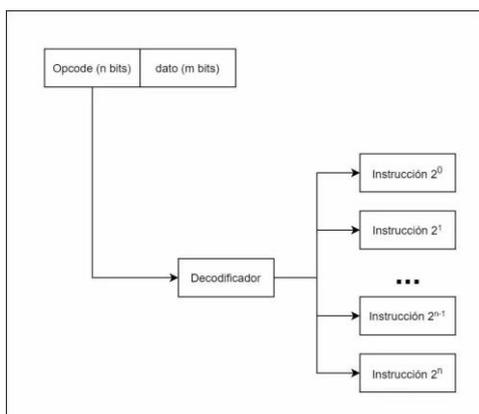
Interpreta las instrucciones.

Controla las diferentes ALUs y unidades de ejecución del procesador.

No solo se encarga de captar y decodificar las instrucciones, sino también de escribir los resultados en los registros, caches o en la dirección correspondiente de la RAM.

La unidad de control es por tanto el verdadero cerebro en la sombra dentro de la CPU, el que se encarga de gestionar que todas las piezas de la CPU reciban los datos correctos y ejecuten las instrucciones correctas en cada momento.

Se encarga de dos de las tres etapas del ciclo de instrucción de la CPU como es la captación de datos e instrucciones, así como la decodificación de las mismas. Aunque el trabajo por el cual es más conocida es por la decodificación de las diferentes instrucciones que ha de ejecutar el procesador. Veamos a continuación cómo se realiza este proceso de manera sencilla.



3.6 Sistema de registros

Una instrucción no es más que una acción que mandamos a hacer en un procesador. Las instrucciones pueden ser operaciones aritméticas con diferentes tipos de datos como coma flotante, enteros, vectorial, escalar, operaciones lógicas, operaciones de movimientos de datos, operaciones de movimiento de bits (donde un bit es cambiado de posición), operaciones de salto, etc.

Esas mismas instrucciones se dividen en otros sub-tipos según donde se encuentren los datos. Por ejemplo, algunas instrucciones permiten operar con los datos que se encuentran en los registros en ese momento, mientras que en otros casos hemos de marcar la dirección de memoria en la que se encuentra el dato (modo directo) o la dirección de la dirección de memoria (modo indirecto).

A los conjuntos de registros e instrucciones de las CPU se les llama ISA (Instruction Set Architecture) y todos bajo la misma ISA utilizan la misma codificación de las instrucciones y por tanto el mismo código binario para ellas.

Independientemente de cuál sea la CPU que esté utilizando nuestro sistema, todas ellas leen el código binario de una manera particular correspondiente a su familia. Lo que hacen es tomar una cantidad de determinada de bits del código binario que están ejecutando e interpretan su significado según la disposición de éste. Toda instrucción está codificada de la siguiente manera: los primeros dígitos corresponden al código de la instrucción y cómo se ha de ejecutar ésta, y los últimos bits son el dato mismo o dónde se encuentra el dato sobre el que queremos realizar la instrucción.

Todas las familias de procesadores tienen un lenguaje ensamblador común dentro de la misma, cuyas instrucciones tienen una correlación 1:1 con el conjunto de registros e instrucciones de dicha familia de procesadores. En la tabla de arriba podéis ver la relación entre las diferentes instrucciones del lenguaje ensamblador de los x86 con su código de instrucción, el cual en la tabla se encuentra expresado en hexadecimal.

Hay que tener en cuenta que continuamente se añaden instrucciones nuevas a las ISAs, lo que lleva a que programas muy nuevos que utilicen expresamente esas nuevas instrucciones solo funcionen en procesadores que las soporten. En general, los conjuntos de instrucciones se mantienen estables en el tiempo con pocos cambios, pero de tanto en cuando se introducen instrucciones para ciertos mercados específicos que acaban formando parte del estándar o son descartadas después.

También existe el caso de nuevas instrucciones más eficientes que las ya existentes, pero en el que no se eliminan dichas instrucciones del conjunto por existir una gran cantidad de software dependiente de ellas en el mercado.

3.7 Instrucciones

- Unidad Aritmética/Lógica (ALU) que desarrolla operaciones aritméticas (por ejemplo, suma, resta, multiplicación y división) y lógicas (por ejemplo, mayor que, menor que, igual que) requeridas para procesar las instrucciones.
- La memoria caché, una memoria especial de alta-velocidad que almacena los datos usados más recientemente, para acelerar el proceso de ejecución de instrucciones.

- La tasa a la cual se procesan las instrucciones es controlada por un reloj interno, también conocido como el reloj del sistema.
- Un ciclo de instrucción no necesariamente corresponde a la ejecución de un número fijo de instrucciones. En algunas ocasiones se necesitan dos ciclos o más para ejecutar una instrucción.
- El número de instrucciones completadas es independiente del número de ciclos usados.
- Algunas veces las comparaciones entre computadoras se hacen basándose en el número de instrucciones por segundo (IPS) en lugar del tiempo de ciclo; ésta medida depende tanto del número de ciclos por segundo como de la mezcla de instrucciones.

Ciclo de Instrucción:

Se conoce como set de instrucciones al conjunto de instrucciones que es capaz de entender y ejecutar un microprocesador. Un ciclo de instrucción, también llamado fetch and execute (búsqueda y ejecución) es el período que tarda un microprocesador en ejecutar una instrucción. Se divide en dos etapas: Ciclo de búsqueda y Ciclo de ejecución.

Las instrucciones se clasifican según su función en:

- **Instrucciones de transferencia de datos.** Estas instrucciones mueven datos (que se consideran elementos de entrada/salida) desde la memoria hacia los registros internos del microprocesador, y viceversa. También se usan para pasar datos de un registro a otro del microprocesador. Existen algunas instrucciones que permiten mover no sólo un dato, sino un conjunto de hasta 64 KBytes con una sola instrucción.
- **Instrucciones de cálculo.** Son instrucciones destinadas a ejecutar ciertas operaciones aritméticas, como por ejemplo sumar, restar, multiplicar o dividir, o ciertas operaciones lógicas, como por ejemplo AND, OR, así como desplazamiento y rotación de bits.
- **Instrucciones de transferencia del control del programa.** Permiten romper la secuencia lineal del programa y saltar a otro punto del mismo. Pueden equivaler a la instrucción GOTO que traen muchos lenguajes de programación.

- **Instrucciones de control.** Son instrucciones especiales o de control que actúan sobre el propio microprocesador. Permiten acceder a diversas funciones, como por ejemplo activar o desactivar las interrupciones, pasar órdenes al coprocesador matemático, detener la actividad del microprocesador hasta que se produzca una interrupción, etc.

Ciclo de búsqueda

Búsqueda de la instrucción:

Lo primero que realiza el microprocesador en un ciclo de instrucción, es buscar la instrucción en la memoria principal (RAM). El registro apuntador de instrucciones, tiene almacenada la dirección de la próxima instrucción a ejecutar.

Cuando la instrucción fue hallada, el microprocesador pasa la instrucción de la memoria principal a través del bus de datos al Registro de Datos de Memoria (MDR). A continuación, lo registrado allí es colocado en el Registro de Instrucción Actual (CIR), un circuito que guarda la instrucción temporalmente de manera que pueda ser decodificada y ejecutada.

Decodificación de la instrucción:

- La segunda y última acción comprendida en el ciclo de búsqueda es decodificar la instrucción.
- El dato es enviado a una Unidad de Decodificación, que decodifica la instrucción que se va a ejecutar.
- El decodificador traduce la instrucción para saber, justamente, qué instrucción es.

Ciclo de ejecución

Ejecución de la instrucción:

Una vez que la unidad de decodificación sabe cuál es el significado de la instrucción leída de memoria, se lo comunica a la Unidad de Ejecución. Esta unidad será la encargada de consumir la ejecución y para ello activará las señales necesarias y en un orden determinado. Es decir, es la encargada de dar las órdenes necesarias a las diversas partes del microprocesador para poder ejecutar cada una de las instrucciones.

3.8 Ciclo de ejecución de instrucciones:

La ejecución de una instrucción de la máquina solo puede dividirse en una secuencia de operaciones individuales llamado el ciclo de ejecución de la instrucción. Antes de ejecutar un programa se carga en memoria. El puntero de la instrucción contiene la dirección de la siguiente instrucción. La cola de la instrucción contiene un grupo de instrucciones a punto de ser ejecutado.

La ejecución de las instrucciones se puede realizar en varias fases: fetch, decodificar, y ejecutar.

Fetch: Recuperar la instrucción de la cola de la instrucción y los incrementos del puntero de instrucción (IP). El puntero de instrucción es también conocido como el contador de programa.

Decode(decodificar): Su función es decodificar la instrucción para determinar lo que la instrucción hace. Operandos de entrada de la instrucción se pasan a la unidad aritmética lógica (ALU), y las señales son enviadas a la ALU que indica la operación a realizar.

Fetchoperandos: Si la instrucción utiliza un insumo que se encuentra operando en la memoria, la unidad de control utiliza una operación de lectura para recuperar el operando y copiarla en los registros internos. Registros internos no son visible para programas de usuario.

Ejecutar: La ALU ejecuta la instrucción con los registros con nombre y los registros internos como operandos y envía el resultado a los registros de nombre y / o la memoria. Los indicadores de estado ALU proporcionan información sobre el estado del procesador.

Operando de salida: Si el operando de salida está en la memoria, la unidad de control utiliza una operación de escritura para almacenar los datos.

Tipos según la instrucción que maneja

Si un microprocesador es capaz de ejecutar muchas instrucciones en código máquina no es garantía de ser mejor que otro que ejecuta menos instrucciones. En la actualidad sucede todo lo contrario.

Si atendemos al número de ciclos de reloj que se necesitan para ejecutar las instrucciones en código máquina podemos encontrar dos tipos de microprocesadores:

CISC.- Computación con una colección de instrucciones compleja. Las instrucciones son ejecutadas haciendo uso de varios ciclos de reloj. Las instrucciones son interpretadas por un microprograma a través de la unidad de control. Es decir, cada instrucción "código máquina" está asociada a una serie de microinstrucciones dentro del microprocesador.

