

# **UNIVERSIDAD LASALLISTA BENAVENTE**

## **ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACION**



Con estudios incorporados a la  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
CLAVE: 8793-16



### **“ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN LA UTILIZACION DE ARQUITECTURA DE 64 BITS”**

## **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**PRESENTA:**

**JOSE ALBERTO SANABRIA CARREÑO**

**Asesor: ING. RAMIREZ GONZALEZ ANSELMO**

**Celaya, Gto.**

**Octubre de 2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para todos aquellos que en una u otra forma han apoyado a la estructuración del presente trabajo.

Especialmente a:

Esposa: Avalos Lucero Rosa María

Padres: Sanabria Almanza Héctor, ♦ Carreño Gómez Irma.

Hermanos: Sanabria Carreño Mary cruz, Sanabria Carreño Luis Fernando, Sanabria Carreño Héctor enrique.

Asesor de tesis: Ing. Anselmo Ramírez González.

**No importa la profesión que el estudiante elija en el futuro, no importa cuál sea su trabajo, en su formación profesional y en su vida laboral lo relevante será que siempre tenga presente el hecho de que las computadoras y los que las manejan podrán presentar resultados para apoyar su toma de decisiones en el momento oportuno.**

**—Gonzalo González Osorio—**

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I COMPUTACIÓN

	Pág.
1.1 GENERALIDADES. ....	2
1.1.1 Concepto. ....	3
1.1.2 Evolución histórica. ....	5
1.1.3 Codificación analógica y codificación digital. ....	8
1.2 EL HARDWARE. ....	10
1.2.1 Buses. ....	11
1.2.2 Unidad central de proceso. ....	13
1.2.3 Memoria. ....	14
1.2.4 Dispositivos periféricos. ....	15
1.3 EL SOFTWARE. ....	17
1.3.1 Algoritmos. ....	17
1.3.2 Estructuras de datos. ....	19
1.3.3 Tipos de software. ....	20
1.4 APLICACIONES DE LA COMPUTACIÓN. ....	21
1.4.1 Telemática. ....	21
1.4.2 Inteligencia artificial. ....	22
1.4.3 Robótica. ....	23
1.4.4 Simuladores. ....	24
1.4.5 La red del siglo XX. ....	25

### CAPÍTULO II ARQUITECTURA DE SISTEMAS

2.1 ARQUITECTURA: GENERALIDADES. ....	27
2.2 ANTECEDENTES. ....	37
2.2.1 Estándares de CP originales. ....	41
2.2.2 La industria de procesadores x86. ....	46
2.3 OTROS PROCESADORES. ....	47
2.3.1 De 8 bits. ....	48
2.3.2 De 16 bits. ....	49
2.3.3 De 32 bits. ....	51

	pág.
2.4 MICROPROCESADORES. ....	53

### CAPÍTULO III ARQUITECTURA DE 64 BITS

3.1 GENERALIDADES. ....	56
3.1.1 Elementos de diseño originales (unidad aritmético-lógica; de control y central de procesamiento). ....	57
3.1.2 Clases de arquitecturas (abiertas y cerradas; de redes). ....	68
3.2 SISTEMAS DE 64 BITS. ....	71
3.2.1 Funcionamiento. ....	74
3.2.2 Modos de funcionamiento: Long mode y Legacy mode. ....	74
3.3 APLICACIONES DE 64 BITS EN SOLUCIONES DE 32 BITS. ....	78
3.3.1 Modos de ejecución: tradicional, compatible con 32 bits y de 64 bits. . .	79
3.3.2 Innovaciones en arquitectura de 64 bits. ....	80
3.4 CONJUNTO DE INSTRUCCIONES. ....	81

### CAPÍTULO IV ARQUITECTURA DE 64 BITS EN AMD, INTEL Y COMPATIBILIDAD DE SOFTWARE

4.1 COMPLEMENTACIÓN DE LOS PROCESADORES AMD DE 64 BITS. ....	92
4.1.1 Implementación del sistema operativo y del software. ....	95
4.2 SOLUCIONES INTEL. ....	97
4.2.1 Habilitación y herramientas del software. ....	102
4.3 COMPATIBILIDAD CON WINDOWS SERVER. ....	105
4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ARQUITECTURA DE 64 BITS. ....	111
4.4.1 Ventajas. ....	111
4.4.2 Desventajas. ....	114
4.5 REFLEXIÓN Y COMENTARIO PERSONAL. ....	116

CONCLUSIONES

ANEXOS

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Pag.
1.1 Antiguos tipos de impresión. . . . .	1
1.2 Sistema de cómputo. . . . .	2
1.3 Comparación entre el sistema decimal (base 10) y el binario (base 2). . . . .	4
1.4 UNIVAC Primera computadora electrónica comercial. . . . .	6
1.5 Circuito integrado. . . . .	7
1.6 Regla de cálculo. . . . .	9
1.7 Hardware. . . . .	10
1.8 Placa de circuito impreso. . . . .	12
1.9 Microprocesador. . . . .	13
1.10 Ejemplo de una tarjeta madre o principal. . . . .	14
1.11 Mouse o ratón. . . . .	16
1.12 Aplicaciones de lenguaje de programación. . . . .	18
1.13 Robótica. . . . .	23
2.1 Configuración de la computadora. . . . .	28
2.2 Unidad central de proceso. . . . .	30
2.3 Horno de microondas. . . . .	31
2.4 Red en anillo. . . . .	32
2.5 Configuración de bus. . . . .	32
2.6 Conexión en estrella. . . . .	33
2.7 Distintos niveles de software. . . . .	34
2.8 Arquitectura Von Neumann. . . . .	40
2.9 Arquitectura Harvard. . . . .	40
2.10 Los estándares POSIX. . . . .	42
2.11 Tabla 1 JEDEC. . . . .	45
2.12 Microprocesador Pentium. . . . .	53
3.1 Número de transistores integrados en los microprocesadores 80xxx. . . . .	56
3.2 Componentes principales de una CPU. . . . .	57
3.3 Conjunto de registros con ALU común. . . . .	58
3.4 Codificación de campo de selección de registro. . . . .	60
3.5 Codificación de operaciones de la ALU. . . . .	61
3.6 Ejemplos de microoperaciones para la CPU. . . . .	62
3.7 Organización de control microprogramada. . . . .	64
3.8 Topología de Internet. . . . .	69
3.9 Red Token Ring. . . . .	70
3.10 Arquitectura del procesador Opteron. . . . .	71

	pág.
3.11 Arquitectura del procesador Athlon™ 64. ....	73
3.12 Placa para el moderno AMD 64 Bits. ....	77
3.13 Combinaciones permitidas entre las aplicaciones y sistemas operativos de IA-64 y x86. ....	84
3.14 Formato de instrucciones de la IA-64. ....	80
3.15 Conjunto de instrucciones EPIC. ....	87
4.1 AMD Opteron de doble núcleo. ....	91
4.2 Interior de los procesadores basados en AMD. ....	92
4.3 Integración de la controladora DDR. ....	94
4.4 Procesador Itanium. ....	98
4.5 Diagrama de bloques. ....	101
4.6 Tabla comparativa de memoria y CPU: Windows versiones de 32 y 64 bits..	106

Anexos

1. Duron: Socket A
2. Athlon XP: Socket A
3. Sempron: Socket A
4. Sempron: Socket 754
5. Athlon 64: Socket 754
6. Athlon 64: Socket 939
7. Athlon FX: Socket 939
8. Opteron: Socket 940

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la complejidad de los sistemas software se ha incrementado, los requerimientos de la vida moderna hacen necesario que la nueva generación de PCs admitan más memoria, conjuntos de datos más grande, sistemas operativos con mayor capacidad y aplicaciones más exigentes. Ello implica una constante investigación que permita cambiar el diseño de las PCs, en este contexto se presentan los procesadores de 64 bits, para lograr un mayor conjunto de valores que permita manejar mayor información.

Las grandes compañías dedicadas a la fabricación de aparatos y sistemas de cómputo, hacen esfuerzos por acelerar los procesos internos de la PC, tratando de presentar cada día, aparatos más sofisticados que generen mayor rendimiento para el usuario. Lo que se intenta con la nueva arquitectura de 64 bits, sobre la cual existen dudas sobre sus posibles ventajas.

Hasta hace poco, la mayoría de servidores eran de 32 bits basados en el conjunto de instrucciones x86, debido a su facilidad de uso y funcionalidad; la introducción de arquitectura de 64 bits, en principio requerirá nueva tecnología del compilador para que pueda ser eficaz; se considera como su aspecto más relevante que aumentan la capacidad de procesamiento en operaciones de cómputo complejas; sin embargo, aún no es posible apreciar dicho aspecto, pues para ello será necesario que los sistemas operativos y demás software sean también de 64 bits.

No se sabe exactamente cuáles son las ventajas tecnológicas que presenta la arquitectura de 64 bits, es por ello que se justifica una investigación que permita conocer y determinar las ventajas y desventajas de este nuevo sistema que al parecer se está poniendo de moda.

Para el efecto se analizará dentro de la investigación las aplicaciones de 64 bits en soluciones de 32 bits, la complementación de los procesadores AMD de 64 bits y las perspectivas que ofrece Windows Server, haciendo un análisis comparativo entre los diversos procesadores que actualmente admiten la arquitectura de 64 bits.

Se plantea como objetivo general de investigación analizar la arquitectura de 64 bits y su aplicación en los procesadores AMD, Intel y Windows Server. Se plantea como objetivo general de investigación analizar la arquitectura de 64 bits y su aplicación en los procesadores AMD, Intel y Windows Server; y como objetivos específicos: hacer un estudio general de la arquitectura de sistemas, conocer los modos de funcionamiento y ejecución de la arquitectura de 64 bits, analizar las aplicaciones de 64 bits en soluciones de 32 bits (AMD, Intel y Windows Server) y, establecer las ventajas y desventajas de las aplicaciones de 64 bits en soluciones de 32 bits.

Planteándose como hipótesis central del presente trabajo de investigación que: “El aumento de la capacidad de procesamiento de los procesadores AMD, Intel y Windows Server mediante arquitectura de 64 bits, sólo funcionará y será eficaz si los sistema operativos y demás software son de 64 bits, aunque sea compatible con sistemas de 32 bits.”

Para la comprobación de la hipótesis y el logro de los objetivos propuestos se divide el trabajo en cuatro capítulos:

El primer capítulo estudia la computación contemplando: generalidades (concepto, evolución histórica así como codificación analógica y codificación digital), el hardware (buses, unidad central de proceso, memoria y dispositivos periféricos), el software (algoritmos, estructuras de datos y tipos de software) y, aplicaciones de la computación (telemática, inteligencia artificial, robótica, simuladores y la red del siglo XX).

El capítulo segundo analiza la arquitectura de sistemas, conteniendo: arquitectura (generalidades), antecedentes (estándares de CP originales y la industria de procesadores x86), otros procesadores (de 8, 16 y 32 bits) y, microprocesadores.

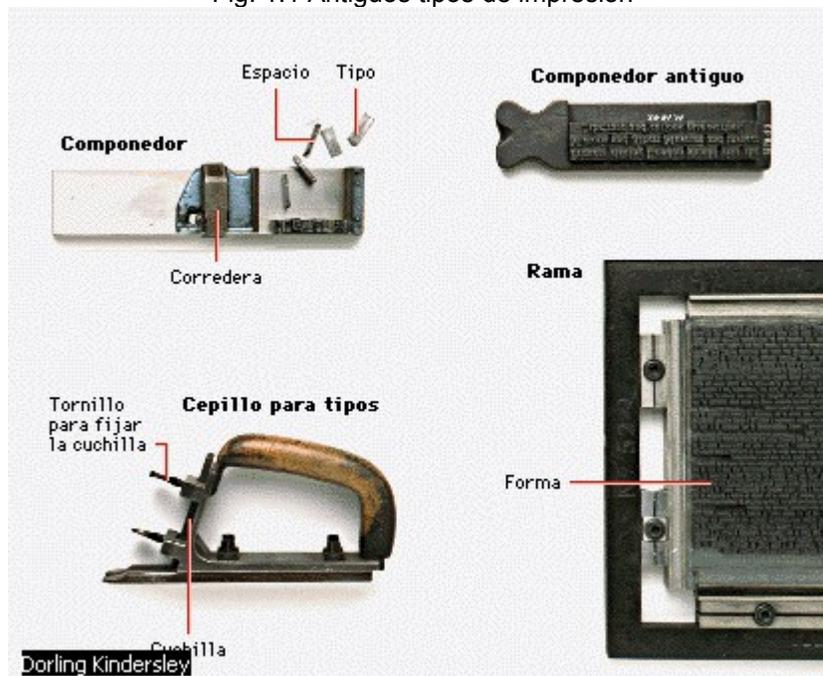
El capítulo tercero aborda la arquitectura de 64 bits incluyendo: generalidades (elementos de diseño originales y clases de arquitecturas), sistemas de 64 bits (funcionamiento y modos de funcionamiento, long mode y legacy mode), aplicaciones de 64 bits en soluciones de 32 bits (modos de ejecución e innovaciones en arquitectura de 64 bits) y, conjunto de instrucciones.

El capítulo cuarto determina la arquitectura de 64 bits en AMD, Intel y compatibilidad de software contemplando: complementación de los procesadores AMD de 64 bits (implementación del sistema operativo y del software), soluciones Intel (habilitación y herramientas de software), compatibilidad con Windows Server, ventajas y desventajas de la arquitectura de 64 bits (ventajas y desventajas) y, finalizando con una reflexión y comentario personal.

CAPÍTULO I  
COMPUTACIÓN

A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha venido produciendo un profundo proceso de transformación en todos y cada uno de los aspectos que definen el entorno del ser humano. La computadora, como instrumento que facilita las actividades humanas en la mayoría de sus aspectos se ha impuesto como el mayor invento del hombre similar al que en su momento tuvo la imprenta (desarrollada en 1450 por Johann Gutenberg).

Fig. 1.1 Antiguos tipos de impresión



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

El hombre siempre se ha preocupado por lograr la mejor comunicación con sus semejantes; de ahí que su evolución haya estado impregnada de una visión de futuro que permitiera una comunicación cada vez mayor; posterior a la imprenta, en este aspecto, han sido decisivos la invención del telégrafo (1836 por Samuel F. B. Morse),

posteriormente el teléfono (1877 por Alexander Graham Bell) y en el siglo XX, la computación.

## 1.1 GENERALIDADES

El proceso de cambios que se forjaron durante el siglo pasado derivó del uso de las tecnologías de la información y comunicación que para algunos solo supuso una evolución natural del entorno, mientras que para otros significó una ruptura con las pautas anteriores de vida calificándola de verdadera revolución. “Todos los progresos tecnológicos han sido temidos e incluso rechazados. Cualquier innovación molesta porque cambia las órdenes establecidas; sin embargo, aunque los inventos han sido protestados históricamente, éstos nos han permitido realizar nuestras actividades con mayor calidad, a un bajo costo y en menor tiempo.”<sup>1</sup>

Fig. 1.2  
Sistema de cómputo



Fuente: Microsoft Encarta 2001

<sup>1</sup> GONZÁLEZ OSORIO, Gonzalo. *Informática*, 2ª ed, Ed Nueva Imagen, México, D.F., 2001, p. 7.

La computadora no es simplemente una máquina es un sistema compuesto de cinco elementos básicos: unidad central de proceso o CPU, dispositivos de entrada, dispositivos de almacenamiento de memoria, dispositivos de salida y una red de comunicaciones denominada bus: “Un sistema de computación moderno consta de uno o más procesadores, cierta memoria principal (a menudo conocida como ‘memoria central’), relojes, terminales, discos, interfaces en una red y otros dispositivos de entrada/salida. En fin, un sistema complejo.”<sup>2</sup>

En la actualidad la computación se ha convertido en parte activa de la vida diaria, su importancia es tan obvia, que a partir de la última década del siglo pasado, es parte primordial de los programas oficiales de todas las escuelas a todos los niveles: primario, secundario, preparatorio y profesional. Asimismo ha penetrado todos los ámbitos del hombre: hogar, oficina, empresa, etcétera. De aquí que la mayoría de los programas gubernamentales actuales contemplan entre sus prioridades la introducción de tecnología de cómputo en todas sus organizaciones con el fin de eficientizar su operabilidad.

### 1.1.1 Concepto.

La computación o informática se define como el conjunto de “...conocimientos científicos y técnicos que hacen posible el tratamiento automatizado de la información por medio de calculadoras. La palabra computación proviene del inglés *computing*, cálculo; mientras que la palabra informática viene del francés *informatique*, contracción de *information* y *automatique*.”<sup>3</sup>

Desde este punto de vista, la computación tiene como finalidad el proceso de la información con el fin de sintetizarla, combinarla y ordenarla según las necesidades del

<sup>2</sup> TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas operativos modernos*, Ed Prentice-Hall, México, D.F., 1993, p. 1.

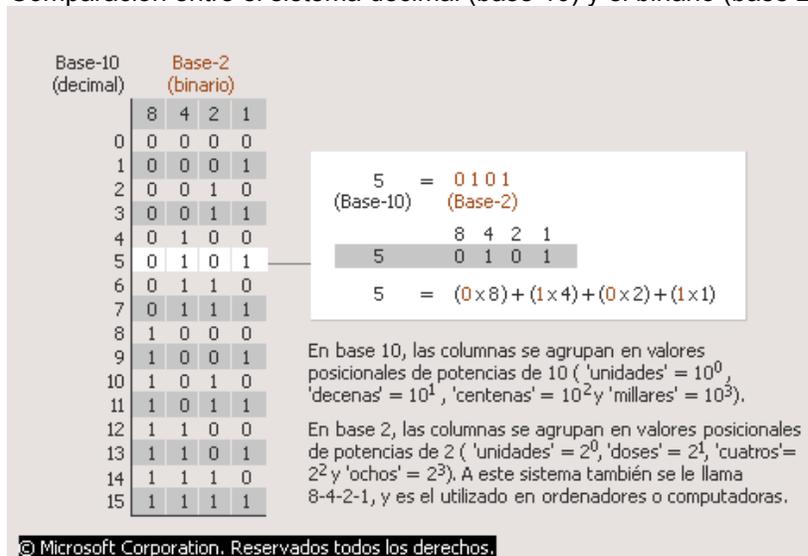
<sup>3</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica Océano, “Computación”, t. 2, Ed Océano, Barcelona, Esp, 1987, p. 800.

usuario, proceso realizado en las computadoras de acuerdo a las instrucciones suministradas en forma de programas.

Una computadora, a pesar de que su nombre deriva del inglés *computer*, no debe considerarse sólo como una máquina capaz de realizar operaciones aritméticas, aunque éste fue el primer uso de que fue objeto. Es, ante todo, una máquina capaz de trabajar con símbolos, independientemente del significado de éstos, pues puede manejar números, textos, ficheros, imágenes, sonidos, etcétera, siempre que se les codifique según un formato interno con el que la máquina sea capaz de trabajar. Una computadora actual completa la electricidad como medio para representar la información, mediante una codificación digital binaria.<sup>4</sup>

La codificación binaria de la información consiste en descomponerla en sus unidades elementales, es decir, convertirla en preguntas a las que sólo es posible responder sí o no, de donde la representación de cada dato exigirá sólo dos símbolos (generalmente 1 y 0) así como un convenio sobre el significado de cada símbolo elemental o bit (acrónimo de *Binary Digit* o dígito binario) dentro del formato adoptado.

Figura 1.3  
Comparación entre el sistema decimal (base 10) y el binario (base 2)



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

<sup>4</sup> Idem.

### 1.1.2 Evolución histórica.

La historia de la informática y de la computadora, aunque corta, ha sido muy intensa y agitada. Las computadoras nacidas a partir de las máquinas de calcular y tabular mecánicas, fueron inicialmente dispositivos lentos, pesados y de gran tamaño, capaces de resolver a duras penas un número limitado de operaciones aritméticas.

Ya durante la Segunda Guerra Mundial una computadora llamada Mark I logró descifrar el código secreto de las máquinas que los alemanes utilizaban para enviarse mensajes cifrados.

La historia de las computadoras como tales, tiene ya más de cuarenta años, desde la misma instalación de la llamada Calculadora Automática de Secuencia Controlada (Mark I o ASCC) en la Universidad de Harvard en el año de 1944. Una historia de rápidas transformaciones tecnológicas, inusitada irrupción en la economía y profundas repercusiones en la sociedad.

Difícilmente encontramos en la historia de la humanidad otro ejemplo de transformación (que bien podríamos llamar revolución en correspondencia con la historia de la industria) tan rápido y amplio como el provocado por la aparición de las computadoras con tan profundas implicaciones.<sup>5</sup>

Finalizada la guerra, esas máquinas evolucionaron en forma rápida gracias a la utilización de los transistores en lugar de válvulas y, posteriormente, por la incorporación de los avances de la electrónica, hasta la aparición en 1971 de la computadora personal. Desde entonces los avances se han sucedido vertiginosamente y en la actualidad cualquier persona puede tener en su casa una máquina con capacidad y velocidad de cálculo millones de veces superior a la de la Mark I.

El desarrollo de las computadoras ha sido clasificado en generaciones, así la primera generación de computadoras (1946-1958) se conformaba con bulbos al alto vacío permitiendo operaciones mil veces más rápidas redujeron su tamaño y el

<sup>5</sup> TÉLLEZ VALDÉS, Julio. *Derecho informático*, Ed UNAM, México, D.F., 1991, p. 7.

consumo de energía, con el único problema que eran máquinas enormes; con la aparición del FORTRAN (Fórmula Traductora) en 1957 se permite a los usuarios definir los problemas con símbolos muy semejantes a las matemáticas.

Figura 1.4  
UNIVAC Primera computadora electrónica comercial



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

Durante el decenio 1952-1962 (segunda generación), el desarrollo de memorias magnéticas permitía un registro y proceso de datos más rápido (una bobina de ocho pulgadas reemplazaba doce mil fichas perforadas). En el campo de los lenguajes de programación nació el APL con una concisión tal que permitía resolver cualquier problema con un número limitado de informaciones.<sup>6</sup>

Posteriormente el uso de transistores en lugar de los bulbos de alto vacío, permitió una reducción de espacio y una mayor velocidad y seguridad en el movimiento de los propulsores eléctricos.

<sup>6</sup> *Ibidem*, p. 8.

Entre 1964 y 1971 (tercera generación) la IBM perfeccionó la tecnología SLT (Tecnología Lógica-Sólida) con miniaturización de los circuitos electrónicos, creando “familias” de computadoras compatibles entre ellas y en posibilidad de utilizar, a nivel operativo, las mismas instrucciones. El sistema de operaciones 360, por ejemplo, contenía más de tres millones de instrucciones.<sup>7</sup>

Los años sesenta se caracterizaron por la aparición y perfeccionamiento de los circuitos integrados, así como el surgimiento de redes de elaboración locales, nacionales e internacionales que permitieron multiplicar las capacidades de almacenamiento y proceso.

En los ochenta aparece la cuarta generación, caracterizada por la aparición de componentes de alta densidad y miniaturizados (chips, pastillas o microplaquetas de silicio de un centímetro). “Los programas aparejados a nuevos lenguajes de programación como el LISP y PROLOG se tornan más sofisticados con una lógica de predicados de primer nivel).”<sup>8</sup>

Figura 1.5  
Circuito integrado



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

<sup>7</sup> Idem.

<sup>8</sup> Idem.

En la figura 1.5 se puede observar el tamaño que han alcanzado los circuitos integrados, el que se presenta puede hacerse pasar por el ojo de una aguja. Con esta tecnología que agrupa miles de transistores en un centímetro cuadrado, generalmente de silicio, se dio inicio a la era de las computadoras personales.

### 1.1.3 Codificación analógica y codificación digital.

Existen dos tipos de computadoras: analógicas y digitales; no obstante, las instalaciones que contienen elementos de ordenadores digitales y analógicos se denominan híbridos, generalmente se les utiliza para problemas en los que hay que calcular grandes cantidades de ecuaciones complejas conocidas como integrales de tiempo.

En una computadora analógica pueden introducirse datos en forma analógica mediante un convertidor analógico digital, y también al contrario, esto es convertidor digital analógico. Las más usuales son las computadoras tipo digital, por lo que el término computador suele utilizarse exclusivamente a éstas.

La computadora de tipo digital resuelve los problemas realizando cálculos y tratando cada número dígito por dígito mientras que, las analógicas: "...aprovechan la similitud matemática entre las interrelaciones físicas de determinados problemas y emplean circuitos electrónicos o hidráulicos para simular el problema físico."<sup>9</sup>

El dispositivo manual que se puede establecer como precedente de las computadoras analógicas es la regla de cálculo en la que se enunciaron las propiedades de los logaritmos en las cuales de basa. En un momento determinado las computadoras analógicas fueron las opciones técnicas más adecuadas para el cálculo

<sup>9</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft Encarta 2001. "Ordenador".

automático, aunque en la actualidad se han visto desplazadas por las digitales en la mayoría de las aplicaciones.

Figura 1.6  
Regla de cálculo

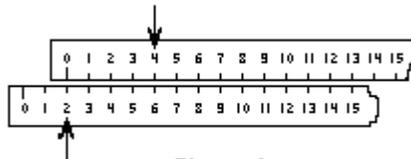


Figura 1

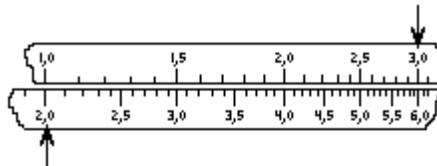


Figura 2

Fuente: Microsoft Encarta 2001

Se considera como prototipo de las actuales computadoras analógicas, la máquina diseñada por Vannevar Bush en los años veinte del siglo pasado denominada analizador diferencial y que resolvía ecuaciones diferenciales. En términos generales:

El ordenador analógico es un dispositivo electrónico o hidráulico diseñado para manipular la entrada de datos en términos de, por ejemplo, niveles de tensión o presiones hidráulicas, en lugar de hacerlo como datos numéricos. El dispositivo de cálculo analógico más sencillo es la regla de cálculo, que utiliza longitudes de escalas especialmente calibradas para facilitar la multiplicación, la división y otras funciones. En el típico ordenador analógico electrónico, las entradas se convierten en tensiones que pueden sumarse o multiplicarse empleando elementos de circuito de diseño especial. Las respuestas se generan continuamente para su visualización o para su conversión en otra forma deseada.<sup>10</sup>

Todo lo que hace una computadora digital se basa en una operación: la capacidad de determinar si un conmutador o puerta está abierta o cerrada, esto es: “El ordenador puede reconocer sólo dos estados en cualquiera de sus circuitos microscópicos: abierto

<sup>10</sup> Idem.

o cerrado, alta o baja tensión o, en el caso de números, 0 o 1. Sin embargo, es la velocidad con la que el ordenador realiza este acto tan sencillo lo que lo convierte en una maravilla de la tecnología moderna.”<sup>11</sup>

## 1.2 EL HARDWARE

Figura 1.7  
Hardware



Fuente: Archivo

personal

Hardware significa “material de ferretería”, se emplea en el lenguaje informático para designar la parte física de la computadora: “...el conjunto de circuitos electrónicos y dispositivos mecánicos que, actuando conjuntamente bajo la dirección del software, realiza el tratamiento y almacenamiento de la información.”<sup>12</sup> El hardware está compuesto por una unidad central (conjunto de circuitos que gobiernan el funcionamiento de toda la computadora y el lugar donde se realizan las operaciones sobre los datos procesados) y los dispositivos periféricos (recogen los datos, los almacenan y suministran los resultados a los usuarios u otras máquinas).