RISC.- Computación con una colección de instrucciones reducida. Son más rápidos y eficientes, aunque los programas ejecutables son más largos. Una tarea simple puede requerir la ejecución de varias instrucciones. Cada instrucción es ejecutada en un ciclo de reloj, excepto las de cargar y guardar. También poseen otras características que los definen como el formato simple de instrucción. Es decir, todas ocupan un número de bits.

Lectura y ejecución de instrucciones

El procesador lee una instrucción de la memoria, al comienzo de cada Ciclo de instrucción. Se cuenta con un contador de programas (PC programcounter), que lleva la cuenta de cuál es la próxima instrucción a leer.

Luego de leer cada instrucción el procesador incrementará el PC, de manera tal que la siguiente instrucción a leer será; la que se encuentra en la dirección inmediatamente superior de la memoria. La instrucción leída es cargada en el registro de instrucción (IR instructionregister), que es un registro del procesador. El procesador interpreta la instrucción, la cual está en forma de código binario, que especifica la acción que el procesador llevará a cabo, y realizará la acción requerida.

Pasos en la ejecución de una instrucción dentro del procesador:

1. La unidad de interface con el bus lee la siguiente instrucción del programa y los datos asociados, que le llegan a través del FSB.
2. La unidad de decodificación traduce la instrucción y se la pasa a la unidad de control para que decida qué hacer con ella.

3. Si la instrucción necesita ejecutar alguna operación matemática, se la pasa a la ALU.
4. La ALU realiza la operación y deja el resultado en un registro.
5. La unidad de control le pasa el resultado de la operación a la unidad de interfaz con el bus y le da la orden de guardarla en la memoria.
6. La unidad de interfaz con el bus escribe en la memoria RAM el resultado de la ejecución de la instrucción a través del FSB.

Este comportamiento se ejecuta de forma continua en un bucle hasta que se alcanza el final del programa.

3.9 Formas de ejecución de instrucciones en el microprocesador

Ejecución fuera de orden

En arquitectura de computadores, la ejecución fuera de orden u OoOE (Out-of-OrderExecution) es un paradigma utilizado en la mayoría de los microprocesadores de alto rendimiento como forma de aprovechar los ciclos de instrucción que de otro modo serían desperdiciados produciéndose cierta demora de trabajo. Gran parte de los diseños modernos de CPU soportan la ejecución fuera de orden.

Ejecución fuera de orden - Ideas básicas

Procesadores en orden

1. Captura de la instrucción.
2. Si los operandos de entrada están disponibles (en los registros, por ejemplo), la instrucción es enviada a la correspondiente unidad funcional. Si alguno de ellos no lo está durante el ciclo de reloj actual (generalmente porque está siendo capturado desde memoria), el procesador inserta burbuja hasta poder utilizar el dato.

3. La instrucción es ejecutada por la unidad funcional adecuada.
4. La unidad funcional escribe los resultados en el archivo de registros.

Procesadores fuera de orden

1. Captura de la instrucción.
2. Envío de la instrucción a una cola (también llamada buffer o estación de reserva).
3. La instrucción espera en cola hasta que los operandos de entrada estén disponibles, de manera que una instrucción más reciente puede abandonar el buffer antes que otra anterior si ya tiene los datos disponibles.
4. La instrucción es enviada a la correspondiente unidad funcional, que la ejecuta.
5. Se envía el resultado a cola.
6. La instrucción en curso solamente puede escribir en el archivo de registros una vez que todas las anteriores a ella hayan escrito sus correspondientes resultados.

Ejecución fuera de orden

La idea clave del procesamiento O o O consiste en permitir al procesador evitar ciertos tipos de burbuja que suceden cuando la información necesaria para realizar una operación no está disponible. Siguiendo los pasos antes explicados, el procesador evita las burbujas comentadas en el paso 2 de la ejecución en orden cuando la instrucción no se puede completar a causa de la falta de datos.

Los procesadores rellenan esos "huecos" de tiempo con instrucciones que sí están listas para ejecutarse para después reordenar los resultados y aparentar que fueron procesadas de manera normal.

La forma en que las instrucciones son ordenadas en el código original a ejecutar se conoce como orden de programa, mientras que el orden en que el procesador las maneja es el orden de datos, siendo aquel en que los datos van quedando disponibles para su captura desde los registros del procesador. Se necesita una circuitería bastante compleja para convertir un orden en otro y

poder además mantener el orden lógico de la salida; el propio procesador ejecuta las instrucciones de forma aparentemente aleatoria.

Ejecución fuera de orden - Beneficios

Los beneficios del procesamiento O o O crecen a medida que se profundiza en la segmentación, así como con el crecimiento de la diferencia de velocidades entre la memoria principal (o memoria cache) y el procesador. En las máquinas modernas, el procesador funciona a velocidades mucho mayores que la memoria, de modo que mientras un procesador en orden pierde tiempo esperando por los datos, uno O o O ya habría procesado un gran número de instrucciones.

Superescalar

En un procesador superescalar, el procesador maneja más de una instrucción en cada etapa. El número máximo de instrucciones en una etapa concreta se denomina grado, así un procesador superescalar de grado 4 en lectura (fetch) es capaz de leer como máximo cuatro instrucciones por ciclo. El grado de la etapa de ejecución depende del número y del tipo de las unidades funcionales.

Un procesador superescalar es capaz de ejecutar más de una instrucción simultáneamente únicamente si las instrucciones no presentan algún tipo de dependencia (hazard).

Super-threading

Es una forma de multithreading simultáneo, similar y anterior al HyperThreading de Intel. Los computadores con soporte para dicha tecnología pueden ejecutar instrucciones de un hilo de ejecución (thread) distinto cada ciclo de reloj, de tal forma que los ciclos vacíos de uno de ellos pueden usarse para otro hilo. Esto es debido a que un hilo dado seguramente no mantendrá ocupadas todas las unidades de ejecución a la vez.

Algunas implementaciones más avanzadas de esta idea permiten a múltiples hilos ejecutarse en un mismo ciclo de reloj, usando diferentes unidades de ejecución, como las incorporadas en los procesadores superescalares.

Ejecución especulativa

En ciencias de la computación, la ejecución especulativa es la ejecución de código por parte del procesador que no tiene por qué ser necesaria a priori. En la programación funcional, suele usarse el término "evaluación especulativa".

La ejecución especulativa no es más que una optimización. Obviamente, sólo es útil cuando la ejecución previa requiere menos tiempo y espacio que el que requeriría la ejecución posterior, siendo este ahorro lo suficientemente importante como para compensar el esfuerzo gastado en caso de que el resultado de la operación nunca llegue a usarse.

VLIW

Del inglés Very Long Instruction Word. Esta arquitectura de CPU implementa una forma de paralelismo a nivel de instrucción. Es similar a las arquitecturas superescalares, ambas usan varias unidades funcionales (por ejemplo, varias ALUs, varios multiplicadores, etc.) para lograr ese paralelismo.

Los procesadores con arquitecturas VLIW se caracterizan, como su nombre indica, por tener juegos de instrucciones muy simples en cuanto a número de instrucciones diferentes, pero muy grandes en cuanto al tamaño de cada instrucción. Esto es así porque en cada instrucción se especifica el estado de todas y cada una de las unidades funcionales del sistema, con el objetivo de simplificar el diseño del hardware al dejar todo el trabajo de planificar el código en manos del programador/compilador, en oposición a un procesador superescalar, en el que es el hardware en tiempo de ejecución el que planifica las instrucciones.

Un microprocesador típico VLIW es el IA-64.

Ventajas:

- Simplificación de la arquitectura hardware al no tener que planificar el código.

- Menor potencia y consumo.

Inconvenientes:

- Requiere compiladores mucho más complejos.

Cualquier mejora en la arquitectura hardware implica un cambio en el juego de instrucciones (compatibilidad hacia atrás nula). Aunque los inconvenientes hacen las arquitecturas VLIW poco adecuadas para la computación de propósito general, dichos inconvenientes son irrelevantes en la computación empujada. El menor consumo y bajo coste del hardware los hace muy adecuados para dichos sistemas. Podemos encontrar VLIW en TVs HD, discos duros multimedia, reproductores bluray, etc.

3.10 Procesamiento de varias instrucciones

Son varias las técnicas que pueden utilizarse para ejecutar varias instrucciones a la vez.

1. Acoplando varios microprocesadores a la placa. - Trabajan de forma coordinada y en paralelo.
2. Procesador matricial. - Una unidad de control y varias UAL con sus registros asociados.
3. Procesador de varias unidades funcionales. - Cada una de ellas hace algo: sumar, restar...
4. Procesamiento escalonado (pipeline). - Similar a la cadena de montaje de coches. Las instrucciones avanzan por distintas zonas que van decodificando la instrucción hasta su total ejecución.

La primera etapa del ciclo de instrucción se encarga de captar las instrucciones que hay en la memoria RAM asignada al procesador a través de una serie de unidades y registros que son las siguientes:

Program Counter o Contador de Programa: El cual apunta a la siguiente línea de memoria donde se encuentra la siguiente instrucción del procesador. Se incrementa en 1 su valor cada vez

que se termina un ciclo completo de instrucción o cuando una instrucción de salto cambia el valor del contador de programa.

Memory Address Register o registro de direccionamiento de memoria: El MAR copia el contenido del PC y lo envía a la RAM a través de los pines de direccionamiento de la CPU, los cuales están cableados con los pines de direccionamiento de la propia memoria RAM.