<sup>11</sup> Idem.

<sup>12</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 806.

### 1.2.1 Buses.

Los componentes de la computadora están unidos entre sí mediante un tipo de conexión eléctrica denominada bus: “Un bus consta de un grupo de conductores a los que están conectados todos los circuitos de la computadora susceptibles de recoger información del bus o transmitírsela.”<sup>13</sup> Los buses se caracterizan por la cantidad de bits que pueden transmitir en un determinado momento; por ejemplo, un bus de 8 bits de datos transmite 8 bits de datos cada vez, mientras un bus de 16 bits, transmite 16 bits simultáneamente.

Un bus es en esencia una ruta compartida que conecta diferentes partes del sistema, como el microprocesador, la controladora de unidad de disco, la memoria y los puertos de entrada/salida (E/S), para permitir la transmisión de información. El bus por lo general supervisado por el microprocesador, se especializa en el transporte de diferentes tipos de información. Por ejemplo, un grupo de líneas (en realidad trazos conductores sobre una placa de circuito impreso) transporta los datos, otro las direcciones (ubicaciones) en las que puede encontrarse información específica, y otro las señales de control para asegurar que las diferentes partes del sistema utilizan su ruta compartida sin conflicto.”<sup>14</sup>

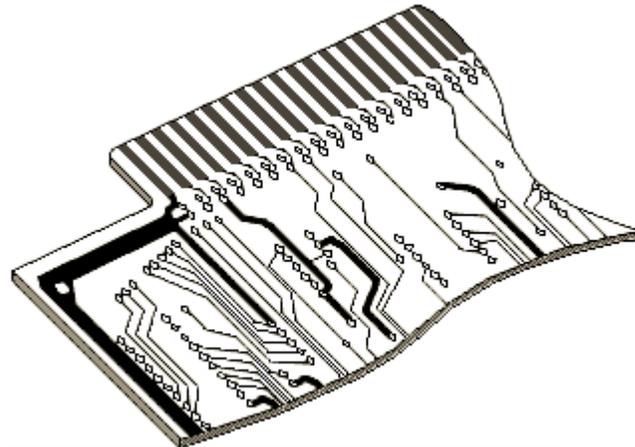
Suele distinguirse entre buses internos y buses externos (de datos, de direcciones y de control).

Por los buses de datos se transmiten tanto las instrucciones de programa como los datos. El número de bits que pueden circular por él al mismo tiempo (uno por cada conductor), constituyen la longitud de palabra con que trabaja la computadora y su corazón es el microprocesador; existen microprocesadores con longitud de palabra de 4, 8, 16 y 32 bits. En los esquemas de computadores, los conductores del bus de datos aparecen numerados como D0, D1, D2, D3... etc.

<sup>13</sup> Idem.

<sup>14</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft...op. cit. “Bus”.

Figura: 1.8  
Placa de circuito impreso



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

Por los buses de direcciones, el microprocesador transmite la identificación de la posición de la memoria o interfase con el que quiere comunicarse.

El microprocesador coloca en este bus el número correspondiente al dispositivo (direcciona el dispositivo) con que desea comunicarse. Unos circuitos decodificadores transforman este número en una señal que habilita la posición de memoria o interfase de entrada/salida deseado; o sea, lo pone en comunicación con el bus de datos. El número de conductores del bus de direcciones limita el número máximo de circuitos de memoria y de interfase que pueden comunicarse directamente con el microprocesador. Un microprocesador clásico de una longitud de palabra de 8 bits tiene una palabra de dirección de 16 bits, con lo que puede direccionar hasta 65536 posiciones de memoria distintas.<sup>15</sup>

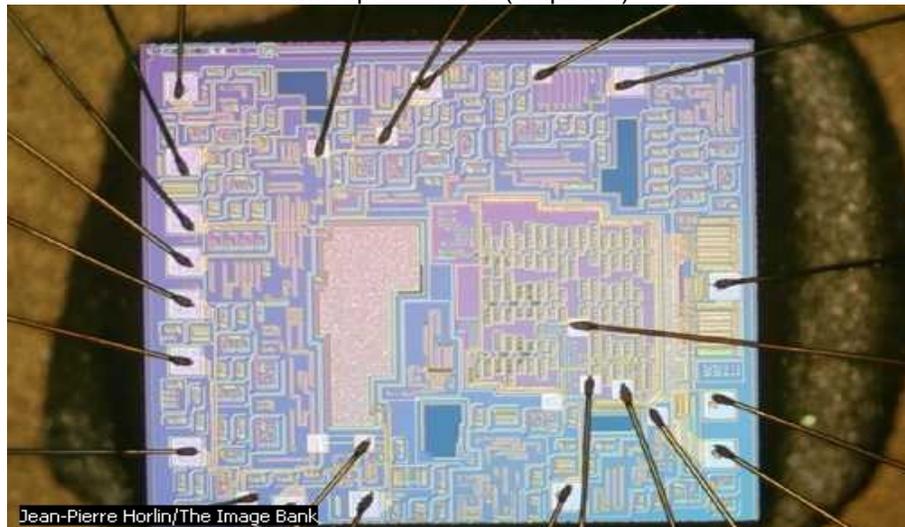
Por el bus de control circulan señales diversas con las que el microprocesador indica a los demás componentes la acción que desea de ellos. Por ejemplo, cuando ha de leer una posición de memoria, el microprocesador coloca en su bus de direcciones la dirección correspondiente.

<sup>15</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 806.

### 1.2.2 Unidad central de proceso.

La unidad central de proceso está constituida, cada día con más frecuencia, por un solo circuito integrado llamado microprocesador.

Figura 1.9  
Microprocesador (ampliado)

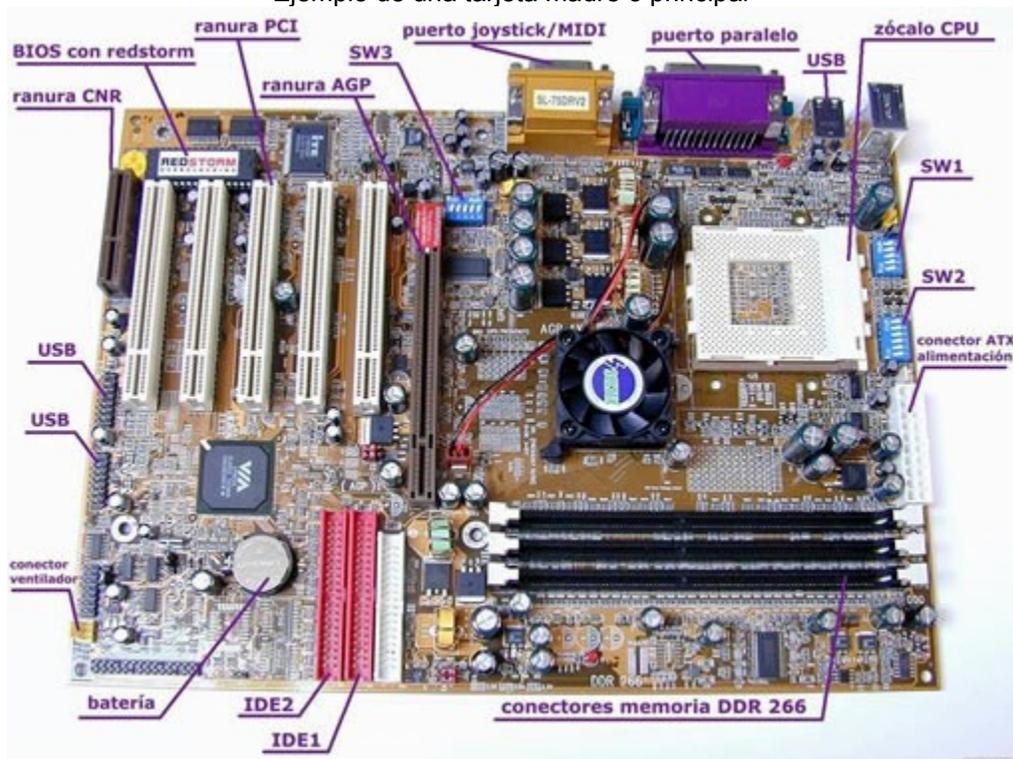


Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

En este componente es donde se lee el programa y se efectúan los cálculos y operaciones de entrada y salida correspondientes. En la unidad central de proceso se pueden distinguir los registros internos, la unidad aritmético-lógica y la unidad de control. Estas partes están conectadas entre sí a través del bus interno del microprocesador. Como circuitos accesorios podemos citar los de alimentación y los de interfase, que permiten a los circuitos del microprocesador manejar en su interior los componentes externos que trabajan con potencias más elevadas que las adoptadas en aras de la miniaturización. De esta forma, el microprocesador actúa como unidad central de proceso de un computador, proporcionando el control de las unidades de cálculo; también suelen utilizarse en otros sistemas informáticos avanzados como automóviles, impresoras o aviones. En 1995 se produjeron unos cuatro mil millones de microprocesadores en todo el mundo.

1.2.3 Memoria.

Figura 1.10  
Ejemplo de una tarjeta madre o principal



Fuente: <http://www.elrinconcito.com/articulos/MantenimientoHart/#main>

La memoria está constituida por un conjunto de circuitos donde se almacenan, en forma de cargas eléctricas (los datos y programas con los que se está trabajando); consta de un gran número de circuitos elementales o celdas capaces de almacenar cada una en bit o unidad de información. Su característica principal, la capacidad, se expresa de dos modos distintos, según nos estemos refiriendo a la computadora en conjunto (entonces se habla de capacidad en bytes) o a los circuitos integrados que componen la memoria (ésta última se mide en bits).

Como el microprocesador no es capaz por sí solo de albergar la gran cantidad de memoria necesaria para almacenar instrucciones y datos de programa (por ejemplo, el texto de un

programa de tratamiento de texto), pueden emplearse transistores como elementos de memoria en combinación con el microprocesador. Para proporcionar la memoria necesaria se emplean otros circuitos integrados llamados chips de memoria de acceso aleatorio (RAM, siglas en inglés), que contienen grandes cantidades de transistores. Existen diversos tipos de memoria de acceso aleatorio. La RAM estática (SRAM) conserva la información mientras esté conectada la tensión de alimentación, y suele emplearse como memoria *cache* porque funciona a gran velocidad. Otro tipo de memoria, la RAM dinámica (DRAM), es más lenta que la SRAM y debe recibir electricidad periódicamente para no borrarse. La DRAM resulta más económica que la SRAM y se emplea como elemento principal de memoria en la mayoría de las computadoras.<sup>16</sup>

Los circuitos de memoria se clasifican en dos grandes tipos: ROM y RAM. “En las memorias de sólo lectura o ROM (*real only memory*) se graban, durante la fabricación de la computadora, las informaciones que residirán permanentemente en la máquina no pudiendo modificarse posteriormente ni desaparecen al desconectarse la máquina.”<sup>17</sup>

Por su parte, la memoria RAM se considera más sencilla y consiste en pequeños fusibles en donde cada uno representa un bit: “...según permitan el paso o no de corriente eléctrica por ellos. Durante su grabación se hace pasar una corriente elevada por los bits que se desea que se fundan, no siendo posible grabarlo de nuevo.”<sup>18</sup> Existen otros tipos de memoria de sólo lectura (las EPROM, *erasable ROM*), que pueden ser borradas para su posterior grabación.

#### 1.2.4 Dispositivos periféricos.

Los dispositivos periféricos permiten a la computadora comunicarse con el exterior o almacenar información fuera de la memoria RAM, la cual se borra al desconectar la alimentación eléctrica. Se clasifican en dispositivos periféricos de entrada, de salida y de almacenamiento.

<sup>16</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. “Bus”.

<sup>17</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 808.

<sup>18</sup> Idem.

Es de hacerse notar que a pesar de que el término periférico significa generalmente adicional pero no esencial, muchos de ellos son elementos indispensables para el sistema informático, como por ejemplo, el teclado o el ratón.

Figura 1.11  
Mouse o ratón



Fuente: <http://www.elrinconcito.com/articulos/MantenimientoHart/#main>

En la comunicación con periféricos se emplean dos tipos de canales de transmisión, en paralelo y en serie. La comunicación en paralelo es análoga a la que se produce entre los componentes de la computadora a través de los buses; cada bit se transmite por un conductor distinto; tiene la gran ventaja de necesitar un interfase bastante sencillo.

La transmisión en serie es la que transporta a los bits uno detrás de otro, por el mismo hilo, por lo que es necesario enviar señales que marquen el principio y el final de cada palabra. Su ventaja radica en emplear un solo canal para la transmisión, por lo que se adapta a comunicaciones a gran distancia, y para el almacenamiento de datos sobre superficies magnéticas, que requieren así un solo cabezal de escritura.<sup>19</sup>

Se consideran dispositivos periféricos el teclado, el ratón, la impresora, scanners, entre otros; asimismo, los sistemas completos de computadoras disponen de puertos para la conexión de dispositivos periféricos, como impresoras o aparatos de módem.

<sup>19</sup> *Ibíd*em, pp. 809-810.

### 1.3 EL SOFTWARE

En términos generales se conoce como software al conjunto de programas, códigos y convenciones necesarias para la realización de una tarea por el mecanismo de la computadora; según el tipo de utilización a que esté destinado, puede ser de aplicación o de utilidad. “El software de aplicación es aquel que sirve para una tarea determinada, sea educativa, científica, de gestión, etcétera. El software de utilidad es aquel que tiene como finalidad la ayuda a la creación de otros programas, como en el caso de los lenguajes de programación o de los sistemas operativos.”<sup>20</sup>

Dentro del software se puede distinguir entre algoritmos y estructura de datos, existiendo en la actualidad varios tipos, considerándose elemento clave en la evolución de los sistemas.

El software se ha convertido en el elemento clave de la evolución de los sistemas y productos informáticos. Gracias a ello existe, por ejemplo: juegos de video más atractivos y películas de acción con “efectos especiales” que presentan en la pantalla realidades fabricadas en computadora. En las pasadas cuatro décadas, el software ha pasado de ser una resolución de problemas especializada y una herramienta de análisis de información, a ser una industria por sí misma. Pero la temprana cultura e historia de la programación ha creado un conjunto de problemas que persisten todavía hoy. El software se ha convertido en un factor que limita la evolución de los sistemas informáticos.<sup>21</sup>

#### 1.3.1 Algoritmos.

Los algoritmos son los conjuntos de instrucciones que permiten realizar un trabajo determinado, su utilización en las computadoras exige su escritura en forma de programas, al igual que los usados en matemáticas, los utilizados para computadoras pueden ser desde muy sencillos hasta muy complejos.

<sup>20</sup> Ibidem, p. 812.

<sup>21</sup> GONZÁLEZ O., G., op. cit., p. 53.

Figura 1.12  
Aplicación de lenguajes de programación

LISTA DE INSTRUCCIONES EN LENGUAJE C PARA CALCULAR EL PROMEDIO DE UNA LISTA DE NÚMEROS	LISTA DE INSTRUCCIONES EN LENGUAJE BASIC PARA CALCULAR EL PROMEDIO DE UNA LISTA DE NÚMEROS
<pre>int datos[ ] = { 123, 32, 63, 75, 3, 742, 9648, 65}; int longDatos = 8; int promedio () { int suma; int prmd; int indice; suma = 0; for (indice = 0; indice &lt;longDatos; indice++) { suma += datos [indice]; } prmd = suma/longDatos; return (prmd); }</pre>	<pre>Function Promedio Dim Suma as Integer Dim Índice as Integer Dim Valor as Integer Suma = 0 Read LongDatos For Índice = 1 to LongDatos Read Valor Suma= Suma + Valor Next Índice Promedio = Suma/LongDatos End Function  DATA 8 DATA 123, 32, 63, 75, 3, 742, 9648, 65</pre>
<p>INTERPRETACIÓN QUE HACE LA MÁQUINA DE LAS INSTRUCCIONES (LENGUAJE C)</p>	
<p>1. Define una matriz (datos) de números enteros y les asigna valores 123,32... 65</p>	
<p>2. Define una variable (longDatos) perteneciente al dominio de los enteros y le asigna el valor 8.</p>	
<p>3. Define una función (promedio) que devuelve un número entero.</p>	
<p>4. Define una variable (suma) perteneciente al dominio de los enteros.</p>	
<p>5. Define una variable (prmd) perteneciente al dominio de los enteros.</p>	
<p>6. Define una variable (índice) perteneciente al dominio de los enteros.</p>	
<p>7. Asigna a suma el valor 0.</p>	
<p>8. Para cada elemento de la matriz datos, añade su valor a la variable suma.</p>	
<p>9. Asigna a prmd el resultado de dividir la variable suma por la variable longDatos.</p>	
<p>10. Devuelve como resultado de la función el contenido de la variable prmd.</p>	

Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

No obstante lo anterior, la tarea que el algoritmo ha de realizar debe ser definible; definición que puede incluir términos matemáticos o lógicos, o una compilación de datos o instrucciones escritas (en lenguaje informático se puede decir que un algoritmo debe ser programable incluso si al final se comprueba que el problema no tiene solución).

En las computadoras con lógica de microordenadores incorporada, esta lógica es un tipo de algoritmo. A medida que los equipos informáticos se hacen más complejos, más y más algoritmos del *software* toman la forma del llamado *hard-software*. Esto es, cada vez más, se están convirtiendo en parte de los circuitos básicos de los ordenadores o en módulos auxiliares; también están apareciendo por sí solos en máquinas específicas como las calculadoras de nóminas. En la actualidad, existen muchos algoritmos para diversas aplicaciones y algunos sistemas

avanzados, como los algoritmos de inteligencia artificial, llegarán a ser corrientes en el futuro.<sup>22</sup>

En otras palabras, se puede decir que los algoritmos constituyen la resolución de problemas computacionales mediante un lenguaje de programación.

### 1.3.2 Estructura de datos.

Las estructuras de datos son agrupaciones estándar de datos que ofrecen los lenguajes de programación con el fin de facilitar la referencia a una información determinada dentro de un programa. En términos más generales es un grupo de datos que están relacionados con otros y que en conjunto describen un componente del sistema.

La memoria de una computadora ofrece varios miles de celdas elementales, en cada una de las cuales puede almacenarse una palabra que, como recordaremos, es el número de bits que puede trasladar a la vez el microprocesador.

El hardware no nos impone otra restricción para la memorización de datos que el límite de la capacidad de memoria y el espacio ocupado por el programa. Esto nos permitirá almacenar datos en forma muy distintas según las necesidades de nuestro programa.<sup>23</sup>

Generalmente las estructuras de datos se construyen sobre cuatro relaciones de componentes, que pueden utilizarse en combinación o individualmente: relación secuencial (define los componentes que siempre se incluyen en una estructura de datos), relación de selección (define las alternativas para datos o estructuras de datos incluidos en una estructura), relación de iteración (define la repetición de un componente) y, relación opcional (los datos pueden estar o no incluidos, es decir, una o ninguna iteración).

<sup>22</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Algoritmo".

<sup>23</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 814.

Generalmente se usan diagramas cuyas finalidades son: verificar los requerimientos de información, describir los datos asociados con las entidades, mostrar la relación entre entidades y comunicar los datos a un diseñador de archivos o administrador de la base de datos.

### 1.3.3 Tipos de software.

El software puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado. Las dos categorías primarias son: los sistemas operativos (software del sistema) que controlan los trabajos del ordenador o computadora y, el software de aplicación que dirige las distintas tareas para las que se utiliza la computadora.

Por lo tanto, el software del sistema procesa tareas tan esenciales, aunque a menudo invisibles, como el mantenimiento de los archivos del disco y la administración de la pantalla, mientras que el software de aplicación lleva a cabo tareas de tratamiento de textos, gestión de base de datos y similares. Constituyen dos categorías separadas: el software de red, que permite comunicarse a grupos de usuarios, y el software de lenguaje utilizado para escribir programas.<sup>24</sup>

Algunos tipos de software se describen basándose no en tareas sino en su método de distribución, entre los que se encuentran los denominados enlatados, el desarrollado por compañías y vendido por distribuidores, el *freeware* y software de dominio público que se ofrece sin costo alguno y el *shareware* (similar al *freeware*) por el que hay que pagar una pequeña tasa para utilizarlo profesionalmente.

El *software* evoluciona a través de muchas versiones, a medida que se corrigen errores, se mejora el funcionamiento y se responde a las modificaciones que surgen en los requisitos. Cada nueva versión se crea a través de un proceso de desarrollo de *software*. Típicamente, el proceso se divide en cuatro fases principales: (1) el análisis y especificación de requisitos, donde se establece qué debe lograr el producto de *software*; (2) el diseño,

<sup>24</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Software".

que determina cómo cumplirá el *software* esos requisitos; (3) la puesta en práctica, que crea el producto de *software* que se ha diseñado (esto combina el desarrollo de nuevos componentes con la reutilización o modificación de componentes anteriores); (4) la prueba, que garantiza que el producto de *software* funciona como se pretende. Los productos intermedios, como las especificaciones de requisitos y los diseños de *software*, también se revisan en profundidad antes de pasar a la siguiente fase de desarrollo.<sup>25</sup>

## 1.4 APLICACIONES DE LA COMPUTACIÓN

Actualmente la computación no sólo tiene aplicación en la informática, sino que se ha extendido a otras áreas de la investigación científica y tecnológica como puede ser la robótica, automovilismo, inteligencia artificial, simuladores, entre otros; lo cual implica un amplio campo de aplicación, en todo tipo de actividades humanas; de aquí que la computación haya venido a facilitarlas.

### 1.4.1 Telemática.

La telemática es la unión de las telecomunicaciones y la computación, lo que permite compartir la información entre varias computadoras. A través del periférico conocido como módem, que permite transmitir información a través de una línea telefónica normal. Una de las aplicaciones de mayor aceptación es el acceso, a través de pequeños computadores domésticos a bases de datos contenidos en grandes computadores centrales; se podría definir como un conjunto de servicios y técnicas que asocian las telecomunicaciones y la informática, permitiendo la posibilidad de comunicación e información, tanto en el hogar como en el trabajo puesto que agrupa diversos servicios (telecopia, teletexto o las redes informáticas como Internet).

Un servicio telemático puede descomponerse en cuatro elementos. Debe incluir uno o varios equipos informáticos: un ordenador o computadora que procesa los datos, un terminal y dispositivos de comunicaciones (como conmutadores, multiplexores y módem) o periféricos (cintas, discos...). Además,

<sup>25</sup> *Ibíd.*, "Ingeniería de software".

debe poseer un sistema de comunicación para establecer una conexión entre estos diferentes equipos. Este sistema puede ser una red pública (nacional o internacional) o una red privada (local o nacional). Así, un servicio telemático puede emplear tanto la red telefónica o telegráfica como un enlace vía satélite. Todo servicio debe incluir también una fuente de informaciones (bases de datos, ficheros). Por último, cada servicio telefónico debe contener programas de tratamiento y de transmisión, que constituyen la inteligencia artificial de ese servicio.<sup>26</sup>

El problema más importante a que se enfrentan los diseñadores de este tipo de sistemas es el de privatización de la información, es decir, impedir el acceso a la información a personas no autorizadas. En un escalón superior se encuentran los sistemas que emplean líneas de comunicación especiales, como los de organismos estatales y grandes empresas. El empleo de estas líneas se justifica por razones de seguridad y del volumen de los datos a transmitir.

#### 1.4.2 Inteligencia artificial.

En su sentido más amplio el término significa la capacidad de un artefacto de realizar los mismos tipos de funciones que caracterizan al pensamiento humano.

La posibilidad de desarrollar un artefacto así ha despertado la curiosidad del ser humano desde la antigüedad. Con el avance de la ciencia moderna la búsqueda de la IA (inteligencia artificial) ha tomado dos caminos fundamentales: la investigación psicológica y fisiológica de la naturaleza del pensamiento humano, y el desarrollo tecnológico de sistemas informáticos cada vez más complejos.<sup>27</sup>

En este ámbito los campos de investigación más importantes son: el procesamiento de la información, el reconocimiento de modelos, los juegos y las áreas aplicadas como el diagnóstico médico. En la actualidad existen dos tendencias en cuanto al desarrollo de sistemas de inteligencia artificial: los sistemas expertos y las

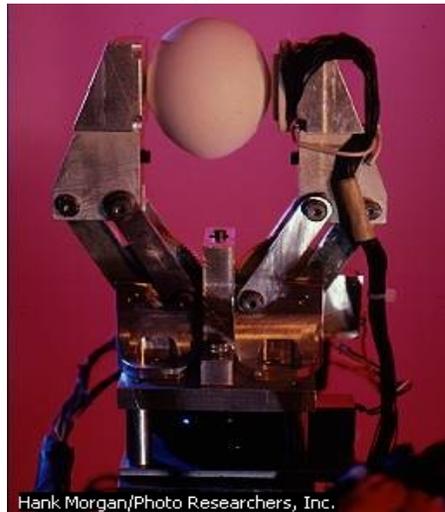
<sup>26</sup> *Ibíd*em, "Telemática".

<sup>27</sup> *Ibíd*em, "Inteligencia artificial".

redes neuronales; los primeros intentan reproducir el: "...razonamiento humano de forma simbólica. Las redes neuronales lo hacen desde una perspectiva más biológica (recrean la estructura de un cerebro humano mediante algoritmos genéticos). A pesar de la complejidad de ambos sistemas los resultados distan mucho de un auténtico pensamiento inteligente."<sup>28</sup>

### 1.4.3 Robótica.

Figura 1.13  
Robótica



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

Los robots son máquinas gobernadas por una computadora, lo que les confiere una gran versatilidad, pudiendo cambiar el modo de organizar sus tareas mediante un simple cambio de programa. Su mayor inconveniente es que son más lentas e imprecisas que las máquinas con un ciclo fijado mecánicamente. Los robots tienen gran aplicación en las grandes cadenas de montaje, que antiguamente quedaban inutilizadas en el momento en que cambiaba el diseño del equipo fabricado.

Los robots pueden sustituir a las personas en trabajos muy monótonos y en aquellos ambientes perjudiciales para la salud,

<sup>28</sup> Idem.

como en los túneles de pintura o en la proximidad de hornos. Existe distintos tipos de robot, según el grado de adaptación al ambiente que se logre. Los más sencillos se programan como cualquier computadora, mediante instrucciones a través de un teclado. Otros son capaces de reproducir los movimientos que les enseña a ser un experto en el trabajo de que se trate; no siendo necesaria una programación escrita, los robots más avanzados son capaces de detectar variaciones en su medio ambiente mientras trabajan, pudiendo así actuar en consecuencia. Los sistemas más complejos de percepción son capaces de analizar una imagen tomada por una cámara de video y reconocer en ella los objetos con que ha de trabajar.<sup>29</sup>

#### 1.4.4 Simuladores.

El diseño de una pieza compleja puede exigir gran cantidad de horas de cálculos y ensayos en maquetas y prototipos, la computadora acorta en gran medida estos procesos gracias a su capacidad de cálculo.

La computadora permite ensayar las condiciones de funcionamiento de una pieza sin necesidad de construirla, siempre que se le suministren datos exactos sobre comportamiento del material.

Un campo muy concreto es el de la industria aeronáutica, cuyos gastos en ensayos aerodinámicos en túneles de viento han disminuido en gran medida con el empleo de cálculos en grandes computadoras. Un caso tan trivial como el diseño de goznes o bisagras de las puertas de un automóvil ha sido grandemente acelerado mediante el empleo de las computadoras. Anteriormente podía costar más de un mes de trabajo debido a la necesidad de considerar gran cantidad de datos, como interferencia con otras piezas o los efectos de un accidente.<sup>30</sup>

Existen temas en los que aún no es posible desarrollar simuladores como por ejemplo la simulación del efecto de medicamentos y terapias en el cuerpo de los animales o del estudio de los fenómenos de combustión en el interior de un motor

<sup>29</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 820.

<sup>30</sup> *Ibíd*em, p. 821.

donde el conocimiento de sus propiedades es aún imperfecto (los resultados obtenidos por cálculos se apartan de la realidad) y por lo tanto, la computadora no puede sustituir a la experimentación.

#### 1.4.5 La red del siglo XX.

La importancia de la era computacional quedó determinada cuando se sentaron las bases de un programa de red, que permitía la comunicación a gran escala desde diversas partes del mundo en cuestión de segundos; Internet, fue la herramienta decisiva para que las computadoras lograran su posicionamiento final en la mente de todas las personas del mundo.

A Internet, dependiendo de la aplicación, se le puede considerar de diversas maneras: medio para comercializar y difundir productos, fuente mundial de información con acceso a bases de datos de todo el mundo, un medio rápido de comunicación, y, un medio de expresión de ideas. Considerándose la primera de las citadas, como la más importante: el comercio a través de Internet; puesto que las compañías, públicas y privadas, de diversos países, han visto las ventajas y beneficios que Internet está aportando al comercio mundial. Internet comprende diversas actividades, como son: transferencia electrónica de fondos, regulación gubernamental de intercambio de datos, colaboración técnica entre industrias, integración de consorcios y soporte computacional para la colaboración en el trabajo.

Por otra parte, Internet es considerado como un canal mundial de telecomunicaciones informáticas que está integrado por muchos canales que a su vez están interconectados entre sí, lo cual lo convierte en el medio de comunicación más veloz en toda la historia de la humanidad. Su característica esencial es que se trata de una red distributiva (no cuenta con un depósito central de información o de control, sino que está compuesto por una serie de computadoras *hosts* o anfitrionas que están

interconectadas, cada una de las cuales puede ser accedida desde cualquier parte de la red en que el usuario de Internet se encuentre); interoperable (utiliza protocolos abiertos, de manera que distintos tipos de redes e infraestructuras puedan ser enlazados, permitiendo la prestación de múltiples servicios a una diversidad de usuarios a través de la misma red).

## CAPÍTULO II

# ARQUITECTURA DE SISTEMAS

En términos generales no existe una definición exacta de lo que debe entenderse por arquitectura dentro del ámbito informático. En principio porque el término se utiliza para designar, en forma general, a la estructura de un sistema informático o de una parte del mismo y, además, porque el término se aplica: "...también al diseño del *software* de sistema, por ejemplo el sistema operativo, y a la combinación de *software* y *hardware* básico que comunica los aparatos de una red informática."<sup>1</sup>

Aunado a lo anterior, cuando se hace referencia a la arquitectura de computadores, en el término se comprende toda una estructura y sus detalles necesarios para que sea funcional; es decir, cubre sistemas informáticos, microprocesadores, circuitos y programas del sistema (con excepción a los programas de aplicación como hojas de cálculo o procesadores de texto que no son necesarios para que el sistema funcione).

### 2.1 ARQUITECTURA: GENERALIDADES

La arquitectura, en informática, se ha definido como el arte de diseñar una máquina para que sea agradable trabajar, también como la estructura que el programador necesita conocer con el objeto de escribir programas en lenguaje de máquinas correcto; en términos concretos se puede afirmar que la arquitectura se refiere a los atributos de un sistema que son visibles para el programador o aquellos que tienen un impacto directo en la ejecución lógica de un programa.

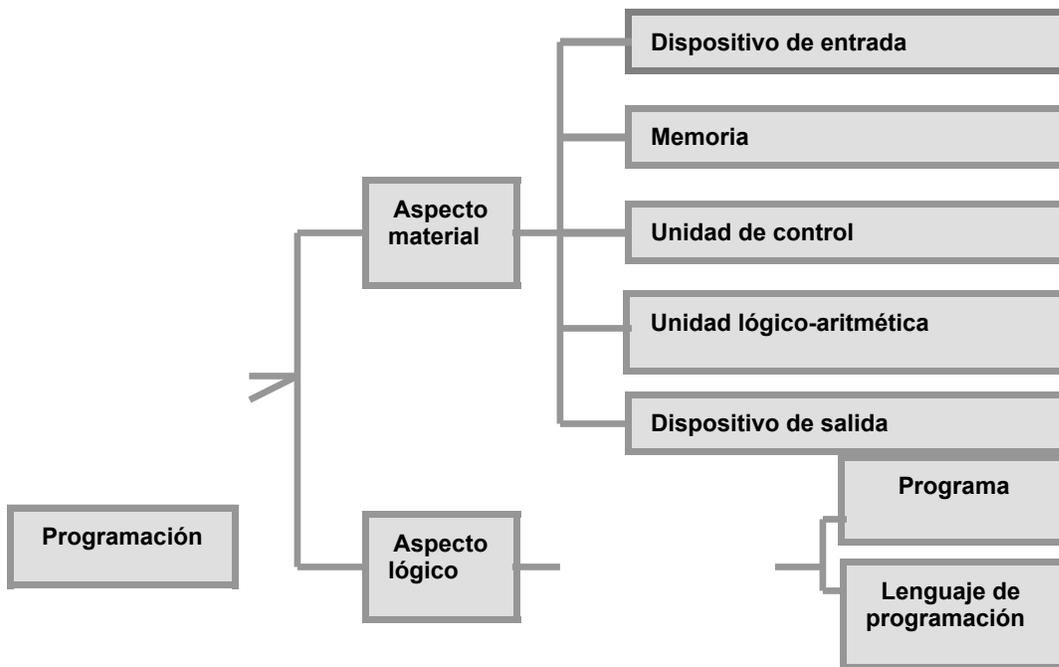
Por otra parte se puede anteponer el término a componentes específicos de la computadora que da origen a diversos tipos de arquitectura: del *hardware* (que toma

<sup>1</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Arquitectura (informática)".

en consideración los elementos esenciales del mismo: unidad aritmético lógica, unidad de control, memoria, entrada y salida); arquitectura de procesamiento (referente a las instrucciones que ejecuta la computadora generalmente en cinco pasos); arquitecturas abiertas y cerradas (según la forma en que esté conectada la CPU a la memoria y al exterior); de redes (considera la forma de comunicación entre computadoras: anillos, estrella, bus); y, arquitectura del *software* (parte de la ingeniería de *software* que se dedica al estudio, análisis y descripción de esta estructura).

1. Arquitectura del *hardware*:

Figura 2.1  
Configuración de la computadora



Fuente: Elaborado por el autor

Considera los elementos primordiales del diseño de una computadora y las necesidades específicas de los usuarios: "...por ejemplo, un usuario puede necesitar que su sistema muestre gráficos de forma extremadamente rápida, mientras que otro tal

vez necesite buscar eficazmente en una base de datos o tener un consumo bajo de energía, como en el caso de ordenadores personales portátiles.” De aquí, que el diseño del *hardware*, deba considerar los sistemas operativos que harán funcionar el sistema. El *software*, como los lenguajes de programación y los sistemas operativos: “...hace que los detalles de la arquitectura del *hardware* resulten invisibles para el usuario. Por ejemplo, diferentes computadoras que empleen el lenguaje de programación C o el sistema operativo Unix pueden parecer iguales desde el punto de vista del usuario aunque la arquitectura del hardware sea diferente.”<sup>2</sup>

1. Arquitectura de procesamiento: Una computadora ejecuta una instrucción en cinco pasos:

—La unidad control recupera la instrucción desde la memoria; por ejemplo: la instrucción de sumar dos números.

—La unidad de control descodifica la instrucción y la convierte en señales electrónicas que controlan la computadora.

—La unidad de control recupera los datos necesarios para ejecutar la instrucción (en este caso, los dos números).

—La unidad aritmético-lógica ejecuta la operación (la adición de ambos números).

—La unidad de control almacena el resultado (el número resultante de la suma).

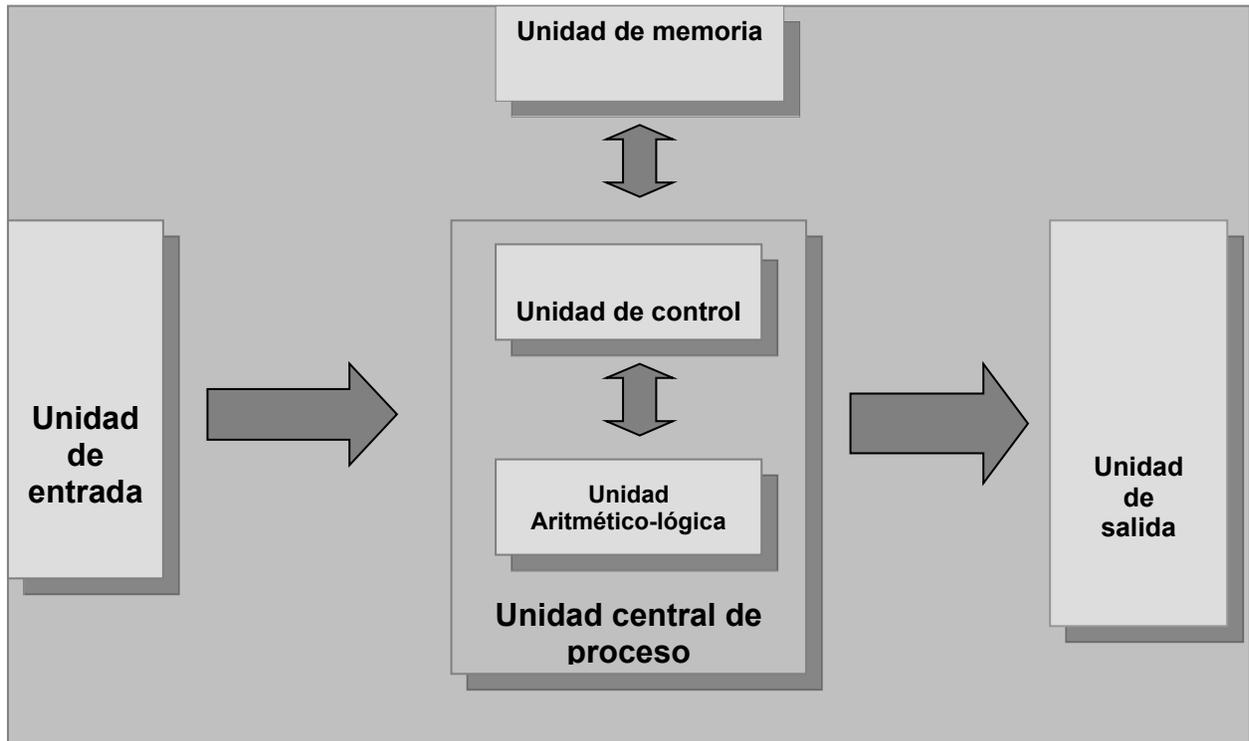
Las primeras computadoras sólo empleaban instrucciones sencillas, porque el coste de los dispositivos electrónicos capaces de ejecutar instrucciones complejas era muy elevado. A medida que este coste fue disminuyendo, a lo largo de la década de 1960, fueron posibles instrucciones más complicadas. Las instrucciones

---

<sup>2</sup> Idem.

complejas (instrucciones únicas que especifican operaciones múltiples) pueden ahorrar tiempo al evitar que el ordenador tenga que recuperar instrucciones adicionales. Por ejemplo, si se combinan siete operaciones en una instrucción, se eliminan seis de los pasos de recuperación de instrucciones, y la computadora tarda menos tiempo en procesar la operación correspondiente. Los ordenadores que combinan varias operaciones en una sola instrucción se denominan ordenadores CISC.<sup>3</sup>

Figura 2.2  
Unidad central de proceso



Fuente: Enciclopedia Autodidáctica Océano

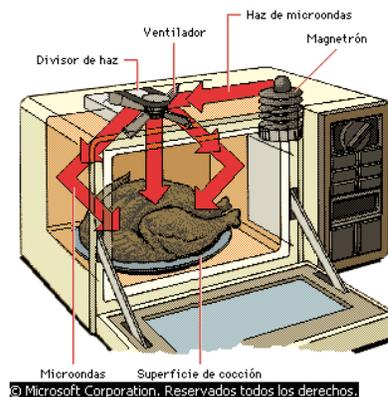
Generalmente la mayoría de los programas no utilizan instrucciones complejas sino simples; para su ejecución existen dos diseños: CISC cuyo proceso es más lento porque tardan más en ser decodificadas (aún las instrucciones complejas) y RISC alternativa que consiste en utilizar instrucciones sencillas y hacer que las operaciones más usadas se ejecuten más rápidamente para aumentar el rendimiento global. “Los diseños RISC son especialmente rápidos para realizar los cálculos numéricos

<sup>3</sup> Idem.

necesarios en aplicaciones científicas, de gráficos y de ingeniería. Los llamados procesadores de señales digitales son arquitecturas CISC especializadas para acelerar el procesamiento de señales digitalizadas de audio y vídeo.”<sup>4</sup>

2. Arquitecturas abiertas y cerradas: La CPU de un ordenador está conectada con la memoria y con el mundo exterior a través de una arquitectura que puede ser abierta o cerrada. Las arquitecturas abiertas pueden ampliarse después de la construcción del sistema mientras que las arquitecturas cerradas suelen utilizarse en computadoras especializadas que no necesitan ampliaciones, como los microprocesadores que controlan los hornos de microondas.

Figura 2.3  
Horno de microondas



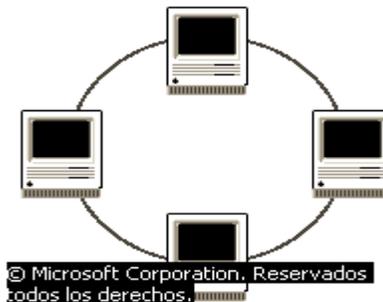
3. Arquitectura de redes: “Las computadoras se comunican por medio de redes. La red más sencilla es una conexión directa entre dos computadoras. Sin embargo, también pueden conectarse a través de grandes redes que permiten a los usuarios intercambiar datos, comunicarse mediante correo electrónico y compartir recursos, por ejemplo, impresoras.”<sup>5</sup> Existen varias formas para conectar computadoras:

<sup>4</sup> Idem.

<sup>5</sup> Idem.

—Conexión en anillo: “Los datos se transmiten a lo largo del anillo, y cada computadora examina los datos para determinar si van dirigidos a ella. Si no es así, los transmite a la siguiente computadora del anillo. Este proceso se repite hasta que los datos llegan a su destino.”<sup>6</sup> Esta arquitectura permite la transmisión simultánea de múltiples mensajes, pero es lenta debido a que varias computadoras comprueban cada mensaje.

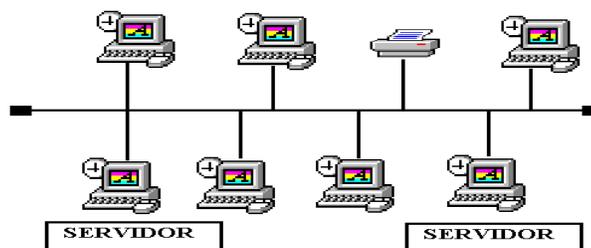
Figura 2.4  
Red en anillo



Fuente: Microsoft Encarta 2001

—Configuración de bus: Los ordenadores se conectan a través de un único conjunto de cables denominado bus, todas las computadoras de la red examinan la dirección simultáneamente y el indicado como receptor acepta los datos. En cada momento sólo puede transmitir datos una de las computadoras y las demás tienen que esperar para enviar sus mensajes.

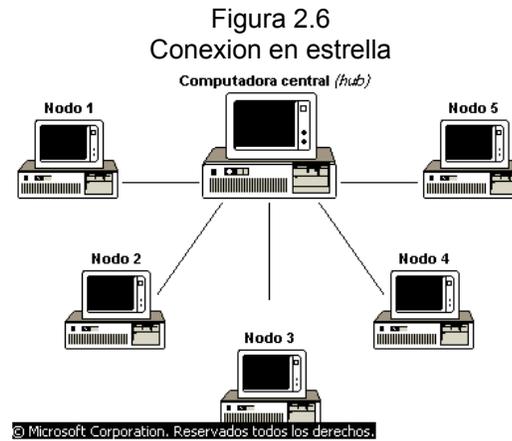
Figura 2.5  
Configuración de bus



Fuente: [www.monografias.com/trabajos6/sinov/sinov.shtml](http://www.monografias.com/trabajos6/sinov/sinov.shtml)

<sup>6</sup> Idem.

—Conexión en estrella: Las computadoras están conectadas con un integrador denominado hub; una red en estrella permite enviar múltiples mensajes simultáneamente, pero resulta más costosa por el dispositivo adicional (el hub) para dirigir los datos.



Fuente: Microsoft Encarta 2001

5. Arquitectura de *software*: La expresión suele utilizarse en varios sentidos, a saber:

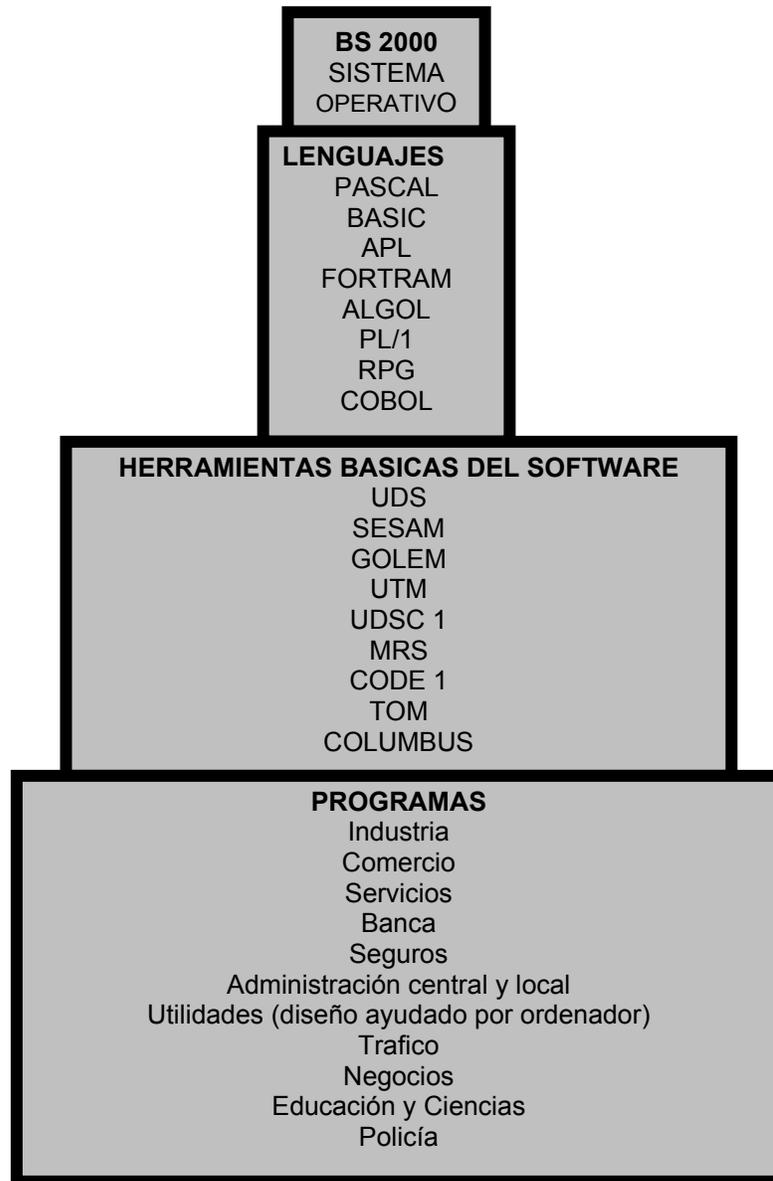
—Como producto: “En este sentido, la arquitectura es el conjunto formado por la organización, la estructura y la infraestructura de un sistema software. Desde esta perspectiva, interesa ante todo su descripción, evaluación y análisis.”<sup>7</sup>

—Como proceso: “En este sentido se hace referencia tanto al método a seguir para deducir la arquitectura de un sistema, existente o no, como a la elaboración de una metodología de desarrollo que considere explícitamente el impacto de la arquitectura de *software*.”<sup>8</sup>

<sup>7</sup> CUESTA QUINTERO, Carlos Enrique. “Arquitectura de software dinámica basada en reflexión.” *Tesis doctoral*. Universidad de Valladolid, Departamento de informática, 2002. Presentación digital, Biblioteca Virtual “Miguel de Cervantes”, Tesis, p. 12.

<sup>8</sup> *Ibidem*, pp. 12-13.

Figura 2.7  
Fuente: Elaborada por el autor



—Como campo de estudio: “En este sentido, se deben considerar tanto los estudios específicos existentes, como toda una serie de aspecto fuertemente relacionados, que abarcan desde los métodos formales, constituidos en herramientas

básicas, hasta los patrones de diseño, cuyo objetivo, origen e inspiración es similar.”<sup>9</sup> (En los últimos años el estudio del *software* ha llegado a ser un interés en sí mismo que empieza a considerarse una disciplina autónoma).

El sistema de software puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado; las dos categorías primarias son: los sistemas operativos que controlan los trabajos del computador y el de aplicación que dirige las distintas tareas para las que se utilizan las computadoras.

Por lo tanto, el *software* del sistema procesa tareas tan esenciales, aunque a menudo invisibles, como el mantenimiento de los archivos del disco y la administración de la pantalla, mientras que el *software* de aplicación lleva a cabo tareas de tratamiento de textos, gestión de bases de datos y similares. Constituyen dos categorías separadas el *software* de red, que permite comunicarse a grupos de usuarios, y el *software* de lenguaje utilizado para escribir programas.<sup>10</sup>

Uno de los problemas más generalizados en la arquitectura de computadoras es el relacionado con la diferencia de velocidad de la CPU y la velocidad con que la memoria proporciona instrucciones y datos. Actualmente las CPU pueden procesar instrucciones en 3 nanosegundos (3.000 millonésimas de segundo); en cambio, un típico acceso a memoria requiere 70 nanosegundos y cada juego de instrucciones puede suponer múltiples accesos.

Para compensar estas diferencias se han diseñado nuevos chips que sitúan cerca de la CPU memorias muy rápidas llamadas caché, que pueden suministrar instrucciones y datos más rápidamente que la memoria normal, mejorando la eficacia de la computadora. “Una caché almacena una copia de los datos recientemente referenciados en su dispositivo más rápido que aquel en el que el residen y que

<sup>9</sup> *Ibidem*, p. 13.

<sup>10</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. “Software”.

normalmente es un disco. El empleo de una caché en un sistema de archivos distribuido mejora el rendimiento del mismo de tres formas.”<sup>11</sup>

Por una parte, permite explorar el principio de proximidad de referencias, además posibilita la realización de lecturas adelantadas de bloques antes de que sean solicitados por las aplicaciones y, permite mejorar el rendimiento de las operaciones de escritura.

Aunque una memoria caché más grande puede contener más datos, también resulta proporcionalmente más lenta. Por eso, los arquitectos de ordenadores emplean diseños con múltiples memorias caché. En estos diseños se coloca la memoria caché más pequeña y rápida más cerca de la CPU, y se sitúa más lejos de ésta una segunda memoria caché mayor y más lenta. Esta disposición permite que la CPU utilice a velocidad máxima las instrucciones y datos más usados, y que sólo opere más lentamente cuando accede a la memoria caché secundaria. El empleo de memorias caché diferentes para instrucciones y datos también permite a la CPU recuperar simultáneamente una instrucción y un dato.<sup>12</sup>

Asimismo, para aumentar la velocidad y la eficacia se pueden usar múltiples unidades aritmético-lógicas que efectúan operaciones simultáneas (ejecución superescalar), en este diseño las instrucciones se recuperan en grupos (la unidad de control examina cada grupo para comprobar si contiene instrucciones que pueden ejecutarse a la vez). En ocasiones se combinan varias computadoras en sistemas únicos (procesadores paralelos). Cuando tiene más de 1.000 unidades aritmético-lógicas se dice que es masivamente paralela: “Estas máquinas se usan fundamentalmente para cálculos científicos o de ingeniería, que exigen gran cantidad de cómputos numéricos. Se han construido ordenadores paralelos que contienen hasta 16.000 procesadores.”<sup>13</sup>

<sup>11</sup> CARRETERO PÉREZ, Jesús, Félix García C., Pedro de Miguel Anasagasti y Fernando Pérez Acosta. *Sistemas Operativos. Una visión aplicada*, Ed McGraw-Hill, México, D.F., 2001, p. 604.

<sup>12</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. “Arquitectura (informática)”.

<sup>13</sup> Idem.

## 2.2 ANTECEDENTES

Los Microprocesadores o CPU administran juegos de instrucciones basadas en pilas, acumuladores y registros. Las instrucciones basadas en registros han recibido la mayor atención por parte de los programadores, hecho que a su vez ha propiciado que los fabricantes de semiconductores, diseñen arquitecturas de microprocesadores según la forma en que se administran los registros. Partiendo de esa base, han surgido dos grandes arquitecturas de microprocesadores para PCs: los diseñados con instrucciones avanzadas o complejas llamados CISC (*Complex Instruction Set Computer*) y los diseñados con instrucciones simples o reducidas llamados RISC (*Reduced Instruction Set Computer*).