Memory Data Register o registro de datos a memoria: En el caso que la CPU tenga que realizar una lectura a memoria, lo que hace el MDR es copiar el contenido de esa dirección de memoria a un registro interno de la CPU, el cual es un registro temporal de paso antes de que su contenido sea copiado al Instruction Register. El MDR al contrario del MAR esta conectado a los pines de datos de la RAM y no a los de direccionamiento y en el caso de que se trate de una instrucción de escritura el contenido de lo que se quiere escribir en la RAM también se escribe en el MDR

Instruction Register o Registro de Instrucción: La parte final de la etapa de captación o fetch es la escritura de la instrucción en el registro de instrucción, del cual la unidad de control del procesador copiará su contenido para la segunda etapa del ciclo de instrucción.

3.11 Pila, subrutinas e interrupción

Stack o pila es una estructura de datos con acceso del tipo LIFO (Last In First Out), último en entrar, primero en salir. Como similitud se puede asociar a un almacenamiento de libros formando una pila, en la que se almacenan uno sobre otro, los nuevos elementos se apilan sobre el último, y cuando se retiran se extrae el último que se ha apilado.

Este tipo de estructura de datos es fácil de desarrollar por los sistemas microprocesadores y resulta de gran utilidad para trabajar con listas de datos y es imprescindible para el trabajo interno del microprocesador en las subrutinas e interrupciones.

Algunos microprocesadores pueden tener el Stack en su interior, representando un sistema muy rápido, pero de tamaño limitado, la mayoría de microprocesadores disponen el stack en la memoria externa, hecho que proporciona una gran capacidad de almacenamiento y el control de su ubicación, aunque el acceso sea más lento.

Puntero de la pila (stack pointer)

El puntero del stack SP (stack pointer) como su propio nombre indica es un registro apuntador a la posición de memoria donde se encuentra la pila. En la familia 8051 el registro SP se encuentra en la zona de memoria SFR 81H.

Al realizar un reset el registro SP se pone de forma automática con el valor 07H, por lo que la pila se establece por defecto en la posición 08H, zona que es utilizada por los bancos de registros. Es recomendable cambiar la pila a otra zona de memoria, por ejemplo, a la posición 30H (fuera de la zona de registros). Para situar el puntero del stack se pone como primera instrucción del programa:

MOV SP,#2FH ; Situar el puntero del stack en la posición 30H

Puntero de la pila (stack pointer)

PUSH

La instrucción PUSH, sitúa en la pila el contenido de la dirección indicada, primero se incrementa el puntero de la pila y acto seguido el contenido de la dirección se copia en la RAM que indica el apuntador de la pila SP.

Instrucción PUSH Dir

1° (SP) = (SP)+1 Incrementa el puntero del Stack a la siguiente posición

((SP)) =

2° (Dirección) Situar en la pila (dirección apuntada por SP) el contenido de la dirección

POP

La instrucción POP, lee el contenido de la dirección de la pila que indica el SP (apuntador del stack) y lo sitúa en la dirección especificada, después decrementa el apuntador de la pila SP dejándolo en la posición anterior.

Se ha de tener en cuenta que, por el propio funcionamiento de la pila, el último dato que se ha introducido ha de ser el primero en recuperarse, si nos centramos en el ejemplo anterior, se ha puesto en la pila el contenido del registro A y después el B, a la hora de recuperar los datos se ha de hacer en orden inverso al introducido, primero el B y después el A.

El manejo de interrupciones es una técnica de programación, basada en un mecanismo automático en el hardware del microcontrolador, que permite dar atención a algún dispositivo ó circuito interno o externo, únicamente en el momento en que ésta se requiera. Una interrupción es en realidad una llamada a una subrutina, pero iniciada por el hardware del propio periférico y no por la instrucción "CALL". La interrupción es asíncrona y puede ocurrir en cualquier instante durante la ejecución del programa principal.

El manejo de interrupciones es una alternativa al método conocido como "polling", en el cual, dentro del programa principal, se está revisando el status de cada uno de los periféricos, una y otra vez en un loop permanente, para conocer si alguno de ellos necesita de atención. Para entender este proceso, podemos poner un ejemplo en la vida práctica en donde un conferencista (el microcontrolador) además de dictar su conferencia (programa principal), pregunta uno a uno y en forma constante a los asistentes (periféricos) si tienen alguna pregunta (si requieren atención del microcontrolador). Evidentemente dicho método conduce a una pérdida de tiempo del conferencista (tiempo de procesamiento del microcontrolador) que podría ser utilizado en forma más eficiente.

En cambio, si los asistentes realizan su pregunta levantando la mano únicamente cada vez que necesiten atención, solo en ese momento se genera una "interrupción" al programa principal (la conferencia). El conferencista tiene el tiempo suficiente de responder la pregunta (dar atención al periférico) para después continuar con su conferencia.

El manejo de interrupciones permite operar el manejo del "multitasking" o multitareas, es decir, una técnica de programación en la cual es posible dar atención a multitud de periféricos, reduciendo al mínimo el tiempo de procesamiento. Un caso muy ilustrativo es el de las computadoras PC, en donde el teclado, el mouse, el disco duro, el reloj de tiempo real, la impresora, el módem y, en fin, todos los periféricos son controlados y atendidos a través del sistema operativo, por medio de un esquema de interrupciones.

Subrutina de atención a la interrupción

Con base en la figura mostrada arriba, al generarse la señal de interrupción, el microcontrolador termina primero la ejecución de la instrucción que se esté procesando en ese momento, guarda en el STACK o PILA la dirección de memoria de código de la siguiente instrucción y posteriormente hace un llamado a la "subrutina de atención de interrupciones", cuyo inicio siempre se encuentra en la dirección 0x008H de la memoria de código, en el caso del microcontrolador 18F2550.

Al final de la subrutina de atención de interrupciones, mediante la instrucción "RETFIE"(Return From Interrupt), el flujo del programa regresa al programa principal mediante el mismo mecanismo utilizado por las subrutinas "CALL" convencionales, es decir recuperando la dirección de retorno previamente almacenada en el STACK.

Manejo de interrupciones en lenguaje ensamblador en el sistema bolt 18F2550

El sistema Bolt 18F2550 utiliza los primeros 2K de su memoria de código para almacenar su programa Bootloader. En este programa, hay un vector para redireccionar la interrupción a la dirección 0x808, de tal forma que el usuario tenga espacio de memoria suficiente para programar sus subrutinas de atención de interrupciones. En seguida se muestran un ejemplo del manejo de las interrupciones en el sistema Bolt, utilizando la interrupción del temporizador 0.

En el ejemplo se combinan 2 tareas: en la tarea 1, el procesador enciende y apaga el led RB7 con un período de 1 segundo. Esta tarea está realizada por medio de la interrupción del TIMER 0. En la tarea 2, que está a cargo del programa principal, el microcontrolador realiza una cuenta binaria en los bits RB0...RB3. El período de la cuenta en este caso es de

200 ms.

Una vez dentro de la subrutina de interrupción, el programador debe inmediatamente guardar los registros W y STATUS, para evitar que se pierda su contenido al regresar de la subrutina. La instrucción SWAPF, que realiza un intercambio entre los bits más significativos y menos significativos de una localidad de memoria, se utiliza porque su ejecución no modifica el registro

de STATUS. En los siguientes ejemplos, se usa la localidad "SALVAW" para almacenar el registro W y "SALVASTATUS" para guardar el registro STATUS:

Subrutina o subprograma

Una subrutina o subprograma es una sección o parte de programa separado del programa principal que puede ser llamado para realizar una función específica. La subrutina puede ser requerida por el programa principal u otra subrutina tantas veces como sea necesario. Cuando se llama a una subrutina la ejecución del programa en curso se detiene, el contador de programa PC (program counter) se carga con la posición de memoria de la subrutina, ejecutándose hasta llegar a la instrucción RET (final de subrutina), donde se produce el retorno al programa principal reanudándose su ejecución. En los lenguajes de nivel alto como C, Basic se conoce a las subrutinas con el nombre funciones o procedimientos.

- En las subrutinas se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- Realizan funciones concretas y no son operativas por si mismas.
- Siempre están ligadas a un programa principal o a otras subrutinas.
- Pueden ser llamadas tantas veces como sea necesario por lo que se reduce el código del programa al tener el efecto de reutilización de código.
- Permiten la división del programa en bloques por lo que realizan la función de estructuración. Proporcionando mayor visibilidad y comprensión del mismo.

Como buen consejo, se recomienda siempre que sea posible la división del programa en subrutinas o subprogramas y se minimice el contenido de sentencias en el programa principal. Sobre todo, las subrutinas son necesarias cuando una parte de un programa se ha de ejecutar múltiples veces. Conseguiremos que el programa sea más sencillo y que ocupe menos espacio en la ROM.

Si una subrutina está formada por pocas instrucciones, puede ser no aconsejable crearla, ya que el mecanismo de llamada y retorno puede hacer que sea más lenta su ejecución que situar las instrucciones directamente en el programa principal.

Subrutina o subprograma en ensamblador

Instrucción CALL

Llamada a una subrutina. El contador de programa es substituido por la dirección indicada donde se continúa con la ejecución. El contenido del PC (siguiente posición en curso) se guarda en el Stack.

Instrucción RET

Retorno de subrutina. Se recupera del stack el contador del programa PC y se continúa la ejecución del programa en la siguiente instrucción de la llamada a la subrutina CALL.

3.12 Organización de la memoria

La jerarquía de memoria es la organización piramidal de la memoria en niveles que tienen las computadoras.

El objetivo es conseguir el rendimiento de una memoria de gran velocidad al coste de una memoria de baja velocidad, basándose en el principio de cercanía de referencias.

Puntos básicos

Los puntos básicos relacionados con la memoria pueden resumirse en:

- Capacidad
- Velocidad
- Coste por bit

La cuestión de la capacidad es simple, cuanto más memoria haya disponible, más podrá utilizarse.

La velocidad óptima para la memoria es la velocidad a la que el microprocesador puede trabajar, de modo que no haya tiempos de espera entre cálculo y cálculo, utilizados para traer operandos o guardar resultados.

En suma, el coste de la memoria no debe ser excesivo, para que sea factible construir un equipo accesible.

Los tres factores compiten entre sí, por lo que hay que encontrar un equilibrio.