Los diseños CISC corresponden a la primera tecnología de CPUs con la cual la PC se dio a conocer mundialmente. Adoptada por Intel, se colocó en las primitivas PCs (procesador 8088) que fueron lanzadas bajo la marca IBM el 12 de Agosto de 1981. Su sistema de trabajo se basa en la Microprogramación, ésta técnica consiste en hacer que cada instrucción sea interpretada por un microprograma localizado en una sección de memoria en el circuito integrado del Microprocesador. A su vez, las instrucciones compuestas se decodifican para ser ejecutadas por microinstrucciones almacenadas en una Rom interna. Las operaciones se realizan al ritmo de los ciclos de un reloj.

La microprogramación es una característica importante y esencial de casi todas las arquitecturas CISC. Como por ejemplo:

Intel 8086, 8088, 80286, 80386, 80486.

Motorola 68000, 68010, 68020, 68030, 6840.

La microprogramación significa que cada instrucción de máquina es interpretada por un microprograma localizado en una memoria en el circuito integrado del procesador.

En la década de los sesentas la microprogramación, por sus características, era la técnica más apropiada para las tecnologías de memorias existentes en esa época y permitía desarrollar también procesadores con compatibilidad ascendente. En consecuencia, los procesadores se dotaron de poderosos conjuntos de instrucciones.

Las instrucciones compuestas son decodificadas internamente y ejecutadas con una serie de microinstrucciones almacenadas en una ROM interna. Para esto se requieren de varios ciclos de reloj (al menos uno por microinstrucción).<sup>14</sup>

Entre las bondades de CISC destacan las siguientes:

1. Reduce la dificultad de crear compiladores.
2. Permite reducir el costo total del sistema.
3. Reduce los costos de creación de Software.
4. Mejora la compactación de código.
5. Facilita la depuración de errores (*debugging*).

Por su parte, la arquitectura RISC ha sido la consecuencia evolutiva de las CPU; se trata de microprocesadores con un conjunto de instrucciones muy reducidas en contraposición a CISC, cuyas ventajas son:

1. La CPU trabaja más rápido al utilizar menos ciclos de reloj para cumplir sus funciones (ejecutar instrucciones).

2. Utiliza un sistema de direcciones no destructivas en Ram. Eso significa que a diferencia de CISC, RISC conserva, después de realizar sus operaciones en memoria, los dos operandos y su resultado (total tres direcciones), lo que facilita a los compiladores conservar llenos los conductos de la CPU para utilizarlos concurrentemente y reducir la ejecución de nuevas operaciones.

<sup>14</sup> VEGA LUNA, José Ignacio. [www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num1/1-2.htm](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num1/1-2.htm), consultado en la red, el día 27 de marzo del 2006. "CISC o RISC".

3. Cada instrucción puede ser ejecutada en un solo ciclo de la CPU (máxima velocidad y eficiencia).

El diseño RISC está basado en la premisa de que la mayoría de las instrucciones que una computadora decodifica y ejecuta son simples. Como resultado de este concepto, la arquitectura RISC limita el número de instrucciones incorporadas en el microprocesador, pero optimiza cada una de ellas de forma que se ejecuten muy rápidamente (generalmente en un solo ciclo de reloj). Por lo tanto, los chips RISC ejecutan las instrucciones simples más rápidamente que los microprocesadores que cuentan con un conjunto más amplio de instrucciones. Entre las familias de chips RISC que están ganando popularidad se encuentran los SPARC de Sun Microsystems, los PowerPC de Motorola, los Alpha de Digital Equipment Corporation, los R4000 y R4400 de Mips y los ARM de Acorn.<sup>15</sup>

Es de hacer notar que en el diseño de cualquier procesador se deben considerar tres áreas principales: la arquitectura, la tecnología del proceso y el encapsulado.

La tecnología de proceso, se refiere a los materiales y técnicas utilizadas en la fabricación del circuito integrado, el encapsulado se refiere a cómo se integra un procesador con lo que lo rodea en un sistema funcional, que de alguna manera determina la velocidad total del sistema.

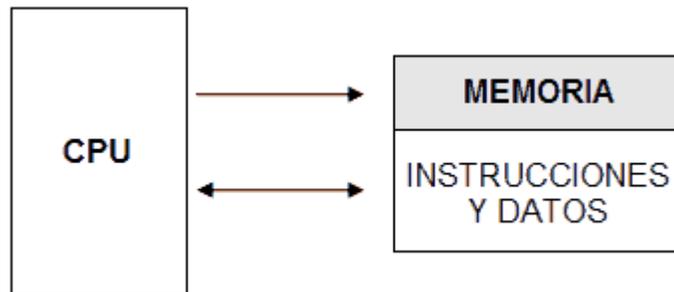
Aunque la tecnología de proceso y de encapsulado son vitales en la elaboración de procesadores más rápidos, es la arquitectura del procesador lo que hace la diferencia entre el rendimiento de una CPU (*Control Process Unit*) y otra.<sup>16</sup>

Independientemente de lo anterior es posible establecer que los microprocesadores RISC tomaban como base el sistema moderno de Von Neumann. No obstante, debido a la necesidad de conseguir mayor rendimiento, actualmente se ha generalizado el empleo de procesadores de arquitectura Harvard. La arquitectura Von Neumann se caracteriza porque la CPU se conecta con una memoria única donde coexisten datos e instrucciones a través de un sistema de buses.

<sup>15</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Conjunto de instrucciones reducidas de computación."

<sup>16</sup> VEGA L., J. I., op. cit.

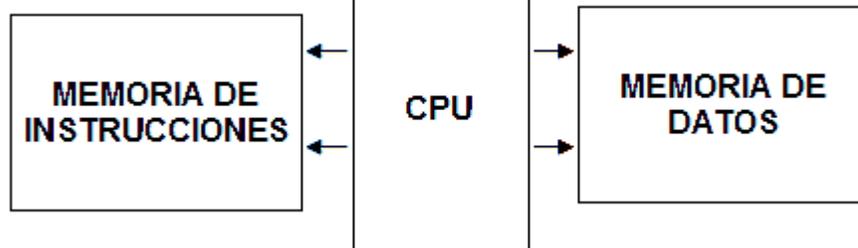
Figura 2.8  
Arquitectura Von Neumann



Fuente. Ignacio Angulo Martínez (1999)

En la arquitectura Harvard, por su parte, son independientes la memoria de instrucciones y la memoria de datos y cada una dispone de su propio sistema de buses para el acceso. Esta dualidad, además de propiciar el paralelismo permite la adecuación del tamaño de las palabras y los buses a los requerimientos específicos de las instrucciones y de los datos.

Figura 2.9  
Arquitectura Harvard



Fuente: Ignacio Angulo Martínez (1999)

Independientemente de la arquitectura empleada, el cerebro de toda computadora es un microprocesador de propósito general, un circuito integrado capaz de ejecutar un menú de instrucciones y realizar cálculos matemáticos solicitados a una gran velocidad. De aquí que los microprocesadores se definan por su conjunto de instrucciones, es decir, el repertorio de instrucciones en lenguaje de máquina que una computadora puede seguir. Lo mismo sucede con los sistemas operativos de computación: programas de software que realizan las instrucciones del conjunto permitiendo que la computadora realice tareas significativas.

Es por ello que, buscando mayor eficacia y rendimiento, la primera generación de microprocesadores capaces de manejar 4 y más tarde 8 bits de datos en forma simultánea, evolucionó para proporcionar una capacidad de 16 bits (los procesadores DOS originales); luego, un poco más tarde, 32 bits de capacidad (permitiendo el uso de interfaces gráficas avanzadas como las versiones posteriores de Windows) y ahora, 64 bits de capacidad.

### 2.2.1 Estándares de CP originales.

La *Joint Electron Device Engineering Council* (JEDEC) es la organización industrial responsable de los estándares que rigen para las generaciones más recientes de chips de memoria para computadoras. Por ejemplo, en el 2004 JEDEC comenzó a desarrollar estándares y dominó el diseño de módulos de memoria para los dispositivos de memoria de la próxima generación (DDR3). Estos módulos, conocidos como módulos de memoria en doble línea o DIMMs, constaban de placas de circuito impreso sobre las cuales se montaban numerosos chips de memoria. Los DIMMs conectaban los chips de la memoria con la placa madre de la computadora mediante una serie de conectores metálicos conocidos como pines. Uno de los propósitos de los estándares de JEDEC era definir las funciones de estos pines a fin de permitirles a los fabricantes de chips diseñar controladores de memoria compatibles que permitirían la comunicación entre sus microprocesadores y la memoria de los DIMMs.

Los estándares no sólo son ubicuos en la industria de la computación, son esenciales, de tal modo que las empresas dentro de la industria de las computadoras generalmente acuerdan diseñar ciertos aspectos de sus productos de acuerdo con estándares industriales para asegurar una amplia compatibilidad, ello permite a todas y cada una de las empresas en computación ser competitivas en el mercado mundial.

Así, por ejemplo, POSIX (IEEE96) es el estándar de interfaz de sistemas operativos portables de IEEE basado en el sistema operativo UNIX:

Aunque UNIX era prácticamente un estándar industrial, había bastantes diferencias entre las distintas implementaciones de UNIX, lo que provocaba que las aplicaciones no se pudieran transportar fácilmente entre distintas plataformas UNIX. Este problema motivó a los implementadores y usuarios a desarrollar un estándar internacional con el propósito de conseguir la portabilidad de las aplicaciones en cuanto a código fuente.<sup>17</sup>

El proyecto POSIX<sup>18</sup> produjo un estándar conocido como 1003.1: “Definía un conjunto de procedimientos de biblioteca que cualquier sistema conforme con UNIX debería proporcionar. La mayoría de estos procedimientos invocaban una llamada al sistema, pero unos cuantos se podían implantar fuera del núcleo.”<sup>19</sup> La idea primordial consistía en que un vendedor de *software* pudiera escribir un programa donde sólo utilice los procedimientos definidos en 1003.1 y él podía estar seguro que dicho programa podría ejecutarse en cualquier sistema conforme con UNIX.

Figura 2.10  
Los estándares POSIX

<i>Estándar</i>	<i>Descripción</i>
<b>1003.0</b>	<b>Guía y panorama general</b>
<b>1003.1</b>	<b>Funciones de biblioteca (es decir las llamadas al sistema)</b>
<b>1003.2</b>	<b>Shell y utilerías</b>
<b>1003.3</b>	<b>Métodos de prueba y conformación</b>
<b>1003.4</b>	<b>Extensión a tiempo real</b>
<b>1003.5</b>	<b>Enlaces con el lenguaje ADA</b>
<b>1003.6</b>	<b>Extensiones de seguridad</b>
<b>1003.7</b>	<b>Administración del sistema</b>
<b>1003.8</b>	<b>Acceso transparente a archivos</b>
<b>1003.9</b>	<b>Enlaces con Fortran 77</b>
<b>1003.10</b>	<b>Supercómputo</b>

Fuente: Tanenbaum (1993)

<sup>17</sup> CARRETERO P., J., et al, op. cit., p. 59.

<sup>18</sup> Las primeras tres letras se refieren a *Portable Operating System* (sistema operativo portable) y las letras IX se añadieron para hacer referencia a UNIX.

<sup>19</sup> TANENBAUM, A. S., op. cit., p. 304.

Generalmente se utilizan los siguientes códigos normalizados de nomenclatura: PROELECTRON (usado principalmente en Europa), JEDEC (fabricantes norteamericanos) y JIS (japoneses). Estos códigos pretenden identificar de una manera unificada todos y cada uno de los componentes en electrónica que existen en el mercado, con el fin de facilitar su uso y operabilidad.

El PROELECTRON puede ser designado de dos formas según el tipo de aplicación: comercial (dos letras + secuencia alfanumérica de serie) o profesional (tres letras + secuencia alfanumérica de serie). La primer letra indica el tipo de material, por ejemplo: A (material con anchura de banda prohibida de 0.6 a 1.0 eV como el Ge), B (material con anchura de banda prohibida de 1.0 a 1.3 como el Si); la segunda letra indica la aplicación principal y construcción y si se hace necesaria una diferencia mayor, por ejemplo: A (diodo de detección, de conmutación, mezclador), B (diodo de sintonía, capacidad variable). La tercera letra que determina el tipo es Z, X o Y, la secuencia alfanumérica sirve para identificar a los componentes.

Ejemplos:

**BC107B**

B: Silicio.

C: Transistor para aplicaciones de audio ( $R_{thj-a} > 15 \text{ K/W}$ ).

107 B: Secuencia alfanumérica de serie.

**AAZ15**

A: Germanio.

A: Diodo de conmutación.

Z: Uso profesional.

15: Secuencia alfanumérica de serie.

**BZY96C3V9R**

B: Silicio.

Z: Diodo Zener.

Y: Uso profesional.

96: Secuencia alfanumérica de serie.

C: Tolerancia de un 5% sobre la tensión nominal que estabiliza.

3V9: Tensión nominal 3.9 V.

R: Polaridad inversa.

En el último ejemplo puede observarse el uso de un código alfanumérico a modo de sufijo que proporciona información adicional; asimismo es posible utilizar el código de color para la designación de diodos de pequeña señal profesionales.

El sistema JEDEC utilizado por los norteamericanos, se define por el estándar EIA-236-B, junio de 1963; se considera el sistema más utilizado en la Unión Americana y Latinoamérica. El código de designación presenta: una cifra + N + secuencia alfanumérica de serie:

La cifra indica el número de uniones del componente (1 para el diodo, 2 para el transistor,...). La letra N indica que el material usado es el silicio. Para designar los diodos también se tiene un *sistema de designación por colores*. En este caso la primera cifra seguida de la letra N no se corresponden con información visual alguna. La secuencia alfanumérica que sigue a la N se codifica por un sistema de bandas de colores con arreglo a las normas siguientes:

Secuencia de dos cifras: una banda negra seguida de dos bandas representando una cifra cada una según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una cuarta banda según la tabla 1.

Secuencia de tres cifras: tres bandas representando una cifra cada una según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una cuarta banda según la tabla 1.

Secuencia de cuatro cifras: cuatro bandas representando una cifra según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una quinta banda según la tabla 1.

Para la identificación del cátodo se utiliza en la mayoría de los casos una banda de anchura doble como primera cifra más próxima a este terminal. En otros casos, el grupo de bandas se agrupa claramente hacia el cátodo, debiendo ser leídas desde el cátodo al ánodo.

Ejemplo:

2N5965

2: Dos uniones, es decir, un transistor

N: Silicio

5965: Secuencia alfanumérica de serie<sup>20</sup>

Figura 2.11  
Tabla 1 JEDEC

Cifra	Color	Letra
0	NEGRO	-
1	MARRÓN	A
2	ROJO	B
3	NARANJA	C
4	AMARILLO	D
5	VERDE	E
6	AZUL	F
7	VIOLETA	G
8	GRIS	H
9	BLANCO	J

Fuente: <http://eureka.ya.com/elektron/tutoriales/nomsemi.htm>

Por su parte, el sistema JIS utiliza un código de designación de tipo para transistores que consta de dos partes: 2S + secuencia alfanumérica de serie. Asimismo, aún se contemplan algunas normas antiguas consideradas obsoletas en la actualidad como el sistema CV británico o la norma europea antigua (dos o tres letras + secuencia numérica de serie). El más utilizado actualmente es el JEDEC, cuya organización ha venido considerando el crear un programa de certificación de chips y módulos

<sup>20</sup> <http://eureka.ya.com/elektron/tutoriales/nomsemi.htm> "Códigos normalizados de nomenclatura, consultado en la red, el día 24 de abril del 2006.

### 2.2.2 La industria de procesadores x86.

Cuando IBM definió los estándares de CP originales a principios de los 80, contaba con la disponibilidad de una variedad de microprocesadores, cada uno con su propio conjunto de instrucciones; entre los cuales se encontraban los microprocesadores desarrollados por Motorola, Zilog, National Semiconductor, Fairchild, Intel y AMD.

IBM optó por la arquitectura de Intel, que utilizaba lo que se conocería como conjunto de instrucciones x86 (tras la convención de nomenclatura de Intel para sus procesadores, es decir, 8086, 80186, 80286, 80386) y un sistema operativo compatible que ofrecía Microsoft, conocido como DOS. Sin embargo, poco dispuesto a confiar en una sola fuente de abastecimiento, IBM exigió que Intel contratase otra empresa de circuitos integrados y le otorgase licencia para fabricar chips x86 como una segunda fuente. AMD, que había trabajado anteriormente con Intel en el abastecimiento de microprocesadores, accedió a abandonar su propia arquitectura competitiva y se dedicó a fabricar chips x86 como segunda fuente de abastecimiento. Con la seguridad de que no dependería de un monopolio de abastecimiento de chips x86, IBM lanzó al mercado la PC en agosto de 1981 y sus ventas estallaron.

En agosto de 1984, IBM lanzó la PC/AT, su primera computadora personal con base en el chip 286. la PC/AT soportaba una memoria de hasta 16 megabytes (contra 640K, de la PC y la PC/XT), tenía modos usuario y núcleo, un modo de protección con base en anillos, similar al de MULTICS, además de la capacidad de ejecutar varios programas a la vez. La versión de MS-DOS empacada con la PC/AT era la 3.0, que no soportaba nada de esto. En lugar de ello, hacía trabajar la PC/AT de un modo que simulaba un 8088, sólo que más rápido. Las versiones subsecuentes de MS-DOS hicieron cierto uso de la memoria extendida (es decir, la memoria por arriba de 1M). [...] En

---

noviembre de 1984, 3.0 se reemplazó por 3.1 que proporcionó el primer soporte para las redes...<sup>21</sup>

Las versiones x86 de Windows y Linux (los dos sistemas operativos que dominan el mundo de la computación de negocios y del consumidor), han engendrado una enorme base instalada de programas de aplicación compatibles con Windows y Linux que solamente pueden ejecutar el conjunto de instrucciones x86. Si bien otros microprocesadores se encuentran a la venta, los que no pertenecen a la familia x86 no se pueden intercambiar razonablemente con los microprocesadores x86 porque ninguno de estos puede ejecutar los sistemas operativos x86 de Windows o Linux o el software de aplicación de los mismos.

x86 es la denominación genérica dada a ciertos procesadores de la familia Intel, sus compatibles y a la arquitectura básica de estos procesadores, por la terminación de sus nombres: 8086, 80286, 80386 y 80486. Los sucesores del 80486 pasarán a ser llamados por nombres no numéricos, bajo la denominación Pentium, sin embargo todavía se los llama procesadores de la familia x86.<sup>22</sup>

Actualmente es la arquitectura más comercial y de las denominadas “no limpias”, por mantener compatibilidad con la línea de procesadores Intel de 16 bits también compatible con procesadores de 8 bits. Lo que ha situado a Intel como el mercado más relevante a nivel mundial.

### 2.3 OTROS PROCESADORES

A partir del éxito obtenido por los procesadores personales IBM, la industria de la computación comenzó a crecer, siempre buscando la optimización y abaratamiento de los costos para hacer del computador un producto accesible; apareciendo en el transcurso de unas cuantas décadas los procesadores de 8, 16 y 32 bits.

---

<sup>21</sup> TANENBAUM, A. S., op. cit., p. 361.

<sup>22</sup> x86 es [wikipedia.org/wiki/X86](http://wikipedia.org/wiki/X86), consultado en la red el 24 de octubre del 2005.

En el procesamiento y almacenamiento informático un bit es la unidad de información más pequeña manipulada por el ordenador, y está representada físicamente por un elemento como un único pulso enviado a través de un circuito, o bien como un pequeño punto en un disco magnético capaz de almacenar un 0 o un 1. La representación de información se logra mediante la agrupación de bits para lograr un conjunto de valores mayor que permite manejar mayor información. Por ejemplo, la agrupación de ocho bits componen un byte que se utiliza para representar todo tipo de información, incluyendo las letras del alfabeto y los dígitos del 0 al 9.<sup>23</sup>

### 2.3.1 De 8 bits.

En informática, a la unidad de información que consta de 8 bits se le denomina byte; en procesamiento informático y almacenamiento, el equivalente a un único carácter (una letra, un número o un signo de puntuación); el byte representa sólo una pequeña cantidad de información por lo cual la cantidad de memoria y almacenamiento de una máquina suele indicarse en kilobytes (1.024 bytes) o en megabytes (1.048.576 bytes). A los ordenadores o computadoras que manejan la información en grupos de 8 bits se les denomina computadora u ordenador de 8 bits.

El mejor lugar para comenzar es el 8080, un CPU de 8 bits vendido por Intel a principios de la década de los setentas. Esta máquina tenía varios registros de 8 bits, entre los que se encontraba un acumulador de 8 bits y 2 registros de direcciones de 8 bits, H y L, los cuales también podía utilizarse como registros de 16 bits. Un programa podía cargar H y L en forma independiente para formar una dirección de memoria de 16 bits en el registro combinado HL.<sup>24</sup>

Cuando se describe una computadora de 8 bits se hace referencia a la longitud o tamaño de la palabra (unidad de trabajo básica) de su microprocesador, o al número de bits transferidos a través del bus de datos de la computadora (la trayectoria de datos por la que viaja la información hacia y desde el microprocesador) en un determinado

<sup>23</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Bit".

<sup>24</sup> TANENBAUM, A. S., op. cit., pp. 375-376.

momento. “Por consiguiente, un microprocesador de 8 bits tiene un tamaño de palabra de 8 bits. Un bus de datos de 8 bits tiene 8 líneas de datos, por lo que transporta la información dentro del sistema en conjuntos de 8 bits cada vez. El Sinclair ZX-Spectrum, con un microprocesador Zilog Z-80, era un ordenador de 8 bits.”<sup>25</sup> A medida que los sistemas de información fueron creciendo se utilizaron bytes de 16, 32 y 64 bits refiriéndose al ancho del bus o de palabra que se utiliza en un determinado sistema de computación.

### 2.3.2 De 16 bits.

En 1978, Intel comenzó a comercializar el procesador 8086, un ambicioso chip de 16 bits potencialmente capaz de ser el corazón de computadoras de propósito múltiple. El 8086 se comercializó en versiones desde 5 y hasta 10MHz.

Microprocesador 8086, en informática, microprocesador de Intel presentado en 1978. Es un descendiente directo del 8080, pero con registros de 16 bits, un bus de datos de 16 bits y direccionamiento de 20 bits, y permite controlar más de un megabyte de memoria. Está disponible con velocidades de 4,77, 8 y 10 MHz. Los modelos 25 y 30 de los equipos PS/2 de IBM, disponen de un 8086 a 8 MHz.<sup>26</sup>

Posteriormente Intel adoptó el 8088, un procesador con un bus de datos internos de 16 bits pero con el bus externo de 8 bits que dio origen a las computadoras IBM PC (1981) y la IBM PC/XT (1983); a partir de ese momento, la política de Intel se encaminó a que todos los CPU fueran capaces de ejecutar códigos compilados para cualquiera de sus predecesoras. “Al 8086 lo sucedió el 80286 en 1982 (en el cual se basó la IBM PC/AT, 1985). Este chip, de 24/16 bits, implementó el modo protegido de ejecución, sentando las bases para la aparición de los verdaderos sistemas multitarea de escritorio. El 80286 apareció a 6MHz, y a lo largo de los años llegó hasta los 12MHz.”<sup>27</sup>

<sup>25</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. “Ordenador de 8 bits”.

<sup>26</sup> Ibídem. “Microprocesador 8086”.

<sup>27</sup> x86 es.wikipedia.org/wiki/X86, op. cit.

Al 80286 se le denominó 286, se trata de un microprocesador de 16 bits de Intel incluido desde 1984 en el equipo PC/AT de IBM y compatibles.

El 80286 dispone de registros de 16 bits, transfiere información a través del bus de datos a 16 bits simultáneos y utiliza 24 bits para direccionar la memoria. El 80286 puede operar en dos modos, el real (que es compatible con MS-DOS y con los límites de los chips 8086 y 8088) y el protegido (que potencia la funcionalidad del microprocesador). El modo real limita a 1 megabyte la cantidad de memoria que el microprocesador puede direccionar. Por otro lado, en el modo protegido, el 80286 puede acceder directamente a 16 megabytes de memoria. Además, un 80286 en modo protegido protege al sistema operativo de aplicaciones que provocan fallos. Esta protección no existe en procesadores 8088 y 8086, ni está presente en el 80286 cuando funciona en modo real.<sup>28</sup>

En 1988 salió el microprocesador 80386, denominado también 386 SX, como un producto de bajo costo alternativo:

El 80386SX es básicamente un procesador 80386DX limitado por un bus de datos de 16 bits. El diseño basado en 16 bits permite configurar los sistemas 80386SX con componentes menos costosos del tipo AT, reduciendo considerablemente el precio total del sistema. El 80386SX proporciona además prestaciones superiores al 80286 y compatibilidad con todo el *software* diseñado para el 80386DX. Incorpora también características del 80386DX, como la multitarea y el modo 8086 virtual.<sup>29</sup>

En términos generales, la computadora de 16 bits funciona con la información en grupos de 16 bits cada vez; con el término máquina de 16 bits se hace referencia a la longitud o tamaño de la palabra de su microprocesador o al número de bits transferidos a través del bus de datos:

Por consiguiente, un microprocesador de 16 bits tiene un tamaño de palabra de 16 bits, o 2 bytes; un bus de datos de 16 bits

<sup>28</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Microprocesador 80286".

<sup>29</sup> *Ibíd.* "Microprocesador 80386".

tiene 16 líneas de datos, por lo que transporta la información dentro del sistema en conjuntos de 16 bits cada vez. Los PC/AT de IBM y modelos similares basados en el microprocesador 80286 de Intel son máquinas de 16 bits, tanto en términos de la longitud de palabra de su microprocesador como del tamaño del bus de datos. Los Apple Macintosh Plus y Macintosh SE tienen un microprocesador de 32 bits (el Motorola MC68000) pero un bus de datos de 16 bits, razón por la cual suelen considerarse máquinas de 16 bits.<sup>30</sup>

Por su parte, el microprocesador 30387 (387) es un coprocesador matemático también denominado de coma flotante.<sup>31</sup> Se encuentra disponible a velocidades de 16, 20, 25 y 33 MHz y puede aumentar el rendimiento del sistema (siempre que el *software* de aplicación haga uso de él), pues pone a disposición de la aplicación instrucciones aritméticas, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas; también incorpora operaciones fundamentales para el cálculo de senos, cosenos, tangentes, arcotangentes y logaritmos. Puede procesar enteros de 32 y 64 bits, números en coma flotante de 32, 64 y 80 bits así como operandos BCD (decimales codificados en binarios) de 18 dígitos, cumpliendo la norma ANSI/IEEE 754-1985 sobre aritmética en coma flotante binaria.

### 2.3.3 De 32 bits.

Con el procesador 80486, la memoria caché y el coprocesador numérico se integraron al CPU:

Microprocesador 80486, denominado también 80486DX o 486DX, microprocesador Intel de 32 bits lanzado al mercado en 1989. Su característica principal es la incorporación de un coprocesador matemático integrado. El 486 es un procesador de 32 bits en el bus de datos y 32 bits en el bus de direcciones. Integra 1.200.000 transistores y se fabricó para tres velocidades de

<sup>30</sup> Ibídem. "Ordenador de 16 bits".

<sup>31</sup> Los sistemas COMA (*Cache Only Memory Architecture*) son sistemas en los cuales el tiempo de acceso a una posición de memoria no depende de su dirección. Para conseguir este objetivo, en las arquitecturas COMA los módulos de memoria se comportan como cachés de gran tamaño denominados "memorias de atracción".

reloj (25 MHz, 33 MHz y 50 MHz). Cuando se habla de procesador 486 de una manera genérica se está hablando de un 486DX. Posteriormente, en el año 1991 Intel lanzó al mercado el 486SX que consiste en un procesador 486DX pero sin coprocesador matemático integrado, que era una alternativa de menor coste aunque menor capacidad de proceso que un 486DX. Otros microprocesadores de la familia 486 fueron el 486SL, el 486DX2 y el 486DX4. El 486SL fue diseñado para computadoras portátiles, y su principal característica era que integraba un sistema de ahorro de energía. Los 486DX2 y 486DX4 aumentaban la velocidad total de proceso incrementando la velocidad de reloj interna del microprocesador.<sup>32</sup>

Un microprocesador de 32 bits tiene un tamaño de palabra de 32 o 4 bytes; un bus de datos de 32 bits tiene 32 líneas de datos, por lo que transporta la información dentro del sistema en conjuntos de 32 bits cada vez. El Apple Macintosh II es una máquina de 32 bits, tanto en términos de la longitud de palabra de su microprocesador como del tamaño del bus de datos, al igual que el IBM PS/2 modelo 80 y similares basados en el microprocesador Intel 80386.

En 1993 apareció el Pentium. ¿Por qué ya no se llamó 80586? Porque muchas empresas competidoras de Intel comenzaron a producir CPUs con el mismo nombre que los de Intel. Ante el fallo de que un número no puede ser tomado como marca registrada, a partir de entonces los procesadores llevan un nombre propio. Este procesador incorporaba bastantes novedades, entre ellas un coprocesador muy mejorado y un doble sistema de *prefetch*, lo que le permitía en ciertas situaciones ejecutar dos instrucciones simultáneas, con el consiguiente aumento de rendimiento (desgraciadamente, ésto solo era posible bajo ciertas combinaciones muy estrictas de instrucciones, con lo que el aumento de rendimiento sólo era apreciable en aplicaciones compiladas específicamente para él). El Pentium llegó desde los 60 hasta los 225MHz.

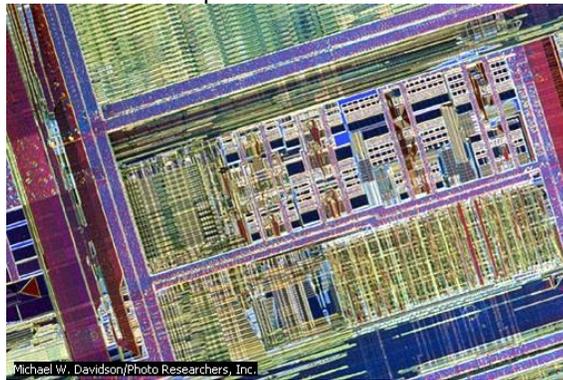
Poco después hizo su aparición el Pentium Pro, una versión orientada a servidores que incluía la caché de segundo nivel en el mismo encapsulado que el procesador. Desgraciadamente su elevado precio supuso un freno a su expansión.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Microprocesador 80486".

<sup>33</sup> x86 es.wikipedia.org/wiki/X86, op. cit.

Es un microprocesador superescalar de 32 bits con un bus de datos externo de 64 bits; contiene 3.100.000 transistores y coprocesador matemático incorporado. Las primeras versiones de este procesador tenían una frecuencia de reloj de 60 MHz: "...con una alimentación eléctrica de 5 voltios, un bus de direcciones de 32 bits y un bus de datos externo de 64 bits. En la actualidad alcanzan una frecuencia de reloj de 233 MHz. Los modelos MMX incorporan instrucciones específicas para el manejo de aplicaciones y elementos multimedia."<sup>34</sup>

Figura 2.12  
Microprocesador Pentium



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

## 2.4 MICROPROCESADORES

Un microprocesador puede conceptuarse como un circuito de alta escala de integración, compuesto de muchos circuitos más simples como son los *flip-flops* (considerados como registros de un bit), contadores, registros, decodificadores, etc.; todos ellos en una misma pastilla de silicio. Hicieron su aparición a mediados de los años setenta cuando: "...la empresa Intel consiguió integrar un procesador completo en un solo chip, llamado microprocesador."<sup>35</sup>

<sup>34</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Microprocesador Pentium".

<sup>35</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 805.

Al microprocesador se le considera actualmente un dispositivo lógico de propósito general o universal que consta de varias secciones diferentes:

La unidad aritmético-lógica (ALU, siglas en inglés) efectúa cálculos con números y toma decisiones lógicas; los registros son zonas de memoria especiales para almacenar información temporalmente; la unidad de control descodifica los programas; los buses transportan información digital a través del chip y de la computadora; la memoria local se emplea para los cálculos realizados en el mismo chip. Los microprocesadores más complejos contienen a menudo otras secciones; por ejemplo, secciones de memoria especializada denominadas memoria *caché*, que sirven para acelerar el acceso a los dispositivos externos de almacenamiento de datos. Los microprocesadores modernos funcionan con una anchura de bus de 64 bits (un bit es un dígito binario, una unidad de información que puede ser un uno o un cero): esto significa que pueden transmitirse simultáneamente 64 bits de datos.<sup>36</sup>

A pesar de lo anterior, un microprocesador no es un ordenador completo ya que no contiene grandes cantidades de memoria ni puede comunicarse con dispositivos de entrada (teclado, ratón, etc.) o salida. “Un tipo diferente de circuito integrado llamado microcontrolador es de hecho una computadora completa situada en un único chip que contiene todos los elementos del microprocesador básico además de otras funciones especializadas.”<sup>37</sup> Estos últimos se emplean en videojuegos, reproductores de video y otras máquinas.

<sup>36</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. “Microprocesador”.

<sup>37</sup> Idem.

### CAPÍTULO III

## ARQUITECTURA DE 64 BITS

Se ha visto que el término arquitectura abarca distintos aspectos en la estructura de una computadora, así con el término arquitectura de un microprocesador se entiende: "...la construcción y estructura completa de este componente."<sup>1</sup> Por su parte, el microprocesador se considera un conjunto de incontables componentes integrados en una misma pastilla (chip), que ha permitido la evolución cualitativa y cuantitativa de las computadoras; siendo innegable las aportaciones de Intel en este desarrollo:

Con los procesadores 80xxx Intel intentó realizar sistemas sencillos, económicos y en lo posible rápidos; lo que se consiguió con todos aquellos procesadores a partir de la introducción al mercado del 8086. Externamente los progresos se hacen notorios de la siguiente manera: el tiempo de duración de los ciclos de bus pudo ser acortado y muchas otras funciones pudieron ser unificadas dentro del chip. Esto se nota también si se compara el grado de integración en cada uno de los microprocesadores. Si bien en los 8086/8088 estaban integrados alrededor de 29.000 transistores, el procesador Pentium lo componen aproximadamente 3.1 millones.<sup>2</sup>

Al mismo tiempo que la cantidad de los componentes integrados fue incrementada hubo necesidad de que el bus del procesador fuera compatible a este grado de integración, motivo por el cual, el bus interno del procesador 80386 fue ampliado de 16 a 32 bits. "Los ciclos de ráfaga introducidos con el 486 y el procesado de instrucciones en seis etapas trabajando paralelamente, dieron a la potencia un nuevo enorme impulso hacia delante. Con el procesador Pentium se pudo nuevamente aumentar la velocidad de proceso."<sup>3</sup> De esta forma, las seis etapas para el procesado de instrucciones fueron

<sup>1</sup> BIRMELIN, Michael. *Manual de los procesadores 80xxx y pentium. Arquitectura, propiedades, programación*, Ed Boixareu editores, Barcelona, Esp., 1995, p. 19.

<sup>2</sup> Idem.

<sup>3</sup> Ibídem, pp. 19-20.

subdivididas en *Pipes V* y *U*, con lo cual pudieron ser procesadas, por etapa, de dos instrucciones al mismo tiempo.

Figura 3.1  
Número de transistores integrados en los microprocesadores 80xxx

<i>Procesadores</i>	<i>Miles de transistores</i>
<b>8086</b>	<b>29</b>
<b>8088</b>	<b>29</b>
<b>80186</b>	<b>56</b>
<b>80188</b>	<b>56</b>
<b>80286</b>	<b>130</b>
<b>80386</b>	<b>275</b>
<b>80486</b>	<b>1200</b>
<b>Pentium</b>	<b>3100</b>

Fuente: Michael Birmelin 1995

Esta evolución ha continuado, desde los microprocesadores de 8 bits hasta los microprocesadores de 64 bits actuales, cuyas funciones han sido incrementadas de tal forma que se espera sustituya a los de 32 bits que hasta la fecha han venido ocupando las preferencias del público en general.

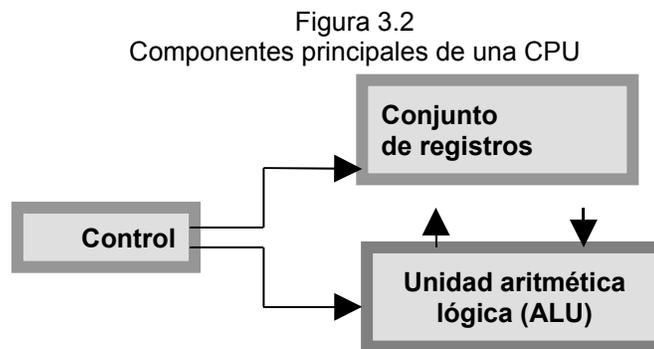
### 3.1 GENERALIDADES

Todo diseño de computadora debe tomar en consideración los elementos básicos del *hardware*: la unidad aritmético-lógica, la unidad de control, la entrada y salida, y, la memoria. La unidad aritmético-lógica realiza operaciones aritméticas y compara valores numéricos; la de control dirige el funcionamiento de la computadora recibiendo instrucciones del usuario y transformándolas en señales eléctricas que puedan ser comprendidas por los circuitos del ordenador; la combinación de estas dos unidades se denomina unidad central de procesamiento o CPU, la que realiza diversas funciones dictadas por el tipo de instrucciones que se incorporan en la computadora; por lo cual, en ocasiones se define la arquitectura de la computadora como: "...la estructura y el desempeño de la computadora desde el punto de vista del programador que utiliza instrucciones de lenguaje de máquina. Esto incluye los formatos de instrucciones,

modos de direccionamiento, el conjunto de instrucciones y la organización general de los registros de la CPU.”<sup>4</sup>

### 3.1.1 Elementos de diseño originales (unidad aritmético-lógica, de control y central de procesamiento).

Se denomina unidad central de procesamiento a la parte de la computadora que ejecuta el grueso de las operaciones de procesamiento de datos, está formada por tres partes principales: control, conjunto de registros y la unidad aritmética lógica o ALU.<sup>5</sup>



Fuente: M. Morris Mano 1993

Cuando se incluye una gran cantidad de registros en la CPU, se considera más eficiente conectarlos mediante un canal de sistema común. “Los registros se comunican uno con el otro no sólo para transferencia directa de datos, sino también mientras ejecutan diversas microoperaciones.”<sup>6</sup>

De aquí que sea necesario proporcionar una unidad común que pueda ejecutar todas las microoperaciones aritméticas, lógicas y de corrimiento en el procesador.

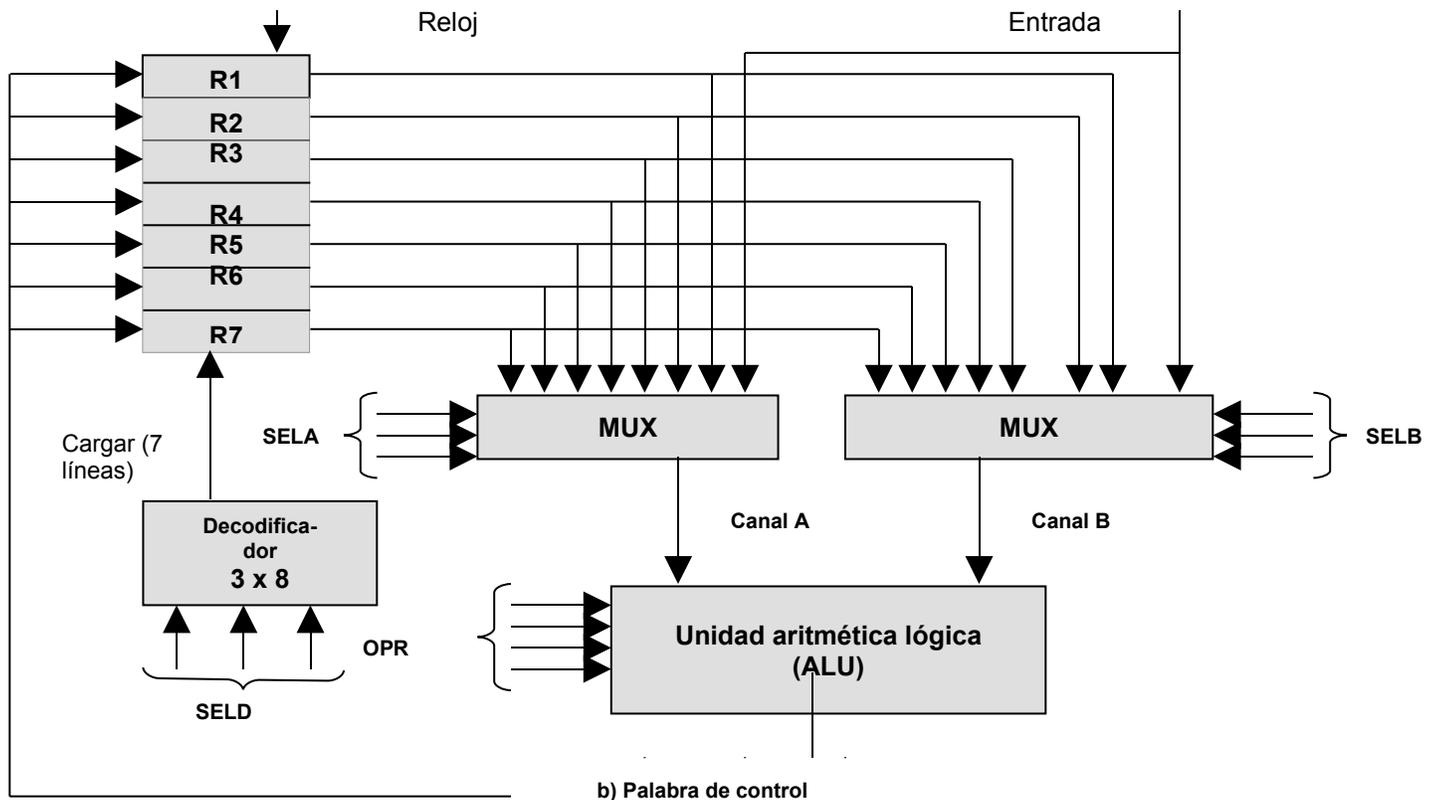
<sup>4</sup> MORRIS MANO, M. *Arquitectura de computadoras*, 3ª ed, Ed Pearson Educación, México, D.f., 1993, p. 256.

<sup>5</sup> El conjunto de registros almacena datos intermedios que se usan durante la ejecución de las instrucciones; la unidad aritmético-lógica lleva a cabo las microoperaciones requeridas para ejecutar las instrucciones; y la unidad de control supervisa la transferencia de información entre los registros e instruye a la ALU sobre cuál operación ejecutar.

<sup>6</sup> MORRIS M., M., op. cit., p. 256.

En la figura 3.3 se muestra una organización de canal de siete registros:

Figura 3.3  
Conjunto de registros con ALU común



La salida de cada registro está conectada a dos multiplexores<sup>7</sup> (MUX) para formar los dos canales A y B. Las líneas de selección en cada multiplexor eligen un registro o los datos de entrada para el canal particular. Los canales A y B forman las entradas a una unidad aritmética lógica común (ALU). La operación determinada en la ALU establece la micro operación aritmética o lógica que se va a ejecutar.

El resultado de la micro operación está disponible para datos de salida y también va a las entradas de todos los registros. El registro que recibe la información del canal se selecciona mediante un decodificador. El decodificador activa una de las entradas de

<sup>7</sup> Se denomina multiplexor al dispositivo utilizado para combinar las señales.

carga de registro y, por lo tanto, proporciona una trayectoria de transferencia entre los datos del canal de salida y las entradas del registro destino seleccionado.

La unidad de control que opera el canal del sistema de la CPU elige el flujo de información a través de los registros y la ALU al seleccionar los diversos componentes del sistema.

Por ejemplo, para ejecutar la operación:

$$R1 \leftarrow R2 + R3$$

El control debe proporcionar variables de selección binarias a las siguientes entradas del selector:

1. Selector de MUX A (SELA): para colocar el contenido de R2 dentro del canal A.
2. Selector de MUX B (SELB): para colocar el contenido de R3 dentro del canal B.
3. Selector de operación (OPR) de la ALU: para proporcionar la suma aritmética A
4. Selector de destino del decodificador (SELD): para transferir el contenido del canal de salida dentro de R1.

Las cuatro variables de selección de control se generan en la unidad de control y deben estar disponibles al comienzo de un ciclo de reloj. Los datos de los dos registros fuente se propagan por las compuertas en los multiplexores y la ALU al canal de salida y dentro de las entradas del registro destino, todo durante el intervalo de cada ciclo de reloj. Después cuando ocurre la siguiente transición de reloj, la información binaria del canal de salida se transfiere a R1. Para conseguir un tiempo de respuesta rápido, la

ALU se construye con circuitos de alta velocidad. Los canales se implantan con multiplexores o compuertas de tres estados.

Existen 14 entradas de selección binaria en la unidad y su valor combinado especifica una palabra de control. En la figura 3.3 (b), la palabra de control de 14 bits está definida, consta de cuatro campos (tres contienen 3 bits cada uno y uno tiene 5 bits). Los tres bits de SELA seleccionan un registro fuente para la entrada A de la ALU. Los tres bits de SELB seleccionan un registro para la entrada B de la ALU. Los tres bits de SELD seleccionan un registro destino usando el decodificador y sus siete salidas de carga. Los cinco bits de OPR seleccionan una de las operaciones en la ALU. Cuando se aplica una palabra de control de 14 bits a las entradas de selección se especifica una microoperación particular.

En la figura 3.4 se especifica la codificación de las selecciones de registro. El código binario de 3 bits que se lista en la primera columna especifica el código binario para cada uno de los tres campos.

Figura 3.4  
Codificación de campo de selección de registro

<i>Código binario</i>	<i>SELA</i>	<i>SELB</i>	<i>SELD</i>
000	Entrada	Entrada	Ninguno
001	R1	R1	R1
010	R2	R2	R2
011	R3	R3	R3
100	R4	R4	R4
101	R5	R5	R5
110	R6	R6	R6
111	R7	R7	R7

Fuente: M. Morris Mano 1993

El registro seleccionado mediante los campos SELA, SELB y SELD es aquel cuyo número decimal es equivalente al número binario del código. Cuando SELA o SELB es 000, el multiplexor correspondiente selecciona los datos de entrada externos. Cuando

SELD = 000, no selecciona un registro de destino pero el contenido de salida está disponible en la salida externa.<sup>8</sup> Se necesita una palabra de control de 14 bits para especificar una microoperación en la CPU.<sup>9</sup> La palabra de control para una microoperación dada se puede derivar de las variables de selección, por ejemplo, la microoperación de resta:

$$R1 \leftarrow R2 \sim R3$$

R2 para la entrada A de ALU, R3 para la entrada B de ALU, R1 para el registro destino, y una operación ALU que reste  $A \sim B$ . Por lo tanto, se especifica la palabra de control mediante los cuatro campos y el valor binario correspondiente para cada campo se obtiene de la lista de codificación en las figuras 3.4 y 3.5.

La palabra de control binario para la microoperación de resta es 010 011 001 00101 y se obtiene:

Campo:	SELA	SELB	SELD	OPR
Símbolo:	R2	R3	R1	SUB
Palabra de control:	010	011	001	00101

Figura 3.5  
Codificación de operaciones de la ALU

Selección de OPR	Operación	Símbolo
00000	Transferir A	TSFA
00001	Incrementar A	INCA
00010	Sumar + B	ADD
00101	Restar $A \sim B$	SUB
00110	Decrementar A	DECA
01000	Aplicar la función AND de A y B	AND
01010	Aplicar la función OR de A y B	OR
01100	Aplicar la función XOR de A y B	XOR
01110	Complementar A	COMA

<sup>8</sup> La ALU proporciona operaciones aritméticas y lógicas, además, la CPU debe proporcionar operaciones de corrimiento. El circuito de corrimiento puede colocarse en la salida de la ALU para ofrecer una posibilidad de postcorrimiento.

<sup>9</sup> Se denomina palabra de control a una palabra binaria cuyos bits individuales representan las diferentes señales de control de una maquina.

10000	Recorrer a la derecha A	SHRA
11000	Recorrer a la izquierda A	SHLA

Las microoperaciones de incremento y transferencia no utilizan la entrada B de la ALU. Para estos casos, el campo B se marca con un guión. Asignamos 000 a cualquier campo que no se utiliza cuando se formula la palabra de control binaria, aunque puede usarse cualquier otro número binario. Para colocar el contenido de un registro en las terminales de salida ponemos el contenido del registro en la entrada A de la ALU, pero no se selecciona ninguno de los registros para aceptar los datos. La operación TSFA de la ALU coloca los datos del registro, a través de la ALU, en las terminales de salida. La transferencia directa de entrada a salida se consigue con una palabra de control que tiene sólo ceros (al hacer 000 el campo B). Puede borrarse un registro a 0 con una operación OR exclusiva. Esto se debe a que  $x \oplus x = 0$ .<sup>10</sup>

Los ejemplos listados en la figura 3.6 son sólo algunas de las microoperaciones que pueden generarse en la CPU. La manera más eficiente para generar palabras de control con una gran cantidad de bits es almacenarlas en una unidad de memoria.<sup>11</sup> Una característica útil que se incluye en la CPU de la mayoría de las computadoras es un stack o pila (lista último en entrar, primero en salir LIFO): “Una pila es un dispositivo de almacenamiento que guarda información de manera que el artículo que se almacena al último es el primero que se recupera.”<sup>12</sup> De esta forma, la CPU, a través de la unidad de control inicia la secuencia de microoperaciones que la ALU se encarga de ejecutar.

Figura 3.6  
Ejemplos de microoperaciones para la CPU

Microoperación	Representación		Simbólica		Palabra de control
	SELA	SELB	SELD	OPR	
R1←R2 – R3	R2	R3	R1	SUB	010 011 001 00101
R4←R4 ∨ R5	R4	R5	R4	OR	100 101 100 01010
R6←R6 + 1	R6	—	R6	INCA	110 000 110 00001
R7←R1	R1	—	R7	TSFA	001 000 111 00000
Salida ←R2	R2	—	Ninguno	TSFA	010 000 000 00000
Salida←Entrada	Entrada	—	Ninguno	TSFA	000 000 000 00000
R4←sh1 R4	R4	—	R4	SHLA	100 101 101 01100
R5←0	R5	R5	R5	XOR	101 101 101 01100

Fuente: M. Morris Mano 1993

<sup>10</sup> MORRIS M., M., op. cit., pp. 260-261.

<sup>11</sup> Una unidad de memoria que almacena palabras de control se denomina memoria de control. Al leer palabras de control consecutivas de la memoria, es posible iniciar la secuencia deseada de microoperaciones para la CPU. Este tipo de control se denomina control microprogramado.

<sup>12</sup> MORRIS M., M., op. cit., p. 261.

Por su parte, la unidad de control es 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 (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) y, llevar a efecto el secuenciamiento de las operaciones.

En las microoperaciones, la función de control que las especifica es una variable binaria: “Cuando se halla en un estado binario se ejecuta la microoperación correspondiente. Una variable de control en estado binario opuesto no cambia el estado de los registros en el sistema. El estado activo de la variable de control puede ser el estado 1 o el estado 0, según la aplicación.”<sup>13</sup> Cuando se trata de un sistema organizado con bus, las señales de control que especifican microoperaciones son grupos de bits que seleccionan la trayectoria en los multiplexores y unidades lógicas aritméticas.

La unidad de control inicia una serie de pasos secuenciales de microoperaciones. Durante cualquier momento, se van a iniciar ciertas microoperaciones, mientras otras quedan inactivas. Las variables de control pueden representarse en cualquier momento mediante una cadena de dígitos 1 y 0, que se denomina palabra de control. Las palabras de control pueden programarse para realizar diferentes operaciones sobre los componentes del sistema. Una unidad de control cuyas variables de control binario se almacenan en la memoria se llama unidad de control microprogramada. Cada palabra en la memoria de control contiene una microinstrucción. La microinstrucción especifica una o más microoperaciones para el sistema. Una secuencia de microinstrucciones constituye un microprograma. Como no se necesitan alteraciones del microprograma una que la unidad de control está en operación, la memoria de control puede ser una memoria de sólo lectura (ROM). El contenido de las palabras en la ROM es fijo y no puede alterarse mediante la programación simple porque no es posible escribir en la ROM. Las palabras en la ROM

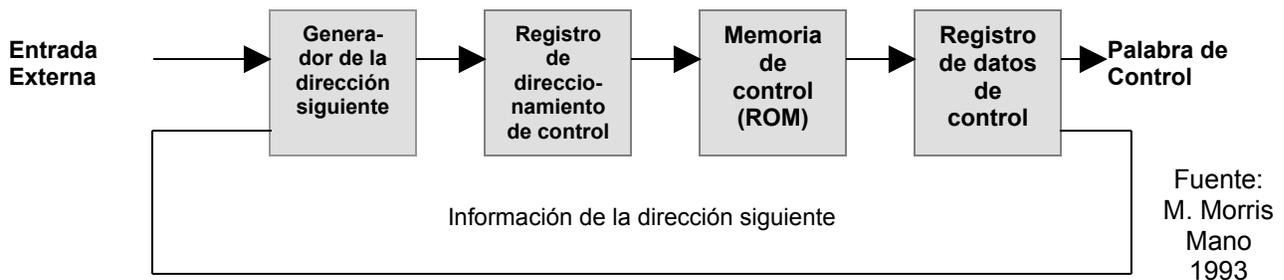
<sup>13</sup> *Ibíd.*, p. 225.

se vuelven permanentes durante la producción de la unidad. El uso de un microprograma implica la colocación de todas las variables de control en palabras de ROM para que las use la unidad de control a través de operaciones de lecturas sucesivas. El contenido de la palabra en ROM en cierta dirección especifica una microinstrucción.<sup>14</sup>

Por otro lado, la microprogramación dinámica (más avanzada) permite que un microprograma se cargue al principio desde una memoria auxiliar (como un disco magnético). Las unidades de control que utilizan esta programación emplean una memoria de control en la que se puede escribir, pudiendo utilizarse para cambiar el microprograma, pero generalmente se utiliza para lectura.