Las siguientes afirmaciones son válidas:

- A menor tiempo de acceso mayor coste.
- A mayor capacidad menor coste por bit.
- A mayor capacidad menor velocidad.

Se busca entonces contar con capacidad suficiente de memoria, con una velocidad que sirva para satisfacer la demanda de rendimiento y con un coste que no sea excesivo.

Gracias a un principio llamado cercanía de referencias, es factible utilizar una mezcla de los distintos tipos y lograr un rendimiento cercano al de la memoria más rápida.

Niveles jerárquicos

Los niveles

- Nivel 0: Registro
- Nivel 1: Memoria caché
- Nivel 2: Memoria primaria (RAM)

- Nivel 3: Disco duro (con el mecanismo de memoria virtual)
- Nivel 4: Cintas magnéticas (consideradas las más lentas, con mayor capacidad, de acceso secuencial)

Gestión de memoria

Los lenguajes de programación actuales generalmente asumen la existencia de únicamente dos niveles de memoria: memoria primaria y memoria secundaria (normalmente en disco). En lenguaje ensamblador, ensamblador en línea, y lenguajes como C y C++, se pueden direccionar datos directamente a los registros de la CPU.

Para aprovechar de forma óptima las ventajas de la jerarquía de memoria es necesaria la cooperación entre programadores, compiladores y fabricantes de hardware:

- Programadores: deben ser responsables del movimiento entre memoria principal y disco mediante el uso de ficheros.
- Hardware: el movimiento de datos entre la memoria principal y los niveles de caché es realizado por algoritmos de hardware.
- Compiladores: son responsables de optimizar el código de modo que el uso de los registros y la caché sea eficiente.

3.13 Interconexión de entrada-salida

Un subsistema de E/S consiste en interfaces de E/S y dispositivos periféricos. La interfase de E/S controla la operatoria de los dispositivos conectados a ella. Las operaciones de control (por ejemplo, rebobinado, posicionamiento, etc.) se arrancan mediante comandos emitidos por la CPU. El conjunto de comandos que se ejecutan para completar la transacción de E/S se denomina driver.

Las funciones de la interfase son almacenar los datos y realizar las conversiones que se le requieran. También detecta errores en la transmisión y es capaz de reiniciar la transacción en casos de error. Más aún, la interfase puede testear, arrancar y detener el dispositivo según las directivas impartidas por la CPU. En algunos casos la interfase puede consultar a la CPU si algún dispositivo está requiriendo atención urgente.

Existen distintos tipos de comandos que circulan por el bus, a saber:

- De control: son para activar el periférico y decirle que debe hacer (por ej. rebobinar una cinta); varían según cada tipo de periférico.
- De verificación: verifican las diversas condiciones de estado en la interfase o en el periférico (por ej., una vez seleccionada la ruta la CPU puede desear verificarla para ver si existe energía (power on) o que el periférico esté en línea (on line).
- Salida de datos: Hace que la interfase responda tomando un ítem de datos del bus.
- Entrada de datos: la interfase recibe un ítem de datos del periférico y lo coloca en su propio registro separador, avisa a la CPU, la que emite el comando de entrada de datos el cual transfiere el contenido de ese registro al bus de donde es tomado por la CPU y almacenado en su registro acumulador. Ejemplo: Salida de datos a una unidad de cinta.

El computador arranca la unidad de cinta emitiendo un comando de control. El procesador entonces monitorea el estado de la cinta por medio de comandos de verificación. Cuando la cinta está en posición correcta, el computador emite un comando de salida de datos. La interfase responde a la dirección y a las líneas de comando y transfiere los datos de la línea de datos del bus de E/S a su registro separador. La interfase se comunica entonces para aceptar un nuevo ítem de datos para almacenar en la cinta.

3.14 DMA

El Acceso directo a memoria (DMA, del inglés Direct Memory Access) permite a cierto tipo de componentes de ordenador acceder a la memoria del sistema para leer o escribir independientemente de la CPU principal. Muchos sistemas hardware utilizan DMA, incluyendo controladores de unidades de disco, tarjetas gráficas, y tarjetas de sonido.

DMA es una característica esencial en todos los ordenadores modernos, ya que permite a dispositivos de diferentes velocidades comunicarse sin someter a la CPU a una carga masiva de interrupciones.

Transferencia por DMA y sus estrategias:

Una transferencia DMA consiste principalmente en copiar un bloque de memoria de un dispositivo a otro. En lugar de que la CPU inicie la transferencia, la transferencia se lleva a cabo

por el controlador DMA. Un ejemplo típico es mover un bloque de memoria desde una memoria externa a una interna más rápida. Tal operación no ocupa el procesador y como resultado puede ser planificado para efectuar otras tareas. Las transferencias DMA son esenciales para aumentar el rendimiento de aplicaciones que requieran muchos recursos.

Cabe destacar que, aunque no se necesite a la CPU para la transacción de datos, sí que se necesita el bus del sistema (tanto bus de datos como bus de direcciones), por lo que existen diferentes estrategias para regular su uso, permitiendo así que no quede totalmente acaparado por el controlador DMA.

DMA por robo de ciclo: se basa en usar uno o más ciclos de CPU por cada instrucción que se ejecuta (de ahí el nombre). De esta forma se consigue una alta disponibilidad del bus del sistema para la CPU, aunque, en consecuencia, la transferencia de los datos será considerablemente lenta. Este método es el que se usa habitualmente ya que la interferencia con la CPU es muy baja.

DMA por ráfagas: consiste en enviar el bloque de datos solicitado mediante una ráfaga, ocupando el bus del sistema hasta finalizar la transmisión. Así se consigue la máxima velocidad, sin embargo la CPU no podrá usar el bus durante todo ese tiempo, por lo que permanecería inactiva.

DMA transparente: se trata de usar el bus del sistema cuando se tiene certeza de que la CPU no lo necesita, como por ejemplo en aquellas fases del proceso de ejecución de las instrucciones donde nunca se usa ya que la CPU realiza tareas internas (v. g. fase de decodificación de la instrucción). De esta manera, como su nombre indica, la DMA permanecerá transparente para la CPU y la transferencia se hará sin obstaculizar la relación CPU-bus del sistema. Como desventaja, la velocidad de transferencia es la más baja posible.

DMA Scatter-gather: permite la transferencia de datos a varias áreas de memoria en una transacción DMA simple. Es equivalente al encadenamiento de múltiples peticiones DMA simples. De nuevo, el objetivo es liberar a la CPU de las tareas de copia de datos e interrupciones de entrada/salidas múltiples.

ESPECIAL:

En esta técnica la controladora del disco duro desconecta la controladora del bus y transfiere los datos con la ayuda de un controlador Bus Master DMA con control propio. Así se pueden alcanzar velocidades de 8 a 16 Mb por segundo.

Interconexión prioritaria: Sistema que establece una prioridad entre las diversas fuentes de condiciones, Para determinar cuál se va a atender primero según su prioridad.

3.15 Acceso directo de memoria

El acceso directo a memoria (DMA, del inglés direct memory access) permite a cierto tipo de componentes de una computadora acceder a la memoria del sistema para leer o escribir independientemente de la unidad central de procesamiento (CPU). Muchos sistemas hardware utilizan DMA, incluyendo controladores de unidades de disco, tarjetas gráficas y tarjetas de sonido. DMA es una característica esencial en todos los ordenadores modernos, ya que permite a dispositivos de diferentes velocidades comunicarse sin someter a la CPU a una carga masiva de interrupciones.

Una transferencia DMA consiste principalmente en copiar un bloque de memoria de un dispositivo a otro. En lugar de que la CPU inicie la transferencia, la transferencia se lleva a cabo por el controlador DMA. Un ejemplo típico es mover un bloque de memoria desde una memoria externa a una interna más rápida. Tal operación no ocupa al procesador y, por ende, éste puede efectuar otras tareas. Las transferencias DMA son esenciales para aumentar el rendimiento de aplicaciones que requieran muchos recursos.

Problemas de coherencia en la memoria cache

La DMA puede llevar a problemas de coherencia de caché. Imagine una CPU equipada con una memoria caché y una memoria externa que se pueda acceder directamente por los dispositivos que utilizan DMA. Cuando la CPU accede a X lugar en la memoria, el valor actual se almacena en la caché. Si se realizan operaciones posteriores en X, se actualizará la copia en caché de X, pero no la versión de memoria externa de X. Si la caché no se vacía en la memoria antes de que otro dispositivo intente acceder a X, el dispositivo recibirá un valor caducado de X.

Del mismo modo, si la copia en caché de X no es invalidada cuando un dispositivo escribe un nuevo valor en la memoria, entonces la CPU funcionará con un valor caducado de X.

Este problema puede ser abordado en el diseño del sistema de las siguientes dos formas:

- Los sistemas de caché coherente implementan un método en el hardware externo mediante el cual se escribe una señal en el controlador de caché, la cual realiza una invalidación de la caché para escritura de DMA o caché de descarga para lectura de DMA.

- Los sistemas no-coherente dejan este software, donde el sistema operativo debe asegurarse de que las líneas de caché se vacían antes de que una transferencia de salida de DMA sea iniciada y anulada antes de que una parte de la memoria sea afectada por una transferencia entrante de DMA que se haya requerido. El sistema operativo debe asegurarse de que esa parte de memoria no es accedida por cualquier subproceso que se ejecute en ese instante. Este último enfoque introduce cierta sobrecarga a la operación de DMA, ya que la mayoría de hardware requiere un bucle para invalidar cada línea de caché de forma individual.

Los híbridos también existen, donde en la caché secundaria L2 es coherente, mientras que en la caché L1 (generalmente la CPU) es gestionado por el software.

SECUENCIA DE EVENTOS

Una operación de E/S por DMA se establece ejecutando una corta rutina de inicialización. Consiste en varias instrucciones de salida para asignar valores iniciales a:

- AR: Dirección de memoria de la región de datos de E/S IOBUF (buffer de entrada/salida).
- WC: Número N de palabras de datos a transferir.