La configuración general de una unidad de control microprogramada se muestra en la figura 3.7: la memoria de control se considera como una ROM, dentro de la cual se almacena toda la información en forma permanente. El registro de direccionamiento de la memoria de control especifica la dirección de la microinstrucción y el registro de datos de control contiene la microinstrucción que se le da a la memoria. La microinstrucción contiene una palabra de control que especifica una o más operaciones para el procesador de datos. Una vez que se ejecutan estas operaciones, el control debe determinar la siguiente dirección. La posición de la instrucción siguiente puede ser la más próxima en secuencia o puede ubicarse en cualquier otra parte en la memoria de control.

Figura 3.7  
Organización de control microprogramada



<sup>14</sup> Ibídem, p. 226.

Las instrucciones de dos direcciones son las más comunes en las computadoras comerciales. En ellas, cada campo de dirección puede especificar un registro de procesador o una palabra de memoria.

La unidad de control en la CPU utiliza el campo de dirección para obtener el operando de la memoria. En ocasiones el valor que se proporciona en el campo de dirección es la dirección del operando, pero en ocasiones es sólo una dirección desde la cual se calcula la dirección del operando. Para poder diferenciar los distintos modos de direccionamiento es necesario distinguir entre la parte de dirección de la instrucción y la dirección efectiva utilizada por el control cuando ejecuta la instrucción.<sup>15</sup>

La unidad aritmético-lógica (ALU) es, precisamente, la que va a connotar la denominación en bits que se da a los microprocesadores, puesto que la capacidad en bits del registro acumulador o longitud de palabra es una indicación de la capacidad de cálculo del microprocesador; de esa forma indica el número de bits con los que es capaz de operar simultáneamente.<sup>16</sup>

Las operaciones aritméticas y lógicas son realizadas por el microprocesador en un registro interno llamado acumulador. El valor con el que se va a operar ha de ser colocado en el acumulador mediante una instrucción anterior. Si la operación es de dos operandos, se sitúa el segundo en algún registro interno auxiliar. Seguidamente se realiza la operación deseada, cuyo resultado queda disponible en el registro acumulador, para ser empleado como mejor desee la persona que va a programarlo.

El resultado de la operación efectuada modifica otro registro interno del procesador, el registro de indicadores, banderas o *flags*. En ese registro cada bit se pone a 1 o 0, indicando una característica del resultado obtenido.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> *Ibíd*em, p. 278.

<sup>16</sup> Existen microprocesadores de 4, 8, 16 y 32 bits, aunque los más pequeños pueden realizar las mismas operaciones que los mayores, necesitan ejecutar más instrucciones para ello, con lo que se demoran más utilizando mayor tiempo.

<sup>17</sup> ENCICLOPEDIA Autodidáctica... op. cit., p. 808.

La capacidad en bits del acumulador no siempre coincide con la capacidad del bus de datos debido a la necesidad de limitar el número de patas o conexiones del microprocesador; por ejemplo: existen microprocesadores de 32 bits con bus de datos de 8 bits, que son más lentos en las operaciones de movimiento de datos, ya que deben manejar éstos a trozos, cosa que no sucede con los microprocesadores que poseen un bus de datos de 32 bits.

Generalmente las computadoras proporcionan un amplio conjunto de instrucciones para que el usuario pueda realizar diferentes tareas pudiendo clasificarse en tres categorías: instrucciones de transferencia de datos, instrucciones de manipulación de datos e instrucciones de control de programa.

El conjunto de instrucciones varía de una a otra computadora: “Las operaciones reales disponibles en el conjunto de instrucciones no son muy diferentes de una computadora a otra. Lo que sucede es que las asignaciones de código binario y el campo de código de la operación son diferentes en diversas computadoras, aun para la misma operación.”<sup>18</sup>

Las instrucciones de transferencia de datos mueven datos de un lugar en la computadora a otro sin cambiar el contenido de los datos. Las transferencias más comunes son entre registros del procesador y memoria, entre registros del procesador y entrada o salida y entre los mismos registros del procesador.

Por su parte, las instrucciones de manipulación de datos se dividen en tres tipos básicos: aritméticas, lógicas y de manipulación de bits e, instrucciones de corrimiento. Las cuatro operaciones aritméticas básicas son suma, resta, multiplicación y división; la mayoría de las computadoras proporcionan instrucciones para las cuatro operaciones: “...Algunas computadoras pequeñas sólo tienen las instrucciones suma y, tal vez, resta.

<sup>18</sup> MORRIS M., M., op. cit., p. 282.

La multiplicación y la división deben generarse mediante subrutinas del software. Las cuatro operaciones aritméticas básicas son suficientes para formular soluciones a problemas científicos cuando se expresan en términos de métodos de análisis numérico.”<sup>19</sup>

Las instrucciones lógicas ejecutan operaciones binarias sobre series de bits almacenadas en registros (son útiles para manipular bits individuales o un grupo de bits que represente información en código binario). Las instrucciones para recorrer el contenido de un operando son muy útiles y se ofrecen con frecuencia en distintas variaciones.<sup>20</sup> Las instrucciones de corrimiento pueden especificar corrimientos lógicos, aritméticos u operaciones de tipo rotatorio.

Las instrucciones de control de programa siempre se almacenan en localidades de memoria sucesivas.

Quando se procesan en la CPU, las instrucciones se recuperan de localidades de memoria consecutivas y se ejecutan. Cada vez que se recupera una instrucción de la memoria, el contador de programa se incrementa para que contenga la dirección de la siguiente instrucción en secuencia. Después de la ejecución de una instrucción de transferencia de datos o de manipulación de datos, el control retorna al ciclo de recuperación con el contador de programa que contiene la dirección de la siguiente instrucción de secuencia. Por otra parte, un tipo de instrucción de control de programa, cuando se ejecuta, puede cambiar el valor de la dirección en el contador del programa y provocar que se altere el flujo de control. En otras palabras, las instrucciones de control de programa especifican condiciones para alterar el contenido del contador de programa, mientras que las instrucciones de transferencia y manipulación de datos especifican condiciones para operaciones de procesamiento de datos. El cambio en el valor del contador del programa como resultado de la ejecución de una instrucción de control de programa provoca una ruptura en la secuencia de la ejecución de instrucciones. Esta es una característica importante en las computadoras digitales, porque proporciona un control sobre el flujo de ejecución de un

<sup>19</sup> *Ibíd*em, p. 285.

<sup>20</sup> Los corrimientos son operaciones en las cuales los bits de una palabra se recorren a la izquierda o derecha. El bit que se recorre al extremo de la palabra determina el tipo de corrimiento que se utiliza.

---

programa y la posibilidad de transferir el control a diferentes segmentos del programa.<sup>21</sup>

De aquí que al ejecutarse un programa, el registro de la CPU (contador de programa), lleve la cuenta de la siguiente instrucción para garantizar que las instrucciones se ejecuten en la secuencia adecuada, mientras que la unidad de control de la CPU coordina y temporiza las funciones de la CPU, tras lo cual recupera la siguiente instrucción desde la memoria.

En una secuencia típica, la CPU localiza la instrucción en el dispositivo de almacenamiento correspondiente (la instrucción viaja por el bus desde la memoria hasta la CPU, donde se almacena en el registro de instrucción); entretanto, el contador de programa se incrementa en uno para prepararse para la siguiente instrucción. A continuación, la instrucción actual es analizada por un descodificador, que determina lo que hará la instrucción. Cualquier dato requerido por la instrucción es recuperado desde el dispositivo de almacenamiento correspondiente y se almacena en el registro de datos de la CPU. Para finalizar, la CPU ejecuta la instrucción, y los resultados se almacenan en otro registro o se copian en una dirección de memoria determinada.

### **3.1.2 Clases de arquitecturas (abiertas y cerradas; de redes).**

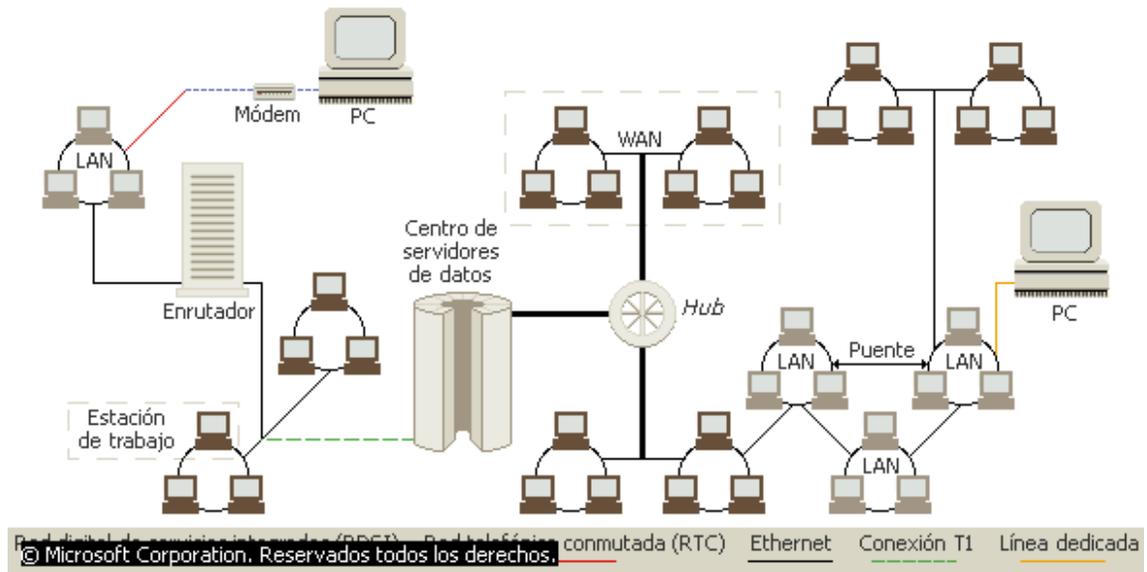
La CPU se conecta con el exterior a través de una arquitectura que puede ser abierta o cerrada, las arquitecturas abiertas permiten la utilización de componentes y servicios que son fáciles de conseguir en el mercado así como la ampliación del sistema añadiendo circuitos adicionales. Las especificaciones del sistema son del dominio público por lo que tienden a mantener bajos costos del hardware. Por su parte, las arquitecturas cerradas, por no tener competencia dentro de sus estándares tienden a ser más costosas; como por ejemplo los Macintosh; tienen la ventaja de que existe un solo fabricante que controla completamente el diseño, de esta manera, las operaciones

---

<sup>21</sup> MORRIS M., M., op. cit., pp. 289-290.

de la máquina pueden preservar la continuidad y consistencia de la interfaz; en este caso, las opciones para el consumidor se reducen.

Figura 3.8  
Topología de Internet



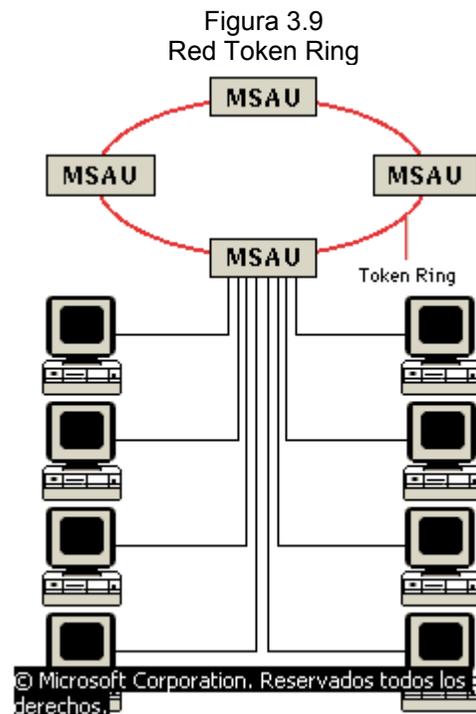
Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

Un término utilizado constantemente es el de arquitectura de redes, para hacer referencia a un conjunto de ordenadores que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos. Asimismo se emplea para referirse a Internet:

...interconexión de redes informáticas que permite a las computadoras conectadas comunicarse directamente. El término suele referirse a una interconexión en particular, de carácter planetario y abierto al público, que conecta redes informáticas de organismos oficiales, educativos y empresariales. También existen sistemas de redes más pequeños llamados *intranet*, generalmente para el uso de una única organización.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> ENCICLOPEDIA Microsoft... op. cit. "Internet".

Pero en realidad, con el término arquitectura de red se hace referencia a la combinación entre hardware y software básico que comunica los aparatos de una red informática (como la Internet).



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

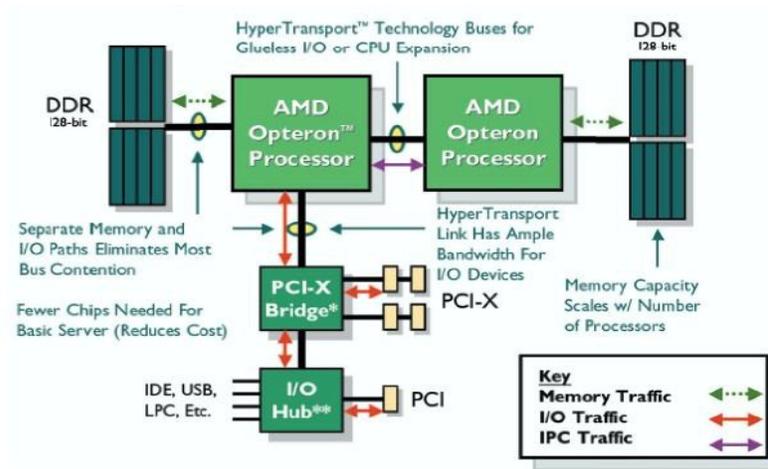
Las topologías más usuales son las de bus, anillo y estrella, aunque existen también la denominada Token Ring formada en topología de anillo que usa el paso de testigo como un medio para regular el tráfico de la línea.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> En una red token ring, un testigo que rige el derecho a transmitir pasa de una estación a otra en un círculo físico. Si una estación tiene información que transmitir, 'captura' el testigo, lo marca como que está en uso e inserta la información. El testigo 'en uso', junto con el mensaje, pasa entonces alrededor del círculo, se copia cuando llega a su destino, y vuelve a la red. El emisor retira el mensaje enviado y pasa el testigo liberado a la próxima estación en línea.

3.2 SISTEMAS DE 64 BITS

En abril del 2003 AMD lanzó al mercado su microprocesador OPTERON, el primero en hacer que la computación x86 pasara de 32 bits a 64 bits, un adelanto que permite a las aplicaciones de computadora direccionar más memoria de forma exponencial, aumentando así su desempeño y permitiendo funciones que no son posibles con 32 bits; el Opteron fue diseñado para servidores;<sup>24</sup> considerándose el primer chip de 64 bits x86 compatible con versiones anteriores.

Figura 3.10  
Arquitectura del procesador Opteron (Hypertransport)



Fuente: Juan Pablo Canepa 2004

Unos meses después AMD lanzó al mercado el Athlon64, un microprocesador de 64 bits compatible con versiones anteriores para computadoras de escritorio y computadoras portátiles. Ambos procesadores ofrecen compatibilidad con versiones anteriores haciendo que los usuarios continúen utilizando software de 32 bits a medida que, con el tiempo, actualizan el hardware.

<sup>24</sup> Computadoras maestras utilizadas en los negocios para ejecutar redes corporativas, sitios de comercio electrónico y demás aplicaciones intensivas de alta gama.

Por su parte, Intel optó por una arquitectura completamente diferente, perdiendo la compatibilidad, es decir, la famosa línea Itanium de 64 bits no es compatible con sus predecesoras y fue pensado para servidores:

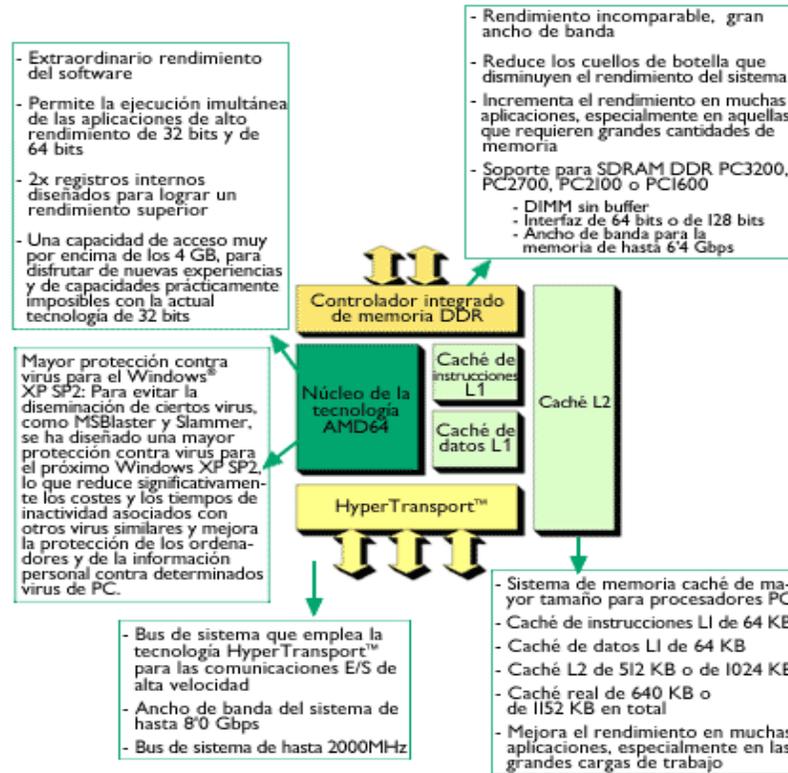
Hasta hace poco tiempo, la gran mayoría de servidores que se entregaban en todo el mundo eran servidores de 32 bits basados en el conjunto de instrucciones x86. Los profesionales de TI han implementado sistemas Windows de 32 bits ampliamente en estos servidores por su facilidad de uso, extensa funcionalidad y valor excepcional. Hoy día, la mayoría de servidores basados en x86 pertenecen a una nueva clase denominada "x64". Estos servidores cuentan con el mismo conjunto de instrucciones x86 familiar, pero con la funcionalidad añadida de 64 bits. Esto significa que pueden ejecutar el software existente de 32 bits, además del nuevo software de 64 bits.<sup>25</sup>

Sin embargo, Intel ya manejaba 64 bits en algunos de sus procesadores, específicamente el Pentium y el Pentium Pro; con el primero pudo casi triplicar el grado de integración en una pastilla o chip (de hasta entonces 1.2 millones de transistores a 3.1 millones) compatible con los procesadores de la serie 80xxx y cuya arquitectura resultaba muy similar a la de cada una de las unidades funcionales del 486; presentando una arquitectura superescalar que posibilitaba así que dos instrucciones pudieran ser procesadas en un solo ciclo de reloj: "Adicionalmente se incorporan en el Pentium: otra memoria caché integrada, una unidad de pronóstico de bifurcación (*Branch-Target-Unit*), así como su respectiva memoria intermedia, una ampliación de la unidad aritmética/lógica y una unidad que sirve para la generación de direcciones de las pipelines U y V."<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Informática de 64 bits con Windows Server 2003. [www.microsoft.com/spain](http://www.microsoft.com/spain). Consultado en la red el 12 de mayo del 2006.

<sup>26</sup> BIRMELIN, M., op. cit., pp. 53-54.

Figura 3.11  
Arquitectura del procesador Athlon™ 64  
Arquitectura del procesador AMD Athlon™ 64



Fuente: <http://www.amd.com/es->

En las arquitecturas Pentium, el ancho de banda del bus fue ampliado a 64 bits, de tal manera que los datos externos acceden a las unidades internas por un bus de datos de 64 bits a través de la unidad de interfaz del bus. A nivel interno son transferidos por la unidad de interfaz del bus y la caché a través de un bus bidireccional de 64 bits.<sup>27</sup> Internamente, el número de ciclos de reloj por instrucción a ejecutar fue reducido aún más y los mecanismos de protección, el soporte de aplicaciones multitareas y las posibilidades para una supervisión y un depuramiento automático, mejorado.

Dentro del procesador Pentium mismo, la velocidad interna del procesado fue drásticamente mejorada, sobre todo por las

<sup>27</sup> Los Pentium indicaron el final de la evolución de la arquitectura de 32 bits, por la aparición del Merced de Intel, un microprocesador con arquitectura de 64 bits.

considerablemente potentes, en comparación con el 80486, unidad de coma flotante y las dos unidades de caché. Sólo el completo rediseño de la unidad de coma flotante posibilita, por sus mejorados y más rápidos algoritmos, una ejecución de adiciones, sustracciones, multiplicaciones o divisiones hasta diez veces más rápidas comparadas con el 80486.<sup>28</sup>

El sistema de memoria del microprocesador Pentium tiene un tamaño de 4 GB, al igual que los microprocesadores 80386DX y 80486. La diferencia radica en el ancho del bus de datos de memoria; el Pentium utiliza un bus de datos de 64 bits para direccionar memoria organizada en ocho bancos, que contienen 512 MB de datos cada uno.

Es innegable que nada cambia tan rápido como el mundo de la tecnología, así, con el lanzamiento de los procesadores de 64 bits de AMD e Intel aunados a la nueva versión de 64 bits de Windows y la rápida adopción de la nueva arquitectura por otros fabricantes como Dell, HP e IBM, la implantación de sistemas de 64 bits como servidores y equipos de escritorio será factible.

### 3.2.1 Funcionamiento.

El funcionamiento de los microprocesadores depende del sistema de que se trate, así, AMD lanzó dos micros de 64 bits: el Opteron, para servidores y AMD64 al que sólo se añadieron instrucciones hasta completar un juego de instrucciones expandido de 64 bits; en otras palabras, AMD tomó las instrucciones de 32 bits de Intel (x86) y le añadió instrucciones; estos procesadores son compatibles con todo software actual.

De esta forma, el procesador Athlon 64, compatible con Windows, funciona sobre AMD64: "...una revolucionaria tecnología que permite al procesador, ejecutar las aplicaciones de 32 bits a la máxima velocidad y, al mismo tiempo, facilita la implementación de una nueva generación de potentes aplicaciones de software de 64

<sup>28</sup> BIRMELIN, M., op. cit., pp. 54.

bits.”<sup>29</sup> Por su parte, el Itanium II, de Intel, posee capacidad para ejecutar múltiples instrucciones lo que aumenta la eficiencia del procesador aunque su diseño resulta complejo pues debe predecir y optimizar el código que será ejecutado de una forma más inteligente. La arquitectura IA-64 utiliza un conjunto diferente de instrucciones, y su eficacia depende, en última instancia, de la nueva tecnología del compilador. Itanium es un procesador de palabra de instrucción muy larga (*Very Long Instruction Word* o VLIW), pues lee cadenas de instrucciones o palabras que están compuestas de múltiples órdenes combinadas.

El modelo adoptado por IA-64 es conocido como EPIC (*Explicitly Parallel Instruction Computing*), que es una evolución de VLIW. La idea de esta tecnología consiste en entregarle al compilador la tarea de realizar todos estos análisis y optimizaciones, de manera que produzca secuencias de instrucciones listas para ser paralelizadas. Esto permite eliminar gran parte de la complejidad de la CPU, ya que no necesita tener las estadísticas, *branch prediction*, etc., y por tanto necesitar (teóricamente) menos transistores y menos complejidad de diseño lo que redundaría en mucho mayor performance. Esto es, el costo de análisis que realiza la CPU en tiempo de ejecución tiene que ser reemplazado por algoritmos (extensos y sofisticados) que, una vez hechos en tiempo de compilación (con *mucho* más tiempo y recursos disponibles para calcular, por obvias razones), no debieran necesitar ser ejecutados nunca más.<sup>30</sup>

No puede negarse que en tecnología de 64 bits, el lanzamiento del Athlon 64 de AMD ha revolucionado la industria de las computadoras:

Dos detalles notables en la arquitectura AMD64 son:

1. Controladoras de memoria DDR en la CPU. Quitándole trabajo al *northbridge*, la CPU trabaja directamente con la controladora de la memoria. Esto reduce el tiempo que tarda la CPU en acceder la memoria, además, el tráfico ya no tiene que circular por el *northbridge* lo que reduce los cuellos de botella.

<sup>29</sup> Breve descripción del procesador AMD Athlon 64, <http://www.amd.com/es-> consultado en la red el 12 de mayo del 2006.

<sup>30</sup> CANEPA, Juan Pablo y COHEN Pacini, Daniel. *Comparación arquitecturas de 64 bits*. Septiembre del 2004, presentación digital. 64intelamd.pdf. p. 5.

2. *HyperTransport links*. La tecnología *HyperTransport* (HT) es un medio de transporte de I/O pensado para superar los problemas de los métodos tradicionales. Esta tecnología provee de canales punto a punto entre la CPU y el *northbridge*, y el *northbridge* y el *southbridge*. Estos canales funcionan muy parecido a las redes "ethernet" actuales, es decir, en ellos los datos viajan en forma serial etiquetados de manera tal que lleguen a destino, eliminando cableado para transportar el direccionamiento. Esto permite usar pocos cables a velocidades muy altas (hasta 800Mhz DDR), trasportando mucha más información con menos alambrado, luego simplificando el diseño de las placas madre. Estos *links* también pueden ser usados para comunicación inter-CPU en sistemas multiprocesador.

Finalmente, las implementaciones iniciales de AMD de esta arquitectura son el Athlon 64 (ClawHammer) y el Opteron (SledgeHammer). Posteriormente, apareció la versión Athlon64-FX, muy similar al Opteron, con mayores prestaciones para desktop.<sup>31</sup>

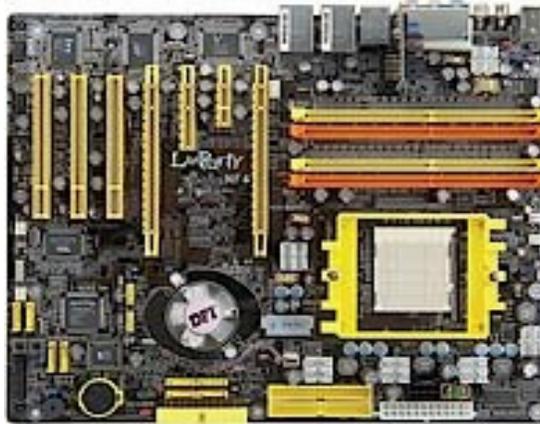
Por su parte, el procesador Pentium está dividido internamente en doce unidades funcionales: Unidad de interfaz del bus, caché de códigos y datos, unidad de codificación, unidad de control, unidad de entornos con la unidad aritmético/lógica para los pipelines U y V, unidad de coma flotante, unidad de segmentación y unidad de paginación, memoria intermedia de *prefetch*, memoria intermedia de escritura, memoria intermedia de writeback, memoria intermedia para un pronóstico de bifurcación y, unidad generadora de direcciones para el pipeline U y V.

En términos generales, los datos externos acceden a las unidades internas a través de la unidad de interfaz del bus (por un bus de datos de 64 bits) y la caché a través de un bus bidireccional de 64 bits: "La caché de códigos, muy unida al buffer de *prefetch*, recibe de éste las instrucciones, cargadas con anterioridad (*prefetched*) a través de un bus extra de 256 bits."<sup>32</sup> Únicamente en caso de que una operación requiera el acceso al bus del procesador se ve involucrada la unidad de interfaz del bus.

<sup>31</sup> *Ibíd*em, p. 7.

<sup>32</sup> BIRMELIN, M., *op. cit.*, pp. 54.

Figura 3.12  
Placa para el moderno AMD 64 Bits



Fuente: Juan Pablo Canepa 2004

La unidad de decodificación traduce las instrucciones en señales de bajo nivel y microcódigos. “La unidad de control ejecuta los microcódigos y, además, controla a la unidad de coma flotante. Los resultados internos son almacenados en registros internos dentro de la unidad de coma flotante o en la caché.”<sup>33</sup> Las cachés de datos y código utilizan el bus de datos de 64 bits, junto con la unidad del bus, así como también con la unidad de paginación.

Para la generación de direcciones disponemos de una unidad independiente de generación de direcciones además de las unidades de segmentación y paginación. Aquí son creadas las direcciones para los procesos Pipeline U y V, y transportadas cada una a través de un bus de 32 bits hacia la caché de datos; los procesos pipeline o en tubería posibilitan un proceso de dos instrucciones al mismo tiempo, en un ciclo de reloj.<sup>34</sup>

### 3.2.2 Modos de funcionamiento: Long mode y Legacy mode.

<sup>33</sup> Idem.

<sup>34</sup> Ibídem, pp. 54-55.

Los procesadores de la línea AMD64 pueden operar en dos modos principales, denominados *Long Mode* y *Legacy Mode*. El primero se divide a su vez en dos submodos: *64 bit-mode* y *Compatibility Mode*.

El diseño de la arquitectura de AMD permite el trabajar con sistemas operativos de 32 bits sin ningún problema, sacando provecho de la capacidad de esta arquitectura para operar en 2 modos: *legacy mode* y *long mode*. En el modo *legacy*, se pierden todas las capacidades de 64 bit, haciendo que el procesador funcione en un modo estrictamente 32 bits (necesario para el funcionamiento de la mayoría de los sistemas operativos actuales). El modo *Long*, a su vez, se divide en otros 2 submodos: *compatibility* y *64 bits*. El modo *compatibility* está pensado para que corran las nuevas versiones 64 bits de los sistemas operativos pero que corren aplicaciones de 32 bits como bases de datos o servidores web. La ventaja de esto es que si bien las aplicaciones de 32 bits están restringidas a trabajar con un espacio de direcciones máximo de 4 Gb, cada aplicación puede ocupar los 4 Gb por completo para ella, sin que esto implique un "overhead" para el sistema operativo, que, por debajo, está trabajando con direccionamiento de 64 bits, luego puede usar el espacio extra. Finalmente, el modo *64 bits* supone un sistema operativo y aplicaciones compiladas para trabajar nativamente en 64 bits.<sup>35</sup>

*Long Mode* exige un sistema operativo de 64 bits. En *64 bit-mode*, todos los procesos deben ser de 64 bits; es decir, no puede ejecutarse software de 32 ni de 16 bits (el MS-DOS no existe más, ni siquiera con emulación, al igual que el modo virtual 8086). En *compatibility mode*, se pueden ejecutar programas de 32 bits, aunque no de 16 bits (aquí tampoco sobreviven ni el modo virtual 8086 ni el MS-DOS).

*Legacy Mode* ofrece soporte x86 real, a la vez que 8086 virtual y protegido (para instalar sistemas operativos de 16 y 32 bits). Pueden ejecutarse aplicaciones de 16 y de 32 bits, con lo cual el procesador se comporta en forma idéntica a las máquinas actuales.

Por su parte, los procesadores Intel de 64 bits se caracterizan por la arquitectura que usa palabras de instrucciones largas (LIW).

<sup>35</sup> CANEPA, J. P., et al, op. cit., pp. 6-7.

### 3.3 APLICACIÓN DE 64 BITS EN SOLUCIONES DE 32 BITS

La arquitectura Intel Itanium incluye el nivel de ejecución IA-32, el cual permite ejecutar el software de 32 bits existente. Esto ayuda a simplificar las migraciones mediante la compatibilidad fluida con aplicaciones de 32 bits dependientes que no son críticas para el rendimiento de las aplicaciones centrales, a diferencia de sus primeros procesadores de arquitectura de 64 bits no compatibles, pudiendo ejecutar aplicaciones de 32 bits y de 64 bits en forma simultánea a través de los sistemas operativos de 64 bits. Mientras que la arquitectura AMD desde el principio se caracterizó por su compatibilidad; es de hacerse notar que AMD ha sido el primero en la industria de la computación en lanzar al mercado un nuevo procesador x86 de doble núcleo para la informática de 32 y 64 bits.

AMD presentó un servidor de 4 sockets alimentado por cuatro procesadores AMD Opteron™ de doble núcleo, fabricados según el proceso SOI de 90 nm. La avanzada Arquitectura de Conexión Directa de AMD, permite conectar dos núcleos en la misma placa. Desde que se hiciera pública la plataforma AMD64 en 1999, AMD ha indicado en varias ocasiones que AMD64 había sido diseñada desde el principio con el fin de optimizarla para múltiples núcleos. AMD Opteron con procesamiento de doble núcleo, es un ejemplo más del modo en que AMD está ampliando su liderazgo en arquitecturas.<sup>36</sup>

#### 3.3.1 Modos de ejecución: tradicional, compatible con 32 bits y de 64 bits.

<sup>36</sup> [www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm](http://www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm) AMD presenta el primer procesador x86 de doble núcleo. Consultado en la red el 12 de mayo del 2006.

La posibilidad de utilizar aplicaciones de 32 bits con los nuevos procesadores AMD de 64 bits se ha conseguido modificando la arquitectura x86 para que admita tres modos de ejecución:

Modo tradicional: sistema operativo de 32 bits con aplicaciones de 16 y 32 bits.

Modo compatible con 32 bits: sistema operativo de 64 bits con aplicaciones antiguas (16 y 32 bits).

Modo de 64 bits: sistema operativo de 64 bits con aplicaciones de 64 bits.

El AMD64 Instruction Set Architecture (ISA) AMD64 extiende el actual x86 y ejecuta nativamente códigos 32-bit sin “modo de emulación” para degradar el rendimiento. Para software de 32-bit que no requiere implementaciones inmediatas 64-bit, los sistemas basados en el procesador AMD64 serán capaces de proporcionar un rendimiento de aplicación total que debería continuar mejorando con las mejoras del rendimiento de la plataforma AMD64.<sup>37</sup>

El Windows XP actual de 32 bits opera sobre los chips AMD64 utilizando el *Legacy Mode*, por lo cual no ofrece ventaja con respecto a los actuales procesadores de 32 bits y los drivers (incluyendo software de grabación y códecs de video) para funcionar en 64 bits deben ser reescritos, por lo cual la existencia de éstos está limitada a los que se incluyan con el sistema operativo. A medida que los fabricantes de accesorios vayan renovando sus líneas de productos, el mercado se irá poblando con drivers de 64 bits. Mientras tanto, el software de 32 bits funcionará con una penalización, ya que está usando el modo de compatibilidad, que no es el nativo del procesador.

El software de 16 bits sólo puede operar en Long Mode/Compatibility Mode poniendo el bit CS.D en 0, lo que obliga a crear todo un subsistema de 16 bits. El

<sup>37</sup> Breve descripción... op. cit.

software MS-DOS directamente no puede funcionar en esta modalidad, al no existir el modo virtual x86. Por tal motivo, Microsoft sólo contempla el subsistema de 32 bits en sus desarrollos para AMD64. A pesar de lo señalado anteriormente:

La compatibilidad con x86 hace de la plataforma informática AMD64 la primera de 64-bit diseñada para ser compatible con el flujo principal de aplicaciones PC, asimismo, ofrece rendimiento de clase mundial haciéndola adecuada para soluciones que van desde la PC del cliente consumidor a Grupos (Cluster) de Alto Rendimiento. La combinación de flexibilidad y escalabilidad reconcilia el amplio rango de requerimientos de capacidades y rendimiento que los profesionales IT enfrentan hoy en día.

Los procesadores AMD64 apoyan la tecnología HyperTransport™, que proporciona un ancho de banda escalable interconectada entre procesadores, subsistemas I/O y otros conjuntos de chips (chipsets). Esto ayuda a incrementar el rendimiento global del sistema, eliminando cuellos de botellas I/O, integrándose eficientemente con “legacy buses”, incrementando el ancho de banda, la velocidad y reduciendo la latencia.<sup>38</sup>

### 3.3.2 Innovaciones en arquitectura de 64 bits.

Es de resaltar que en la actualidad aún no existen estudios serios y confiables sobre la arquitectura de 64 bits, por lo cual, para poder acceder a las innovaciones y especificaciones de dicha arquitectura es necesario recurrir a las páginas oficiales de AMD e Intel, donde los datos proporcionados son mínimos. En relación a los procesadores AMD, se obtuvo la siguiente información: El núcleo AMD64 proporciona un rendimiento de 32 bits incomparable, así como soporte para las futuras aplicaciones de 64 bits:

1) Tecnología que ofrece la máxima velocidad para el código base x86, con el objetivo de proporcionar un rendimiento pleno de 32 bits y además, permitir la utilización de aplicaciones de 64 bits.

<sup>38</sup> Idem.

—Direccionamiento físico de 40 bits, direccionamiento virtual de 48 bits.

—8 nuevos registros de números enteros de 64 bits (dieciséis en total).

—8 nuevos registros SSE/SSE2 de 128 bits (dieciséis en total) Incluye soporte para la tecnología 3DNow!™ Professional y SSE2.

2) Controlador integrado de memoria DDR con un gran ancho de banda y baja latencia:

—Soporte para SDRAM DDR PC3200, PC2700, PC2100 ó PC1600.

—DIMM sin buffer.

—Memoria SDRAM DDR de 72 bits (interfaz de 64 bits + ECC de 8 bits).

—Ancho de banda de hasta 6'4 Gbps.

—La protección ECC permite incrementar la fiabilidad del sistema.

3) Tecnología HyperTransport™ para comunicaciones de E/S, de alta velocidad:

—Un vínculo de 16 bits y hasta 2000 MHz.

—Ancho de banda E/S HyperTransport™ de hasta 8 Gbps.

—Ancho de banda total, proporcionado desde el procesador al sistema, de hasta 14'4 Gbps.

4) Gran caché en chip de alto rendimiento:

—Caché de instrucciones Nivel 1 de 64 KB.

—Caché de datos Nivel 1 de 64 KB.

—Caché Nivel 2 de hasta 1 MB.

—Predicción del direccionamiento mejorada para una mayor precisión con el objetivo de prever las llamadas de instrucciones.

—Estructuras TLB reforzadas para una mejor gestión de la memoria, en las complejas cargas de trabajo.

En términos generales se puede establecer que la tecnología AMD64 dobla el número de registros del procesador y aumenta drásticamente la accesibilidad a la memoria del sistema; establece un mejor soporte para las instrucciones multimedia incluyendo la tecnología 3Dnow, profesional y SSE2; posee un bus de sistema de hasta 2000 MHz, empleando la tecnología Hyper Transport con un ancho de banda total del procesador al sistema de hasta 14.4 Gbps; tiene un controlador de memoria integrado con un ancho de banda máximo de memoria de hasta 6.4 Gbps, con soporte para PC3200, PC2700, PC2100 o PC1600 DDR SDRAM; y, una ejecución nativa del software de 32 bits que le permite proporcionar un excelente rendimiento con el software para PC actual, al mismo tiempo que realiza una migración sencilla hacia el software de 64 bits.

Por otro lado, algunas de las características que definen EPIC de acuerdo a Intel, son las siguientes:

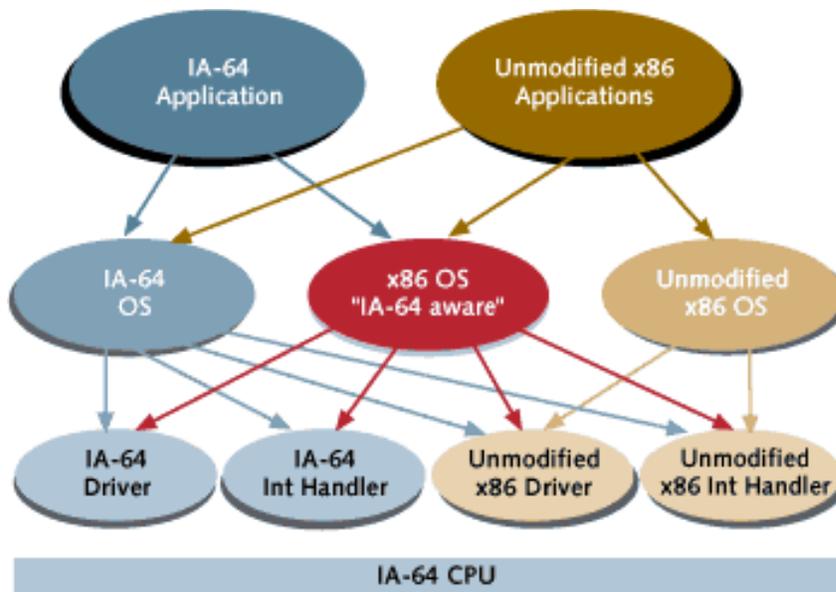
—Gran cantidad de registros.

—Paralelismo explícito en el código de maquina: Dependencias entre instrucciones son encontradas y manejadas por el compilador, no por el procesador.

—Carga especulativa. Se cargan datos de memoria anticipadamente.

—Predication: Las instrucciones de las distintas ramas de un salto son marcadas por registros de atributo (*predicate registers*) para ser ejecutadas simultáneamente.

Figura 3.13  
Combinaciones permitidas entre las aplicaciones y sistemas operativos de IA-64 y x86



Fuente: <http://www.ilustrados.com/publicaciones>

En términos generales se puede expresar que el Itanium de Intel, basado en la arquitectura EPIC está destinado a grandes servidores que requieren gran potencia de cálculo y grandes cantidades de memoria cuyo punto fuerte son las operaciones en punto flotante, con un direccionamiento plano (no existen instrucciones para el indexado, solo existen operaciones post-incremento con punteros); además, posee

compatibilidad 32 bits emulada (de bajo rendimiento); posee un ancho de banda de hasta 64 GB/s, soporta DDR 266 ECC.

Ello significa que los procesadores de 64 bits pueden trabajar el doble de información en el mismo ciclo de reloj, asimismo acceder a mayor capacidad de memoria y procesar archivos más grandes.

### 3.4 CONJUNTO DE INSTRUCCIONES

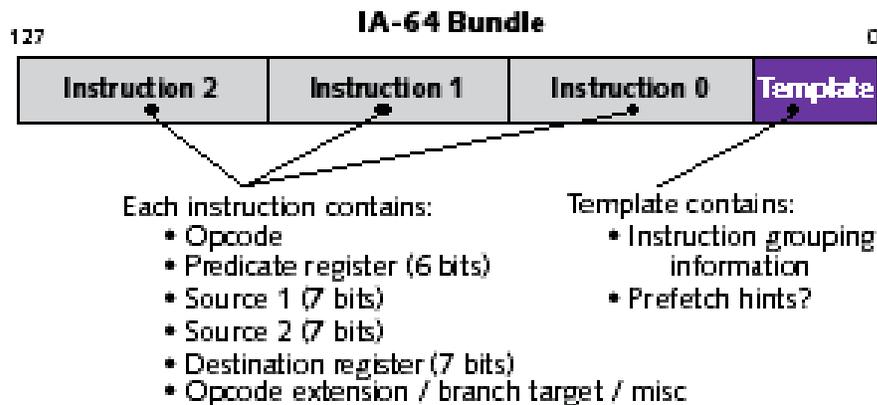
Generalmente, las estructuras física y lógica de la computadora se describen en los manuales de referencia que se proporcionan con el sistema, tales manuales explican la construcción interna de la CPU, incluyendo los registros de procesador disponibles y sus posibilidades lógicas; también listan todas las instrucciones que se implantan con hardware, especifican su formato en código binario y proporcionan una definición precisa de cada instrucción. Una función de la unidad de control dentro de la CPU es interpretar cada código de instrucción y proporcionar las funciones de control necesarias para procesar la instrucción.

El formato de una instrucción se muestra en una caja rectangular que simboliza los bits de la instrucción conforme aparece en la palabra de memoria o en un registro de control. Los bits de la instrucción se dividen en grupos llamados campos; los campos que se encuentran los formatos de instrucción son: un campo de código de operación que especifica la operación que se va a ejecutar, un campo de dirección que representa una dirección de memoria o un registro de procesador, y un campo de modo que especifica la manera en que se determina el operando o la dirección efectiva.

En los modelos de ejecución de instrucciones típicos usados en la actualidad, las instrucciones vienen en un *stream* sin mayores consideraciones, y la CPU las paraleliza mediante análisis estadísticos y heurísticos, que determinan cuáles instrucciones son independientes de otras, tratan de acertar qué decisión tomará un *branch*, etc. Esto

permite aprovechar lo más posible los distintos componentes de la CPU para ejecutar a la vez tareas distintas, posiblemente en un orden distinto al que están escritas (*out-of-order execution*) pero con el mismo resultado.

Figura 3.14  
Formato de instrucciones de la IA-64



Fuente:

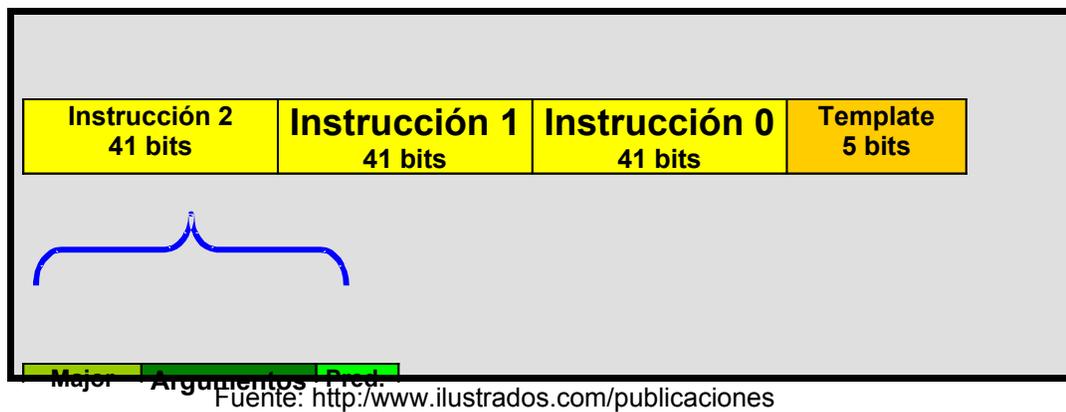
<http://www.ilustrados.com/publicaciones>

Varias CPU especializadas y de propósito único han utilizado la arquitectura VLIW, pero Itanium es la primera implementación en un procesador de propósito general. Si se analiza detalladamente la arquitectura del Itanium, se observa que se parece más a los procesadores RISC que a los basados en tecnología x86. Sin embargo, una gran diferencia entre el Itanium y la tecnología que utilizan los actuales y más modernos procesadores RISC es el uso de técnicas mejoradas de procesamiento paralelo. Los sistemas RISC no consiguen procesar las instrucciones en paralelo de manera efectiva. Sin embargo, Itanium puede procesar hasta seis instrucciones en paralelo por ciclo de reloj. Intel ha denominado Computación de Instrucciones Paralelas Explícitas (*Explicit Parallel Instruction Computing* o EPIC) al diseño del procesamiento paralelo de Itanium.

EPIC elimina la necesidad de que la CPU realice un procesamiento complejo y descompuesto, como ocurre en la arquitectura x86. En este caso, es el compilador —en vez de la CPU— el que se encarga de realizar el trabajo previo de paralelización del esquema de instrucciones maquina.

El compilador crea las instrucciones que el procesador ejecutará, y, en el caso de Itanium, debe determinar las dependencias de cada instrucción así como aquellas que pueden correr en paralelo.

Figura 3.15  
Conjunto de instrucciones EPIC



Como se puede observar en la figura 3.15, el conjunto de instrucciones es RISC pero se agrupan en paquetes de tres (*VLIW, Very Long Instruction Word*). El *Template* indica al procesador cómo y cuándo ejecutar las instrucciones.

Por su parte, las instrucciones de AMD64 siguen presentando las mismas características que los procesadores anteriores con que son compatibles.

## CAPÍTULO IV

# ARQUITECTURA DE 64 BITS EN AMD, INTEL Y COMPATIBILIDAD DE SOFTWARE

La arquitectura de 64 bits surgió como solución a necesidades tales como: una nueva plataforma para servidores *high end* que reemplazara y evolucionara las arquitecturas de ese segmento como HP-PA y DEC Alpha; y para superar la arquitectura de 32 bits que ya presentaba evidentes limitaciones. En este contexto AMD e Intel son los principales fabricantes.

Un procesador de 64 bits se caracteriza porque sus registros de direcciones y datos son precisamente de 64 bits. Esto significa que es posible romper el límite de 4 GB de memoria de los micros de 32 bits, alcanzando más de un terabyte de memoria direccionable. Además, estos registros de 64 bits permiten operar con el doble de datos por cada ciclo de reloj, es decir, a igualdad de gigahercios el rendimiento de un procesador de 64 bits es muy superior al de un procesador actual. Sin embargo, mientras Intel incide en el aspecto de mejoras de rendimiento de sus chips, AMD lo hace en la capacidad de proceso.

Los últimos procesadores de AMD e Intel soportan la arquitectura x64. Y más importante todavía: ambas líneas de procesador ejecutan los mismos códigos binarios, lo que simplifica notablemente el trabajo a los desarrolladores de aplicaciones y profesionales de TI.

Las ofertas iniciales de AMD e Intel estaban orientadas a máquinas de tipo servidor –los chips AMD Opteron e Intel Xeon fueron los primeros procesadores con capacidad x64 en ambos casos. Pero ahora los dos fabricantes soportan procesadores x64 en máquinas de tipo workstation –AMD Athlon 64 y AMD Athlon 64 FX, por parte de AMD, y el Pentium IV con EM64T por Intel.

La amplia disponibilidad de procesadores para estaciones de trabajo y servidores que ofrecen AMD e Intel supone un punto de inflexión en el proceso de adopción de los procesadores de 64 bits por el mercado. A finales de 2005, prácticamente todos los

---

sistemas de servidor estarán equipados con procesadores de 64 bits, tanto si van a ejecutar sistemas de 32 bits como de 64 bits.<sup>1</sup>

Lo último de Intel es Tulsa, un diseño de chip Xeon de núcleo dual que amplía el rendimiento del Xeon al correr a 3,4 GHz a diferencia del actual Paxville con una velocidad de 3 GHz, asimismo, incluye una memoria caché unificada de 16 Mb que permite un acceso rápido a los datos. Asimismo, AMD posee dos cachés separados al manejar el doble núcleo. Estos cambios permiten incrementar el rendimiento de algunas aplicaciones hasta en un diez por ciento.

La industria de los procesadores no se detiene. Tanto AMD como Intel, presentaron recientemente sus chips basados en la nueva tecnología dual-core (doble núcleo), y prometen una dura competencia en el mercado de servidores corporativos. A comienzos de agosto, AMD anunció la disponibilidad de su procesador Opteron de doble núcleo para los modelos 165, 265 y 865. Dos semanas más tarde, Intel hizo lo propio con los modelos Intel Xeon dual-core e Intel Xeon MP, que posee tecnología Hyper-Threading. En ambas empresas, hay una creciente preocupación por aumentar el poder de cómputo de los equipos, debido a que las aplicaciones empresariales requieren cada vez más disponibilidad de los sistemas.

Y en coincidencia, tanto AMD como Intel se preocupan también por disminuir el gasto de energía que realizan sus procesadores. AMD anunció que en los próximos cinco años, lanzarán procesadores que tendrán un consumo de 55 watts. Durante el Intel Developer Forum realizado en la ciudad de San Francisco a finales de agosto, Paul Otellini, CEO de Intel, aseguró que uno de los temas clave para su compañía era intentar reducir la demanda de electricidad de sus chips. En el camino hacia la tecnología multicore, las dos empresas buscarán cubrir la demanda de mayor procesamiento que requieren los sistemas corporativos, que hoy requieren altas velocidades de respuesta y capacidad de funcionar en modo multitasking sin resignar desempeño.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> RUSSEL, Charlie. *Guía de escenarios de ediciones 64 bits de Windows Server 2003 (x64)*. Microsoft Windows Server, abril 2005. p. 7.

<sup>2</sup> <http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/tn/sep05-03.mspx> Consultado el 11 de marzo del 2006.

Los procesadores de núcleos dobles representan un gran avance en la tecnología computacional, en principio porque facilitan las operaciones multitarea, pues en los sistemas de un solo núcleo las operaciones multitarea pueden sobrepasar la capacidad del procesador central, reduciendo así el rendimiento puesto que las operaciones deben esperar para ser procesadas; en cambio, en los de doble núcleo como cada uno tiene su propia memoria caché, el sistema operativo cuenta con suficientes recursos para manejar las mayorías de las tareas de cómputo en paralelo. De aquí que la tecnología de núcleos múltiples pueda mejorar la eficiencia del sistema y el rendimiento de las aplicaciones en computadoras que ejecutan varias aplicaciones al mismo tiempo.

Se considera que la tecnología de núcleos múltiples proporciona las siguientes ventajas:

—Mayor eficiencia del sistema y rendimiento de las aplicaciones para computadoras que ejecutan múltiples aplicaciones.

—Aumento en el rendimiento de las aplicaciones de hilado múltiple.