Una vez inicializado, el DMA procede a transferir datos entre IOBUF y el dispositivo de E/S. Se realiza una transferencia cuando el dispositivo de E/S solicite una operación de DMA a través de la línea de petición del DMAC.

Después de cada transferencia, se decrementa el valor de WC y se incrementa el de AR.

La operación termina cuando $WC=0$, entonces el DMAC (o el periférico) indica la conclusión de la operación enviando al procesador una petición de interrupción.

Secuencia de eventos detallada

- El procesador inicializa el DMAC programando AR y WC.
- El dispositivo de E/S realiza una petición de DMA al DMAC.

- El DMAC le responde con una señal de aceptación.
- El DMAC activa la línea de petición de DMA al procesador.
- Al final del ciclo del bus en curso, el procesador pone las líneas del bus del sistema en alta impedancia y activa la cesión de DMA.
- El DMAC asume el control del bus.
- El dispositivo de E/S transmite una nueva palabra de datos al registro intermedio de datos del DMAC.
- El DMAC ejecuta un ciclo de escritura en memoria para transferir el contenido del registro intermedio a la posición $M[AR]$.
- El DMAC decrementa WC e incrementa AR.
- El DMAC libera el bus y desactiva la línea de petición de DMA.
- El DMAC compara WC con 0:
- Si $WC > 0$, se repite desde el paso 2.
- Si $WC = 0$, el DMAC se detiene y envía una petición de interrupción al procesador.

Motor de acceso directo a memoria:

Además de la interacción de hardware, el acceso directo a memoria puede ser utilizado para descargar costosas operaciones de memoria, tales como copias de gran tamaño u operaciones de dispersión-reunión, desde la CPU a un motor de acceso directo a memoria dedicada. Intel incluye estos motores en los servidores de gama alta, llamado I/O Acceleration Technology (IOAT).

Transferencias:

Durante las operaciones del DMA, el rendimiento del sistema puede verse afectado debido a que este dispositivo hace un uso intensivo del bus y por lo tanto la cpu no puede leer datos de memoria, por ejemplo, para leer la siguiente instrucción a ejecutar. Esto provoca que mientras el DMA está operando, la cpu deba esperar a que finalice dicha tarea sin ejecutar ninguna

instrucción. Para solventar esto, existe una memoria cache dentro de la CPU que permite a ésta seguir trabajando mientras el DMA mantiene ocupado el bus.

En computadores que no disponen de memoria cache, el DMA debe realizar su tarea evitando ocupar el bus de datos mientras la CPU realiza la fase de captación de la instrucción. A partir de estas dos posibilidades, existen dos tipos de transferencias de datos del DMA:

- **TRANSFERENCIAS MODO RÁFAGA:** una vez que la CPU concede el bus al DMA, este no lo libera hasta que finaliza su tarea completamente. Este tipo de transferencia se usa en sistemas que disponen de una memoria cache en la unidad de procesamiento, ya que mientras la CPU puede seguir trabajando utilizando la cache.
- **TRANSFERENCIAS MODO ROBO DE CICLO:** una vez que la CPU concede el bus al DMA, este lo vuelve a liberar al finalizar de transferir cada palabra. Teniendo que solicitar de nuevo el permiso de uso del bus a la CPU. Esta operación se repite hasta que el DMA finaliza la tarea. Este tipo de transferencia se suele usar en sistema que no disponen de memoria cache en la unidad de procesamiento, ya que, de este modo, aunque la transferencia de datos tarda más en realizarse, la CPU puede seguir ejecutando instrucciones.

UNIDAD IV EL COMPUTADOR

4.1 Perspectiva de alto nivel del funcionamiento y de las interconexiones del computador

Las computadoras han dejado de ser aquellos instrumentos complejos e inentendibles que solían ser en el pasado, sólo utilizables por técnicos y personas con un nivel de conocimientos altísimos en ciencias de las informáticas, para convertirse en un dispositivo que es capaz de brindarnos una gran ayuda en cualquier ámbito en el que las utilicemos, y en una forma tan sencilla que resulta asombroso.

En la actualidad, en cualquier oficina u hogar podemos encontrar al menos uno de estos ingenios, ocupándose de importantes tareas, muchas veces las que antes ocupaban horas y horas de nuestro tiempo, pero que con la masificación de las computadoras, en cualquiera de sus formas, notebooks, netbooks, tablets, desktops o híbridos, han pasado a convertirse cada vez más en el asistente perfecto a nuestra actividad, es más, en base a las computadoras se han generado muchas profesiones y oficios nuevos.

¿Cuáles son las funciones de una computadora?

Sin embargo, las computadoras pueden ser empleadas para otras cosas además del trabajo, ya que son dispositivos tan versátiles que pueden ser usados para casi cualquier cosa, incluyendo el reemplazo de la antigua televisión en la cocina de nuestra casa por una potente PC del tipo “All-in-One”, con la cual, además de poder cocinar viendo el noticiero, podremos recibir notificaciones de correo, navegar por Internet o hasta incluso comunicarnos con amigos o parientes a través de alguna aplicación de VoIP.

Tal es la importancia de las computadoras en la vida diaria, sin embargo, es posible que no conozcamos profundamente como es que interactúan con nosotros, y es por ello que hemos elaborado este interesante post en donde encontraremos mucha información relevante acerca de las funciones que las computadoras pueden llevar a cabo para nosotros.

Una computadora básicamente es un dispositivo cuya principal función es la de procesar grandes cantidades de información en forma veloz y precisa, y que realiza este procedimiento gracias al hardware y software. Una PC es capaz de realizar gran cantidad de tareas muy

complejas, y es allí en donde hace uso de un conjunto de instrucciones, llamadas programas o software, que son las órdenes que la computadora debe procesar mediante el hardware, produciendo una salida de datos en un formato entendible por sus usuarios.

Como mencionamos, una computadora está compuesta por dos subsistemas, el hardware y el software, donde el primero de ellos comprende la computadora propiamente dicha y todos sus periféricos de entrada y salida, incluyendo teclado, ratón, monitor, impresora y otros, mientras que el subsistema de software comprende el sistema operativo, el cual se encarga de traducir lo que queremos hacer con la PC al hardware, es decir procesar las peticiones, y todos los demás programas de usuario, es decir suites ofimáticas, programas de diseño, modelado, software matemáticos y muchos otros.

4.2 Procesamiento de la información

La acción de procesar se relaciona con el acto de modificar o transformar algo de su estado original a uno nuevo. La computadora puede procesar información de distinto tipo, incluyendo texto, números, imágenes, sonidos y demás. La información con la que trabaja la computadora debe ser ingresada por el usuario, pero también puede ser obtenida por otros medios automáticos como sensores o aparatos de medición.

La capacidad de la computadora para procesar información puede resumirse a través de las siguientes funciones básicas:

Almacenar Información:

La computadora tiene la capacidad de guardar, en un espacio reducido, gran cantidad de información que de otro modo tendríamos que conservar en miles de hojas, una excelente alternativa para mantener un orden más estricto con la información, amén del favor que le estamos haciendo al planeta.

Organizar Información:

Esta función le ofrece al usuario la opción de ordenar u organizar información y datos de acuerdo a sus propias necesidades y estilo, de tal forma que podamos encontrarla y examinarla cuantas veces deseemos. Para ello provee de diferentes mecanismos, incluyendo potentes y versátiles gestores de archivos.

Recuperar Información:

Su gran capacidad de almacenar información sería inútil si no pudiéramos recuperarla y examinarla rápida y fácilmente. Al respecto, la computadora nos ofrece la posibilidad de revisar de forma instantánea y precisa cualquier información que hayamos guardado previamente en él.

Transmitir Información:

Una de las funciones más importantes que posee la computadora, es la posibilidad de compartir información entre usuarios de manera rápida, segura y exacta. Esta fantástica función dependerá si nuestro computador se encuentra conectado a Internet o a una red local.

En este contexto, herramientas como Skype, Hangouts, Line, Dropbox, Google Drive o el omnipresente correo electrónico son maravillas que nos permiten estar siempre en contacto con clientes, familiares y amigos para intercambiar todo tipo de cosas sin necesidad de estar reunidos en el mismo lugar.

Computadora

Para entender qué es una computadora comenzaremos por dar la siguiente definición: «Una computadora es un dispositivo electrónico utilizado para el procesamiento de datos. La misma posee dispositivos de entrada y salida (E/S) que permiten a los usuarios interactuar con esta información».

Este procesamiento de datos es mucho más amplio que apenas calcular números o imprimir datos. Es posible escribir notas e informes, proyectar, realizar complejos cálculos de ingeniería, utilizarla como medio para la creación de obras fotográficas, musicales y de video y por supuesto interactuar con otras personas.

Para continuar entendiendo qué es una computadora, hay que saber reconocer dos partes básicas, estas son: el hardware y el software.

El hardware es el término genérico que se le da a todos los componentes físicos de la computadora, es decir todo lo que se puede tocar. En cambio, software es el término que se le da a los programas que funcionan dentro de una computadora.

Tipos de computadoras

Gracias a la evolución que se ha producido en materia de desarrollo en torno a los componentes que son parte fundamental de las computadoras, hoy existen una enorme gama de tipos de computadoras, que van desde las microcomputadoras a las llamadas supercomputadoras.

En líneas generales, al clasificar los tipos de computadoras existentes en la actualidad, las mismas suelen ser catalogadas de acuerdo al tamaño y a la potencia que posean, lo cual resulta en los tipos de computadoras que se detallan a continuación.

La computadora personal

Esta es sin dudas el tipo de computadora más conocida y difundida en todo el mundo, llamada también PC por sus siglas en inglés devenido del concepto “Personal Computer”, y que básicamente se trata de una computadora pequeña que por lo general es utilizada por un solo usuario, y la cual suele estar basada en un microprocesador.

Con su desembarco en el mercado a fines de los años setenta, sin lugar a dudas, la computadora personal o PC es hoy el símbolo más claro de los avances que ha habido en el terreno de la tecnología durante el siglo XX, cuando se produjo una verdadera revolución en la electrónica, ya que permitió llevar a cada hogar un equipo de procesamiento de datos informático.

Debido al rol que deben ocupar las computadoras personales, estas han sido desarrolladas con el objetivo de poder ser destinadas a oficinas y hogares, por lo cual entre sus características principales podemos citar que se trata de un tipo de computadora que poseen un tamaño y una capacidad adecuada a su fin de uso, y precios acordes a ello.

En líneas generales, el funcionamiento de las computadoras personales se encuentra basado en un pequeño chip llamado microprocesador, el cual se encarga básicamente de que la PC funcione como corresponde. Este microprocesador es el que controla todos los procesos que realiza una computadora personal.

Se suman a él distintos componentes que juegan un rol fundamental en el funcionamiento del equipo, incluyendo la placa madre o motherboard, la memoria ROM, la memoria RAM o Read Only Memory, el disco duro, la fuente de alimentación, entre otros.

En la actualidad, las computadoras personales se dividen en dos tipos, las PC que suelen incluir el sistema operativo Windows y las Apple Macintosh, pero en ambos casos se refieren a que se trata de una computadora que es utilizada por un solo usuario y se encuentra basada en un microprocesador.

Sin embargo, en este punto cabe destacar que la configuración de las computadoras personales también puede ser utilizadas por varios usuarios, es decir que pueden estar vinculadas para formar una red, por lo que las computadoras personales cada vez se asemejan más a las llamadas estaciones de trabajo, que veremos a continuación.

Tipos de computadoras personales

Las computadoras personales también incluyen otra subcategorización, ya que las mismas pueden clasificarse de acuerdo a su tamaño físico. A continuación, enumeramos los tipos de computadoras personales más comunes.

- **Torre:** Se trata de un tipo de computadora donde sus elementos, incluyendo la fuente de alimentación, la motherboard y los dispositivos de almacenamiento masivo se colocan apilados dentro de un gabinete alto, con lo cual ofrecen mayor capacidad de espacio para la incorporación de dispositivos de almacenamiento adicionales.
- **Escritorio:** Como su nombre lo indica, es una computadora diseñada para que pueda caber en un escritorio, por lo que suelen poseer un tamaño mucho más compacto que las de torre. Estas suelen ser las computadoras que casi todos los usuarios poseen en su hogar, e incluso también en su oficina.
- **Portátil:** Esta es la famosa notebook, cuya característica principal reside en tratarse de una computadora liviana, compacta, que incluye pantalla, teclado y demás en su cuerpo principal, de manera tal que la computadora permite ser transportada y utilizada en cualquier lugar. A pesar de su reducido tamaño, las computadoras portátiles poseen una potencia similar a la de cualquier computadora de escritorio, aunque su valor de mercado suele ser más elevado.
- **Tablet:** Se trata de una computadora de tamaño realmente reducido, cuya principal característica es poseer una pantalla táctil con la cual se reemplazan otros elementos tales como el teclado y el mouse. Si bien podría parecer que por su tamaño este tipo de dispositivos no ofrecen grandes capacidades de procesamiento, lo cierto es que debido a la tecnología que hay detrás de ellas, hoy podemos encontrar tablets incluso más potentes que muchas computadoras de escritorio.

Hasta aquí hemos mencionado las computadoras personales más populares y utilizadas por cientos de personas en todo el mundo, pero también podríamos incluir las netbooks, las palm top y los PDA, entre otros.

4.3 Memoria CACHÉ

La memoria caché o la caché es una memoria auxiliar, de gran velocidad y eficiencia, en la cual se almacenan copias de los archivos y datos a los que el usuario accede con mayor frecuencia, bien sea a través del ordenador o de un dispositivo móvil.

Su nombre deriva del francés cache, que significa "oculto, escondido".

La memoria caché tiene como principal función la capacidad de operar de manera más rápida y eficiente, cada vez que se necesite hacer uso de los datos que en ella se encuentren almacenados.

Es decir, cada vez que el usuario necesite acceder a un dato que sea constantemente utilizado, el mismo se almacena en la memoria caché, así, cuando se necesite hacer uso de éste, nuevamente, ya estará almacenado en la memoria caché y el proceso de búsqueda será mucho más rápido.

Igualmente, si dichos datos sufren alguna modificación, éstos son almacenados por la caché tanto en un ordenador como en cualquier otro dispositivo móvil que posea memoria caché.

Gracias a esta función, se puede disponer de manera más organizada, agilizada y sencilla de ciertos datos o archivos, sin necesidad de que el dispositivo tenga que hacer una búsqueda mayor en su memoria principal, generando mayor consumo de tiempo, datos de Internet, entre otros.

El orden de importancia de los datos o archivos en una memoria caché dependerá de cuáles son los más requeridos. Sin embargo, los datos y archivos que se utilicen menos se borran de la caché más no de la memoria principal.

Por ello, la caché puede ser considerada como una herramienta que permite un mejor desempeño y resultado de las capacidades que posee la memoria principal.

Por ello se encuentra ubicada, en los ordenadores, entre la memoria RAM y la Unidad Central de Procesamiento (CPU) a fin de agilizar y optimizar la disposición de los archivos y datos.

Eliminar la memoria caché

Si se elimina o borra la caché del ordenador o dispositivo, se estaría desmejorando la funcionalidad de estos equipos electrónicos e incluso hasta se pueden perder ciertas capacidades de almacenamiento.

Por ejemplo, eliminar la memoria caché de un dispositivo móvil, como un teléfono celular, puede generar diversas dificultades como, perder capacidad de velocidad y tiempo en la búsqueda de archivos e, incluso, eliminar el acceso a ciertas aplicaciones.

En consecuencia, no se recomienda eliminar la memoria caché de los dispositivos y ordenadores. De lo contrario, es mejor asesorarse y lo más recomendado es tener un sistema de borrado automático en el cual se evalúe cuál es la información más utilizada.

Tipos de memoria caché

Existen diferentes tipos de memoria caché, las cuales tienen un mismo propósito, pero, que varían según su desarrollo tecnológico.

- Caché de nivel 1 (L1): la memoria caché de nivel 1 o memoria interna, está integrada al procesador del ordenador y trabaja a su misma velocidad. Esta caché está dividida en dos partes, una se encarga de almacenar las instrucciones y las otra de los datos.
- Caché de nivel 2 (L2): almacena datos y archivos. Su velocidad de respuesta es un poco menor al caché de nivel 1. No está dividida y su uso está más encaminado hacia los programas de los ordenadores.
- Caché de nivel 3 (L3): agiliza el acceso a los datos e instrucciones que no fueron localizados en el L1 y L2. Su velocidad de respuesta es menor a la L2 y actualmente se utiliza poco, pero, su capacidad de respuesta es superior que la que posee la memoria principal.

4.4 Memoria interna

En primer lugar, distinguiremos dos tipos de memorias: internas y externas. Las primeras son objeto de estudio en este artículo y las segundas corresponden a dispositivos de almacenamiento basados en algunas propiedades físicas estables (ópticas, magnéticas o electrónicas). En ocasiones se confunde la memoria de un ordenador con el disco duro, y ante la imposibilidad de abrir un archivo o ejecutar un programa por "no haber memoria suficiente", se piensa que es por falta de espacio.

En estos casos, lo que el sistema operativo nos comunica es que el procesador carece de la memoria suficiente para poder ejecutar los comandos. Una vez aclarado este aspecto, procedemos a explicar las características y funciones de las cuatro memorias internas existentes en un ordenador: la memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory), la memoria de solo lectura (Read Only Memory), la memoria CACHE y la memoria CMOS RAM.

- **Memoria RAM.** Memoria de acceso aleatorio, volátil (al apagar el ordenador se borran los datos). Como se observa en la imagen, son unos módulos rectangulares donde se disponen los chips de memoria por ambos lados. Se insertan en la placa base gracias a los pines de conexión. A lo largo de la reciente historia informática, ha habido una evolución en el tipo de memorias RAM, existiendo varios tipos de módulos y numerosas tecnologías reconocidas por sus siglas y que seguro que os resultan conocidas de verlas en los anuncios publicitarios de ordenadores (SIMM, DIMM, SO-DIMM, SDRAM, DDR, DDR2, DDR3 y RDRAM).
- **Memoria ROM.** Circuito integrado programado por el fabricante, con unos datos e instrucciones específicas. Es una memoria de solo lectura y no volátil, permanente, ya que en ella se graban programas y datos básicos y necesarios para los dispositivos electrónicos. En la placa base de los ordenadores, hay un chip denominado ROM BIOS donde se almacenan las instrucciones que realiza el ordenador en el proceso de arranque (configuración inicial, chequeo de dispositivos, carga del sistema operativo etc.).
- **Memoria CACHE.** Existen varias memorias caches dentro de las partes que componen un ordenador (cache de disco, cache de navegadores etc.), aunque nos centraremos en la del procesador. Es una memoria volátil, muy rápida (5 veces más que la RAM) pero de capacidad reducida. La utiliza el núcleo del procesador para escribir los datos e instrucciones a los que más accede, aumentando considerablemente el rendimiento del mismo. Según su localización,

se distingue tres tipos o niveles: L1 (se integran en el núcleo del procesador y su capacidad es del orden de cientos de KB), L2 (dentro del encapsulado del procesador, pero fuera del núcleo y su capacidad es del orden de algunos MB) y L3 (en la placa base, fuera del procesador).

- Memoria CMOS RAM. Alimentada por una pila eléctrica de botón, almacena la fecha y hora del ordenador, así como las configuraciones que de la BIOS que establece el usuario (orden de arranque etc.). Su capacidad es de 64 Bytes y su contenido se lee en el proceso de arranque del ordenador. En la fotografía se ha destacado en color azul, aunque es fácil localizarla ya que siempre está al lado de la pila.

4.5 Memoria externa

La memoria externa o memoria auxiliar es un término que permite hacer referencia a todos los dispositivos y medios de almacenamiento que no son parte de la memoria interna (la RAM y ROM) de una computadora.

Son parte de la memoria externa de una computadora los disquetes, los discos ópticos, los discos duros, las unidades de cinta, los ZIP, etc. La memoria externa no es fundamental para el funcionamiento de una computadora.

ENTRADA/SALIDA

Los dispositivos de entrada y salida son aparatos electrónicos que son conectadas a la computadora a través de sus ranuras de entrada o salida.

En computación, los dispositivos de entrada y salida son los medios con el cual el usuario se comunica con el sistema de procesamiento de información como, por ejemplo, las tabletas, computadoras o celulares inteligentes.

En informática, los dispositivos de entrada y salida son también llamados periféricos, ya que, no son una parte integral del sistema informático en sí, sino elementos periféricos que se conectan al sistema mediante sus ranuras de entrada (inputs) o ranuras de salida (outputs).

Los periféricos de entrada y salida se conectan a los sistemas de procesamiento de información a través de ranuras de expansión o conectores de entrada y salida que se encuentran integrados en su tarjeta madre como, por ejemplo, las ranuras o puertos USB, conector LAN, conector VGA o conector de audio.

Los dispositivos de entrada son aquellos elementos que se conectan para introducir dentro del sistema general la función o información deseada. Algunos ejemplos de dispositivos de entrada son: el teclado, el ratón, el escáner.

Los dispositivos de salida son aquellos elementos que se conectan para que el sistema de procesamiento exponga la función o información deseada. Algunos ejemplos de dispositivos de salida son: el monitor, las memorias portátiles, las impresoras.

4.6 Sistemas Operativos

Un Sistema Operativo (SO) es un programa (software) que cuando arrancamos o iniciamos el ordenador se encarga de gestionar todos los recursos del sistema informático, tanto del hardware (partes físicas, disco duro, pantalla, teclado, etc.) como del software (programas e instrucciones), permitiendo así la comunicación entre el usuario y el ordenador.

Todos las PC, portátiles, tablets, Smartphone y servidores tienen y necesitan un sistema operativo.

Los otros programas son llamados aplicaciones. Resumiendo, un SO es el encargado de gestionar el software y el hardware de un ordenador o computadora.

En su sentido más general, un SO es un software que permite a un usuario ejecutar otras aplicaciones en un dispositivo informático (ordenador, Smartphone, Tablet, etc.).

Los sistemas operativos generalmente vienen precargados en cualquier ordenador cuando lo compramos. La mayoría de la gente usa el sistema operativo que viene en su ordenador o móvil, pero es posible actualizarlo o incluso cambiar el sistema operativo por otro diferente.

¿Para Qué sirve el Sistema Operativo?

Los sistemas operativos utilizan imágenes y botones para poder comunicarnos con el ordenador de forma sencilla y fácil para decirle lo que queremos hacer en cada momento a nuestro ordenador.

Su función principal es la de darnos las herramientas necesarias para poder controlar nuestra computadora y poder hacer uso de ella, de la forma más cómoda y sencilla posible.

Las funciones básicas del Sistema Operativo son administrar los recursos del ordenador, coordinar el hardware y organizar archivos y directorios en los dispositivos de almacenamiento de nuestro ordenador.

- Algunas cosas más concretas que puede realizar un Sistema Operativo son:
 - El sistema operativo es la única gran pieza de software que ejecuta los programas y se encarga de todo lo demás. Por ejemplo, el sistema operativo controla los archivos y otros recursos a los que pueden acceder estos programas una vez ejecutados.
- Cuando tenemos múltiples programas que se pueden ejecutar al mismo tiempo, el sistema operativo determina qué aplicaciones se deben ejecutar en qué orden y cuánto tiempo.
- Gestiona el intercambio de memoria interna entre múltiples aplicaciones, se ocupa de la entrada y la salida de los datos desde y hacia los dispositivos de hardware conectados, tales como discos duros, impresoras, puertos de comunicación, teclado, etc.
- Envía mensajes a cada aplicación o usuario (o a un operador del sistema) sobre el estado de funcionamiento y los errores que se hayan podido producir.
- En los equipos que pueden proporcionar procesamiento en paralelo, un sistema operativo puede manejar la forma de dividir el programa para que se ejecute en más de un procesador a la vez.

Un ejemplo: cuando una aplicación quiere imprimir algo, entrega esa tarea al sistema operativo. El sistema operativo envía las instrucciones a la impresora, utilizando los controladores de la impresora para enviar las señales correctas. La aplicación que está imprimiendo no tiene que preocuparse por qué impresora tiene que imprimir o entender cómo funciona esa impresora. El sistema operativo maneja todos los detalles.

Otro Ejemplo: Cuando el SO ejecuta un juego, por ejemplo, el Minecraft, lo ejecuta en un sistema operativo, el que tenga nuestro ordenador.

El juego, en este caso Minecraft, no tiene que saber exactamente cómo funciona cada componente de hardware diferente que tiene nuestro PC. Lo que hace Minecraft es utilizar una variedad de funciones propias del sistema operativo, y el sistema operativo las traduce en instrucciones para manejar nuestro hardware. Esto ahorra a los desarrolladores de Minecraft, y a

todos los demás programas que se ejecutan en un sistema operativo, muchos problemas.

Partes de un Sistema Operativo

El sistema operativo consta de muchos componentes o partes y de muchas características distintas. Las características que se definen como parte del sistema operativo varían con cada sistema operativo. Sin embargo, los tres partes del SO más fácilmente definidas y usadas por todos los SO son:

- **Kernel:** es el programa del SO que podríamos decir que es el corazón de tu sistema operativo, por ese motivo también se llama el "núcleo" del SO. Kernel es lo primero que se carga cuando arranca el SO y proporciona un control de nivel básico sobre todos los dispositivos de hardware de la computadora. Las funciones principales incluyen leer datos de la memoria y escribir datos en la memoria, procesar órdenes de ejecución, determinar cómo funcionan los dispositivos como el monitor, el teclado y el mouse, cómo reciben y envían datos, y cómo interpretar los datos recibidos de las redes.

El núcleo o Kernel generalmente se ejecuta en un área aislada para evitar que otro software de la computadora lo manipule. El kernel del sistema operativo es muy importante, pero es solo una parte del sistema operativo.

- **Interfaz de usuario:** este componente permite la interacción con el usuario, lo que puede ocurrir a través de iconos gráficos y un escritorio o mediante una línea de comandos.
- **Interfaces de programación de aplicaciones:** este componente permite a los desarrolladores de aplicaciones escribir código modular (por partes). Linux es solo un kernel. Sin embargo, Linux se llama a menudo sistema operativo. Android también se denomina sistema operativo y está construido alrededor del kernel de Linux. Las distribuciones de Linux como Ubuntu toman el kernel de Linux y agregan software adicional. También se les conoce como sistemas operativos.

4.7 Estructura y funcionamiento del procesador

Estructura y funcionamiento:

El microprocesador ejecuta instrucciones almacenadas como números binarios organizados secuencialmente en la memoria principal. La ejecución de las instrucciones se puede realizar en varias fases. Cada una de estas fases se realiza en uno o varios ciclos de CPU, dependiendo de la estructura del procesador, y concretamente de su grado de segmentación. La duración de estos ciclos viene determinada por la frecuencia de reloj, y nunca podrá ser inferior al tiempo requerido para realizar la tarea individual.

En un microprocesador podemos diferenciar diversas partes:

- Puerto de E/S
- Memoria cache
- Coprocesador matemático
- Registros
- Memoria
- Puertos

Arquitectura de un procesador

El procesador se compone de un grupo de unidades interrelación (o unidades de control). Aunque la arquitectura del microprocesador varía considerablemente de un diseño a otro, los elementos principales del microprocesador son los siguientes:

Una unidad de control que vincula la información entrante para luego decodificarla y enviarla a la unidad de ejecución: La unidad de control se compone de los siguientes elementos: Secuenciado (o unidad lógica y de supervisión), que sincroniza la ejecución de la instrucción con la velocidad de reloj. También envía señales de control: Contador ordinal, que contiene la dirección de la instrucción que se está ejecutando actualmente;

- Registro de instrucción, que contiene la instrucción siguiente.

Unidad de ejecución (o unidad de procesamiento), que cumple las tareas que le asigna la unidad de instrucción. La unidad de ejecución se compone de los siguientes elementos:

La unidad aritmética lógica (se escribe ALU); sirve para la ejecución de cálculos aritméticos básicos y funciones lógicas (Y, O, O EXCLUSIVO, etc.);

La unidad de punto flotante (se escribe FPU), que ejecuta cálculos complejos parciales que la unidad aritmética lógica no puede realizar;

- *El registro de estado;
- *El registro acumulador.

Una unidad de administración del bus (o unidad de entrada-salida) que administra el flujo de información entrante y saliente, y que se encuentra interconectado con el sistema RAM.

El siguiente diagrama suministra una representación simplificada de los elementos que componen el procesador (la distribución física de los elementos es diferente a la disposición):

ALU o mejor conocida como unidad aritmética lógica es aquella que le permite al computador procesar los datos numéricos que se le ingresan es decir operaciones básicas como lo son suma resta multiplicación y división pero no solo estas también operaciones de tipo científico pero adicional a esto los datos introducidos en el computador se utilizan como base para operaciones de todo tipo aritméticos y lógicos además la ALU contiene registros especiales y de uso general donde procesa la información antes y después de su uso para luego ser almacenado en la memoria central ,que es la zona de almacenamiento de gran capacidad, se guardan aquí tanto datos como programas ejecutables

4.8 Unidad de punto flotante (FPU)

La unidad del punto flotante es una unidad de ejecución dedicada, diseñada para realizar las funciones matemáticas con números del punto flotante. Un número del punto flotante es

cualquier número continuo, esto es no entero; cualquier número que requiere un punto decimal para ser representado es un número del punto flotante. Los enteros (y los datos almacenaron como enteros) se procesan usando la unidad de ejecución entera.

Al hablar de Punto Flotante se describe una manera de expresar los valores, no como un tipo matemáticamente definido del número tal como un número entero, número racional, o número real. La esencia de un número de punto flotante es que su punto “flota ” entre un número predefinido de dígitos significativos, igual a la notación científica, donde el punto decimal puede moverse entre diferentes posiciones del número.

Unidad de control (UC)

La unidad de control el elemento que se encarga de sincronizar las acciones que realiza cada una de las unidades funcionales de un computador. Las funciones de la unidad de control son básicamente dos.

- Interpretación de las instrucciones: La unidad de control debe ser capaz de decodificar los códigos de operación y los modos de direccionamiento de las instrucciones y actuar de forma diferente para cada uno de ellos.
- Secuenciamiento de las operaciones: La unidad de control se encarga de la temporización de las distintas operaciones necesarias para la ejecución de cada instrucción. también debe en controlar el secuenciamiento de las instrucciones en función de la evolución del registro contador de programa.

La función principal de la unidad de control de la UCP es dirigir la secuencia de pasos de modo que la computadora lleve a cabo un ciclo completo de ejecución de una instrucción, y hacer esto con todas las instrucciones de que conste el programa. Los pasos para ejecutar una instrucción cualquiera son los siguientes:

1. Ir a la memoria y extraer el código de la siguiente instrucción (que estará en la siguiente celda de memoria por leer). Este paso se llama ciclo de fetch en la literatura computacional (to fetch significa traer, ir por).
2. Decodificar la instrucción recién leída (determinar de qué instrucción se trata).
3. Ejecutar la instrucción.

4. Prepararse para leer la siguiente casilla de memoria (que contendrá la siguiente instrucción), y volver al paso 1 para continuar.

Unidad de interfaz en el bus

La unidad de interfaz del bus o unidad E/S, es la parte del procesador que se une con el resto de la PC. Debe su nombre al hecho de que realiza los movimientos de datos hacia el bus de datos del procesador, el primer conducto en la transferencia de información hacia y desde el CPU. La BIU es la responsable de responder a todas las señales que van al procesador, y de generar todas las señales que van del procesador a las demás partes del sistema. También sirve de paso a las instrucciones de programa y los datos para que éstos puedan alcanzar los registros de la unidad de control y de la ALU. La BIU sincroniza los niveles de las señales de la circuitería interna del microprocesador con los de los otros componentes dentro de la PC. Los circuitos internos de un microprocesador, por ejemplo, se diseñan para consumir poca electricidad de modo que puedan funcionar más rápidamente y evitar el calentamiento excesivo. Estos circuitos internos delicados no pueden manejar los voltajes más altos necesarios para los componentes externos. Por lo tanto, cada señal que sale del microprocesador pasa a través de un buffer de señal intermedio en la BIU que incrementa su voltaje

4.9 Computadores de repertorio reducido de instrucciones

La máquina de estados, a través de las señales de control, es la encargada de sincronizar todos los demás elementos del procesador. Sus entradas son la señal de reloj del sistema, la señal de reset, la salida del registro de instrucción (IR), y una señal de enable, que se encarga de habilitar/deshabilitar a la máquina de estados y que permite tomar el control de los buses de datos, de instrucciones y de control, para poder almacenar el programa en memoria.

El registro de instrucción (IR) es el que almacena la instrucción en curso, su escritura se produce por el Bus de Datos, y solo puede ser leído por la máquina de estados.

El contador de programa (PC) es el que almacena la dirección de próxima de instrucción en memoria, se puede escribir en él a través del bus de salida de la ALU, del Bus de Datos, o

incrementando su valor actual. Su valor puede ser leído por el Bus de Datos o por el Bus de direcciones.

El registro de direcciones (AR) se puede escribir a través del bus de salida de la ALU, o a través del Bus de Datos, y se puede leer a través del Bus de direcciones

El registro de datos (DR) se puede escribir a través del bus de salida de la ALU, o a través del Bus de Datos, y se puede leer a través del Bus de Datos.

El banco de registros (RF), tiene capacidad para 8 datos de 16 bits, y posee una entrada y dos salidas. Se puede escribir en cualquier registro del banco, a través del Bus de salida de la ALU, o del Bus de datos. Las dos salidas del RF van a dar a la ALU.

El registro de Status, almacena el resultado de las comparaciones entre dos registros. Solo puede ser escrito por la ALU, y leído por la máquina de estados.

La ALU, es la encargada de realizar las operaciones aritméticas, lógicas, de desplazamiento, de transferencia y comparación, con los datos procedentes del RF. Su salida puede ser escrita en un registro del RF, o en los registros IR, DR o PC. Además, posee una salida al registro de Status y un bit de carry interno, que no puede ser accedido desde fuera de la ALU.

Repertorio de instrucciones

En esta apartado, se presentan el repertorio de instrucciones del procesador, clasificado por tipos y subtipos, indicando los estados en los que se ejecuta, la acción que realizan y el valor de los bits de la palabra de instrucción. Además, se indica la abreviatura de cada instrucción para un hipotético compilador.

La siguiente tabla muestra los valores de los registros y de las posiciones de memoria utilizados en el programa a lo largo de su ejecución para unos valores de 2, 1, 10 almacenados en las posiciones 14, 15 y 16 de memoria respectivamente.

4.10 Paralelismo en las instrucciones y procesadores superescalares

Superescalar es el término utilizado para designar un tipo de microarquitectura de procesador capaz de ejecutar más de una instrucción por ciclo de reloj. El término se emplea por oposición a la microarquitectura escalar que sólo es capaz de ejecutar una

instrucción por ciclo de reloj. En la clasificación de Flynn, un procesador (mono núcleo) escalar es un procesador de tipo SISD, en cambio un procesador (multinúcleo) superescalar es un procesador de tipo MIMD.

La microarquitectura superescalar utiliza el paralelismo de instrucciones además del paralelismo de flujo, este último gracias a la estructura en pipeline. La estructura típica de un procesador superescalar consta de un pipeline con las siguientes etapas:

- Lectura (fetch).
- Decodificación (decode).
- Lanzamiento (dispatch).
- Ejecución (execute).
- Escritura (writeback).
- Finalización (retirement).

En un procesador superescalar, el procesador maneja más de una instrucción en cada etapa. El número máximo de instrucciones en una etapa concreta del pipeline se denomina grado, así un procesador superescalar de grado 4 en lectura (fetch) es capaz de leer como máximo cuatro instrucciones por ciclo. El grado de la etapa de ejecución depende del número y del tipo de las unidades funcionales.

4.11 La arquitectura ia-64

Intel realizó una “Notificación de Cambio de Producto” dando a conocer que los procesadores Intel Itanium han alcanzado su ciclo de fin de vida, es decir, que oficialmente no se fabricará ninguna CPU de esta familia que llegó a tener cuatro modelos: 9760, 9740,

9750 y 9720.

Esta familia de CPUs es muy curiosa, y es que ha sido la única que emplea la arquitectura IA-64, desarrollada por Intel en cooperación con Hewlett-Packard (HP). Con este movimiento, parece que Intel ha puesto una piedra más en el ataúd sobre el futuro de la microarquitectura IA-64.

La IA-64 fue originalmente concebida por Intel para reemplazar la arquitectura x86 de 32 bits a principios de siglo como una arquitectura de procesador de 64 bits estándar de la industria.

AMD sentó las bases de su rival con AMD64, que podría convertirse en x86-64. AMD64 ganó la batalla por la popularidad sobre IA-64, ya que mantuvo una compatibilidad completa con x86, y podía ejecutar así software de 32 bits sin problemas, ahorrando miles de millones a empresas y clientes en costes de transición.

Tras esto, Intel obtuvo una licencia cruzada llamada EM64T (Extended Memory 64Technology / Tecnología de Memoria Extendida de 64 bits), antes de estandarizar el nombre a x86-64, mientras que Itanium se prolongó durante casi dos décadas al servicio de ciertas empresas y clientes HPC (Computación de Alto Rendimiento).

Los cuatro procesadores citados al inicio del artículo, pertenecientes a la familia Intel Itanium 9700 (Kittson), son los últimos procesadores con arquitectura IA-64 que llegaron al mercado, y lo hicieron durante el 2º Trimestre de 2017.

El modelo tope de gama fue el Intel Itanium 9760, con 8 núcleos y 16 hilos de procesamiento a una frecuencia única de 2.66 GHz empleando un proceso de fabricación de 32nm con un TDP de 170W. Salió a la venta a un precio oficial de 4.650 dólares.

Bibliografía básica y complementaria:

- Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2008. Actualizado: 2012
- <https://definicion.de/computadora/>
- BELL, C.G. y A. NEWELL, Computer Structures: readings and examples, McGrawHill, N.V., 1971.
- FERTIG, R.T., The Software Revolution: Trends, Players, Market Dynamics in Personal Computer Software, North-Holland, N.Y., 1985.
- FINKLER, G.A., Full 32-bit microprocessors: the next generation, Mini-Micro Systems, pp. 187-194.
- WIRTH, N., LILITH: A Personal Computer for the Software Engineer, en M.J. Flynn et al., edit., Microcomputer System Design, Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, Berlin, pp. 349-381.
- Brey Barry B., Microprocesadores Intel, México, Pearson Educación, Hamacher Carl Vranesic Zvonko Zaky Satwat, Organización de Computadores, España, McGraw-Hill, 2003.
- Norton Peter, Introducción a la Computación, México, McGrawHill/InterAmericana Editores, 2000. Stallings William, Organización y arquitectura de computadores, Madrid, Pearson Educación, 2005.
- https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/item/2623/1/microcomputadoras.pdf
- <https://definicion.de/dispositivos-de-entrada/>
- <https://www.significados.com/logica/> Consultado
- http://www.atc.unican.es/~jagm/ci/Transparencias/6_inout.pdf#search='organizacion%20de%20entrada%20y%20salida'
- <https://jusefivanegas.wordpress.com/2013/04/24/estructura-general-de-un-micro-procesador/>