La tecnología SMP (multiproceso simétrico) ha sido utilizada durante mucho tiempo para aumentar la capacidad y la eficiencia de cómputo al distribuir las cargas de cómputo a través de múltiples procesadores. La tecnología SMP resulta especialmente efectiva en ambientes de hilado múltiple donde se necesitan manejar muchas tareas (hilados) simultáneamente.<sup>3</sup>

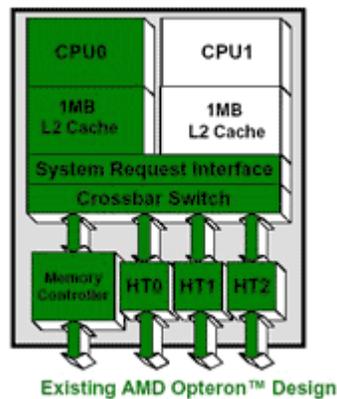
—Soporte para más usuarios o tareas en aplicaciones de transacciones intensivas.

—Rendimiento superior para aplicaciones de cómputo intensivo.

<sup>3</sup> [http://www.amd.com/es-es/Processors/ProductInformation/0,,30\\_118\\_9331,00.html](http://www.amd.com/es-es/Processors/ProductInformation/0,,30_118_9331,00.html) Consultado el día 11 de mayo del 2006.

- Requerimientos generales de infraestructura más simplificados.
- Eliminación de problemas térmicos y ambientales.

Figura 4.1  
AMD Opteron de doble núcleo



Fuente: [www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm](http://www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm)

A medida que crece la demanda por el rendimiento de las aplicaciones, los diseñadores de procesadores están enfrentando el hecho de necesitar más poder para manejar una mayor capacidad de cómputo. Más poder significa que los niveles de disipación también necesitan ser manejados. Súmale a esto la demanda por computadoras más pequeñas: más servidores en un rack, PCs portátiles más delgadas y ligeras y PCs de escritorio que ocupen menos espacio. El procesamiento de núcleos múltiples ayudará a enfrentar estos retos. Esta evolución tecnológica traerá mayor rendimiento y productividad, permitiéndole a las computadoras pequeñas ejecutar complejas aplicaciones simultáneamente y completar más tareas en períodos más cortos.<sup>4</sup>

Es innegable que la arquitectura de 64 bits constituye un gran avance en la ingeniería de sistemas; por su parte, los principales proveedores de soluciones de software (sobre todo empresarial), entre ellos Microsoft se han aplicado a optimizar sus productos para su compatibilidad con los nuevos procesadores; así, la plataforma Microsoft Windows de 64 bits proporciona alta disponibilidad, escalabilidad avanzada y

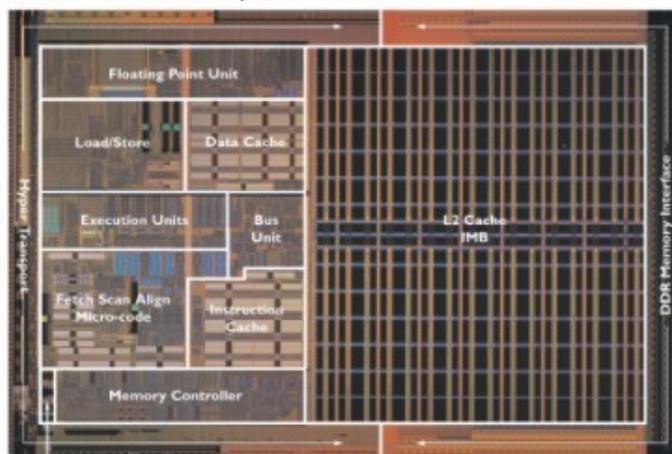
<sup>4</sup> Idem.

soporte para grandes cantidades de memoria, tomando como base los procesadores Intel Itanium, con sus características de multiprocesamiento, extensiones aritméticas de punto flotante avanzadas (hasta 6,4 GFLOPS a 800 mHz para un alto rendimiento de gráficos 3D) e instrucciones específicas de multimedia.

#### 4.1 COMPLEMENTACIÓN DE LOS PROCESADORES AMD DE 64 BITS

Actualmente, la plataforma AMD 64 está liderando la informática de 64 bits, está compuesta por los procesadores AMD Opteron, AMD Athlon 64 y la tecnología Mobile AMD Turion 64; diseñados explícitamente para permitir la informática simultánea de 32 y 64 bits sin perder rendimiento. La arquitectura de CPU AMD64 representa la entrada de AMD al mercado de los microprocesadores de 64 bits conocida como x86-64; se trata de una simple extensión del conjunto de instrucciones x86 para manejar direcciones de 64 bits, además de la extensión, contempla mejoras adicionales como duplicar el número y tamaño del número de registros de uso general y de instrucciones SSE. (El primer procesador para este conjunto de instrucciones fue el Opteron lanzado en abril del 2003).

Figura 4.2  
Interior de los procesadores basados en AMD



Fuente: <http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=110>

Los conjuntos de operaciones soportados por los procesadores AMD son varios: x86, las extensiones MMX y 3Dnow, así como SEE y SEE2 además de la AMD64. Las cachés que incorpora son dos: L1 que se divide en dos subgrupos (de datos compuesta por 64 kb y la de instrucciones de 64 kb) y la L2 cuyo tamaño varía según el modelo (puede ser 256 kb, 512 kb y 1024 kb), esta caché es la que proporciona los datos e instrucciones a la primera (L1).

Las cachés y el núcleo representan gran parte física del procesador, pero otra gran parte, la mayor individualmente, y por primera vez integrada en los procesadores AMD, es el puente norte. Hasta ahora la memoria RAM, la interfaz HyperTransport y la interfaz hasta el núcleo procesador habían sido controladas por un chip llamado puente norte, el conjunto de éste más el puente sur forman el conocido Chipset. En el nuevo AMD 64 dichas funciones pasan a estar integradas en el microprocesador, constituyendo cerca de un tercio del volumen de éste. Cabe decir que aún sin estas funciones sigue existiendo el puente norte con las demás funciones, interfaz SATA y pATA, AGP, etc.

Como hemos visto el HyperTransport está integrado en el microprocesador, lo que no sabíamos es que su interfaz trabaja a 8 bits en cada sentido, 16 bits en total, lo que proporciona un ancho de banda de 6.4 Gbps (3.2 en cada dirección.) La velocidad a la que trabaje este, que puede ser superior a los 200 Mhz a los que trabaja actualmente, se determina durante la configuración del software del sistema, aunque podemos imaginar que no necesitamos una mayor frecuencia, pues en el caso de poder ser soportada ya habría sido instalada por AMD. Por otra parte, y como ya sabemos, el tipo y tamaño de memoria RAM eran determinados por el puente norte, siendo esto independiente del procesador. Ahora se invierten los papeles, y si queremos instalar cualquier memoria RAM hemos de fijarnos en que sea soportada por el mismo procesador. En nuestro caso, la memoria podría ser Dual, y sus velocidades comprendidas entre 200 Mhz y 400 Mhz, con un mínimo de 32 Mb y un máximo de 4 Gb.

Para aquellos que se atrevan a modificar el multiplicador de su CPU deben saber que pueden obtener velocidades desde los 800 Mhz a 4x hasta los 2600 Mhz a 13x. Por último, y pueden ser cuestiones que nos aparezcan si deseamos hacer overclocking, o cambiar de ventilador, la temperatura del microprocesador para poder funcionar debe estar comprendida entre los -55° C hasta los 85° C.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=110> Consultado el 21 de mayo del 2006.

Por otra parte, la controladora DDR integrada al procesador permite incrementar el ancho de banda (6.4 gigabits por segundo) y la reducción de la latencia, lo que aumenta el rendimiento del procesador permitiendo instalar hasta 8 Gb de memoria por cada procesador; asimismo AMD integra Hyper Transport consiguiendo mayor ancho de banda. Para conectar un procesador a otro soporta hasta tres vínculos mediante el Hyper Transport por lo que el ancho de banda soportado por cada procesador es de 19.2 Gbps (6.4\*3).

Figura 4.3  
Integración de la controladora DDR



Fuente: <http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=110>

Es de resaltar que el consumo producido por el Hyper Transport es de 1.2 voltios reduciendo así la temperatura, otras características importantes son los 64 bits de datos y direcciones que incorporan 48 bits para direcciones virtuales y 40 para direcciones físicas.

El último lanzamiento de AMD consistió en el Athlon 64 FX que trabaja a 2,4 GHz y ofrece soporte completo para aplicaciones de 32 y 64 bits; posee un controlador de memoria DDR Dual Channel de 128 bits integrado en el microprocesador y no en el northbridge del chipset reduciendo enormemente el tiempo de acceso a la memoria (latencia). La comunicación con el chipset de la placa se realiza mediante un canal de alta velocidad (Hyper Transport) con lo que puede alcanzar hasta 1,6 GHz en modo full

duplex bidireccional, ofreciendo un ancho de banda de 6,4 GB/s para acceder al bus AGP y periféricos como discos duros, tarjetas de red, dispositivos USB, etc.

#### 4.1.1 Implementación del sistema operativo y del software.

Es innegable que los cambios en la arquitectura tienen impacto en cada componente del sistema, lo que afecta también a los sistemas operativos y sus aplicaciones. El rápido desarrollo que ha tenido la arquitectura de software a lo largo de la última década no es casual, el software siempre ha tenido una estructura evolutiva, esto es, ha ido acoplándose a las necesidades de los usuarios, el software también denominado programa consiste esencialmente en el conjunto de instrucciones que ejecuta una computadora; la nueva arquitectura de 64 bits también representa un gran avance desde el punto de vista del software: “Como vimos, los sets de instrucciones de IA64 y AMD64 son completamente diferentes; los AMD64 pueden funcionar bien con sistemas operativos actuales de 32 bits, pero sin sacarle el máximo provecho.”<sup>6</sup>

AMD ha logrado llevar la tecnología de 64 bits a los servidores con su modelo Opteron basado en el procesador AMD 64, ya que su arquitectura permite ejecutar sistemas operativos y aplicaciones tanto de 32 bits como de 64 bits al mismo tiempo e instrucciones x86, MMX, 3Dnow, SSE, SSE2 y AMD64. AMD 64 permite la posibilidad de instalar varios procesadores en un mismo ordenador para usarlos individualmente, para lo cual fueron divididos en tres ramas, cada una dirigida a una escalabilidad distinta:

Serie 100 = 1 solo procesador

Serie 200 = 2 procesadores

Serie 800 = 8 procesadores

<sup>6</sup> CANEPA, J. P., et al, op. cit., pp. 7-8.

El optar por cualquiera de ellos no significa que se deba instalar el número de procesadores especificados, sino que se tiene la posibilidad de hacerlo.

Actualmente se encuentran disponibles para AMD los siguientes sistemas operativos:

—RedHat Linux: *Enterprise Linux* a partir de versión 3 y *Fedora Core* a partir de versión 2.

—SuSE Linux: *Enterprise Server* a partir de versión 8; *Professional* a partir de 9.1; y *Desktop*.

—FreeBSD 5.2.

—Microsoft Windows XP for 64-bit Extended Systems (a partir del fin del 2004/principios del 2005).

—Microsoft Windows Server 2003 for 64-bit Extended Systems (desde fines de 2004/principios de 2005).

—Sun Solaris 10 (desde fines de 2004/principios de 2005).

En la actualidad no todas las compañías ofrecen soporte de 64 bits e incluso entre aquellas que lo ofrecen, éste en general se limita a sus últimos modelos por lo que mezclar dispositivos más antiguos con arquitecturas de 64 bits parece no ser una buena opción.

En el caso de Windows IA/64 tenemos un cambio importante al pasar de los antiguos .INF a los nuevos .IA64 los cuales contienen información de drivers para 64 bits. Estos pueden ser mezclados con los antiguos INF dando soporte a ambas arquitecturas con un solo driver.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> *Ibidem*, op. cit., p. 9.

Para otras aplicaciones la transición a 64 bits puede hacerse recompilándola con el compilador y las optimizaciones adecuadas para la arquitectura. Para la implementación del sistema operativo y del software, habrá que basarse en las instrucciones o manuales de cada tipo de sistema o software que se requiera implantar puesto que existen diversos tipos de sistemas operativos y distintos programas o softwares (juegos, videos, etc.) que requieren distintas instrucciones para su implementación, de acuerdo a los datos obtenidos parece ser que dichas instrucciones, correspondientes a los sistemas operativos para 64 bits han sido simplificadas para su implementación y ejecución.

Actualmente existen ya sistemas operativos (Microsoft, Linux) en versiones desktop y servers; y muchas empresas de software empiezan a desarrollar versiones de sus productos para x86-64 (Microsoft, Oracle, Mysql), además en muchos casos, basta recompilar. Aún cuando sea lenta la producción de aplicaciones para este nuevo set de instrucciones, la compatibilidad 32-64 bits que ofrece x86-64 permite trabajar con un programa en 32 bits hasta que salga la versión de 64 bits sin necesidad de cambiar de equipo ni reinstalar un nuevo sistema operativo.

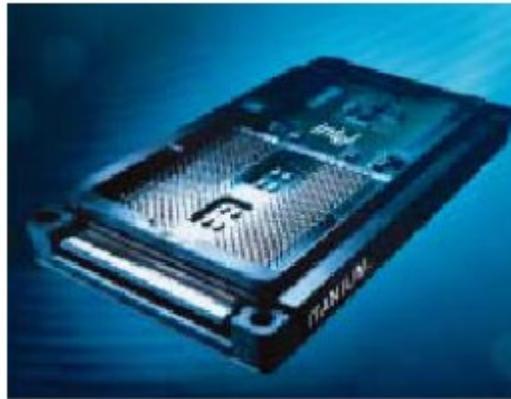
## 4.2 SOLUCIONES INTEL

La última tecnología incorporada por Intel a sus procesadores es la denominada Hyper Threading para conseguir mayor rendimiento, así, el Pentium fue diseñado y dividido en cinco partes para realizar procesamientos más rápidos. Existen ya algunas soluciones Intel para procesadores de 64 bits:

Las soluciones de servidor de 64 bits basadas en los procesadores Intel® ofrecen convincentes ventajas de TI y empresariales, ya esté migrando sus aplicaciones de 32 bits a la informática de servidor de 64 bits o sustituyendo costosas plataformas basadas en RISC de propietario. Intel ya ha distribuido más de un millón de procesadores para servidores de 64 bits y dispone de un registro de seguimiento demostrado para simplificar

migraciones y proporcionar soporte rentable, potente y flexible para la informática empresarial global basada en plataformas de servidor de 64 bits.<sup>8</sup>

Figura 4.4  
Procesador Itanium



Procesador Itanium™

Fuente: Sergio Garrido Chamorro

Intel ofrece dos plataformas de servidor de 64 bits complementarias: los servidores de 64 bits basados en el procesador Intel Xeon con Intel EM64T (de gran rendimiento tanto para aplicaciones de 32 como de 64 bits, ofrece una transición perfecta y asequible para la informática de servidor de 64 bits; y, los servidores de 64 bits basados en el procesador Intel Itanium (ofrece rendimiento, escalabilidad, fiabilidad, disponibilidad y facilidad de gestión).

**La tecnología de memoria ampliada Intel® 64 (Intel® EM64T) requiere un sistema informático con un procesador, un chipset, una BIOS, un sistema operativo, controladores de dispositivo y aplicaciones preparadas para Intel EM64T. El procesador no funcionará, ni siquiera en el modo de 32 bits, sin una BIOS preparada para Intel EM64T. El rendimiento variará dependiendo de las configuraciones de hardware y de software. Los sistemas operativos, BIOS, controladores de**

<sup>8</sup> <http://www.intel.com/cd/business/enterprise/emea/spa/bss/products/server/209126.htm> Consultado el 29 de mayo del 2006.

---

**dispositivo y aplicaciones preparadas para Intel EM64T  
podrán no estar disponibles.<sup>9</sup>**

---

Actualmente existen 19 fabricantes de servidores que comercializan sistemas basados en la arquitectura de 64 bits de Intel y más de cien aplicaciones se encuentran en fase de producción. Las estaciones de trabajo para diseño gráfico y los grandes sistemas de bases de datos de gama alta, como Microsoft SQL Server, serán los que se beneficiarán de una forma más directa de los nuevos procesadores. Las cada vez más numerosas aplicaciones de *datawarehousing*, soluciones ERP, CRM y de apoyo a la toma de decisiones, junto a la proliferación de tiendas virtuales, obtendrán mayor rendimiento de los aumentos de direccionabilidad de memoria del nuevo procesador. En cuanto a la parte servidor, los 64 bits están dirigidos a soportar aplicaciones para servidores Web, servicios de archivo e impresión conjuntos, inteligencia de negocio, ingeniería y ciencias.

La estrecha relación que mantienen Microsoft e Intel (que empezó en 1997), de apoyo a la arquitectura y a su último procesador, Itanium 2, ha establecido un entorno óptimo para el desarrollo de la actual generación de aplicaciones y sistemas de 64 bits. Microsoft confía en que el establecimiento de la nueva arquitectura facilite que los usuarios corporativos obtengan nuevas posibilidades que permitan la evolución de su negocio. "Microsoft Windows 2000 Advanced Server Limited Edition establece las bases de tecnología kernel de 64 bits en la que se basarán las siguientes versiones .NET. Mientras, el actual sistema de Microsoft soporta ocho procesadores Itanium y 64 Gb de memoria física y es capaz de emplear bases de datos voluminosas específicamente diseñadas para Business Intelligence, Data Warehousing, Servicios Web con caching de gran escala y entornos donde las comunicaciones seguras son prioritarias", apunta Velle Kolde, Product Manager de Windows Enterprise Server. "Esta tecnología resulta idónea para aplicaciones científicas y de ingeniería, para modelos que impliquen simulaciones financieras tipo Wall Street y para trabajos de encriptación y descriptación", concluye.

Desde Intel, se asegura que los sistemas basados en estos chips permitirán, localmente y de manera mucho más asequible, que las empresas puedan ofrecer a los trabajadores del conocimiento el acceso al potencial que necesitan para un

---

<sup>9</sup> Idem.

---

procesamiento adecuado en aplicaciones, por ejemplo, de CRM y eBusiness.<sup>10</sup>

La tecnología utilizada por Intel es la denominada EPIC (*Explicitly Parallel Instruction Computing*) que permite un mayor paralelismo en cuanto a instrucciones que las arquitecturas de los procesadores anteriores elevando así el desempeño. Para implementar EPIC pueden utilizarse dos técnicas: predicción y especulación.

—Predicción: La predicción en ramas es la actualmente usada en los procesadores de hoy. De todas formas, se usa mucho tiempo de proceso en hacer cálculos para ramas que han finalizado y no han sido necesarias. La predicción es una técnica basada en compilador que intenta hacer predicciones lo más precisas posible para las ramas de código que estás usando actualmente, y esto limita los cálculos innecesarios.

—Especulación: El Itanium puede cargar instrucciones y datos a la CPU antes de que sean actualmente necesitados o no si no lo son, haciendo que el procesador parezca de esta manera una caché. Presumiblemente, esta carga inicial se hace cuando el procesador está por otro lado en reposo. La ventaja que se gana por la especulación limita los efectos de la latencia de memoria permitiendo cargar los datos antes que se sean necesitados, y esto las preparas para el momento en que el procesador pueda usarlas.<sup>11</sup>

EPIC posibilita la implementación de servidores y estaciones de trabajo *high-end*; las funciones del procesador se extienden más allá de dirigir rutas de memoria de 64 bits, pues la tecnología empleada permite un desempeño a escala mundial, alta disponibilidad y escalabilidad así como compatibilidad binaria de IA-32 del hardware para la protección del usuario final. IA-64 cuenta con dos unidades de ejecución de punto flotante, cuatro unidades de ejecución de enteros y tres derivaciones/unidades; además de extensiones de instrucción simple múltiples datos (*SIMD Single Instruction Multiple Data*), 128 registros de puntos flotantes y 128 registros enteros; de aquí que el procesador Itanium sea capaz de manejar cantidades enormes de operaciones. Asimismo el Itanium posee dos cachés (L1 y L2) integrados a la CPU y un tercero (L3)

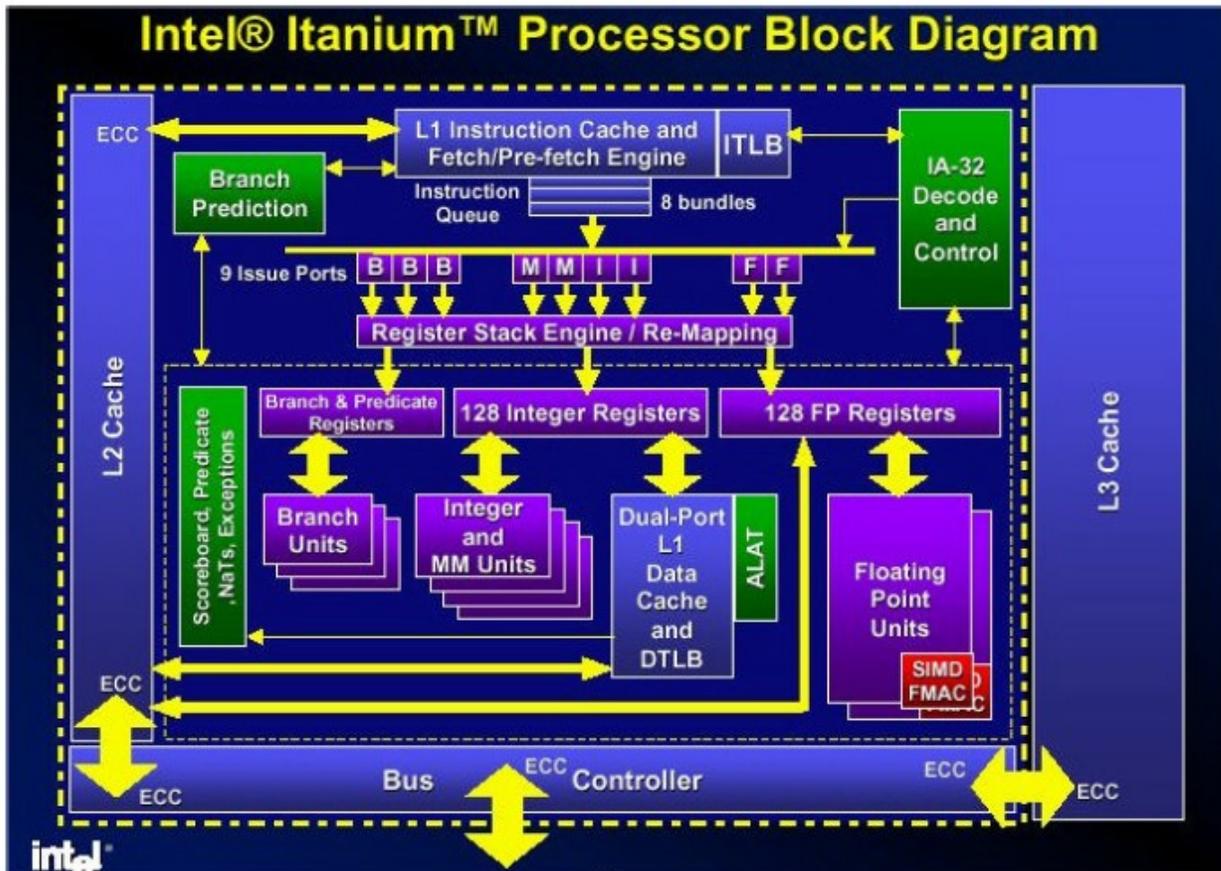
---

<sup>10</sup> [http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero\\_4/tendencias.mspx](http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero_4/tendencias.mspx) Consultado el día 11 de junio del 2006.

<sup>11</sup> <http://www.exposición%20itanium.pdf> Consultado el 21 de mayo del 2006.

reside en el encapsulado y contiene cuatro megabytes, manejando 128 registros de 82 bits de coma flotante.

Figura 4.5  
Diagrama de bloques



Fuente: Sergio Garrido Chamorro

Por otra parte, las soluciones basadas en Intel están diseñadas para ofrecer disponibilidad, desde los componentes y plataformas de hardware hasta el sistema operativo, aplicaciones y soluciones de administración.

Disponibilidad a nivel de componentes: Los componentes del procesador Intel Itanium contienen una serie de funciones incorporadas para maximizar la disponibilidad. Estas funciones incluyen una arquitectura Machine Check Architecture (MCA) mejorada que proporciona una cobertura de recuperación por errores y Código de corrección de errores (ECC, Error Correcting

Code) en rutas de memoria y acceso. MCA permite que se recupere una plataforma habilitada perdida por un error que antes habría causado fallas del sistema. ECC y los circuitos de corrección detectan y, con frecuencia, corrigen errores automáticamente de manera que el sistema continúa funcionando y permanece disponible. Los chipsets del procesador Intel Itanium también proporcionan funciones para retener errores de memoria, de manera que el personal de IT puede reconfigurar un banco de memoria defectuoso sin tener que reiniciar el sistema.

Disponibilidad en las plataformas Intel Itanium: La arquitectura Intel Itanium permitirá diseñar los servidores para que brinden una alta disponibilidad. La redundancia de hardware incorporada, el hardware de conexión y reemplazo en caliente como discos, fuentes de poder, ventiladores y PCI, las Tarjetas de interfaz de red (NIC, Network Interface Cards) de transferencia por falla y la protección de datos a través de RAID, aumentan la disponibilidad del servidor. En el caso poco probable de que falle el hardware, estas tecnologías permiten que el sistema pase automáticamente a otro dispositivo o que un administrador de sistema reemplace el dispositivo mientras el sistema aún está funcionando.<sup>12</sup>

#### 4.2.1 Habilitación y herramientas de software.

La informática de 64 bits ofrece un margen de ampliación para el crecimiento de cualquier empresa, con la capacidad de más memoria, conjunto de datos más grandes y sistemas operativos con mayor capacidad.

Los procesadores Itanium 64, podrán ejecutar como sistema operativo las nuevas versiones de Linux de 64 bits (como la de Red Hat, que ofrece una versión de Linux Red Hat 7.1 para el procesador Itanium con el kernel 2.4, preparada para hasta 8 procesadores y con capacidad de operar con archivos de 2 terabytes), así como la versión de Windows XP también para 64 bits (Windows® XP 64-Bit Edition, que satisface las necesidades de usuarios de estaciones de servicio que necesitan grandes cantidades de memoria y operaciones de punto flotante en áreas como películas, efectos especiales) cuando se encuentren disponibles. Otra opción no menos interesante es la nueva y poderosa versión Unix de IBM, el AIX 5L. Evidentemente, esta máquina no está pensada para jugar al "Quake", y sus principales usos los encontraremos en la consolidación de múltiples

<sup>12</sup> GARRIDO CHAMORRO, Sergio. *El procesador Intel Itanium*, Ed Universidad de Salamanca, Barcelona, Esp., 2005. p. 9.

servidores Windows y así permitir aumentar la escalabilidad de los actuales sistemas. Gracias a ello, son sistemas ideales para trabajar con bases de datos de grandes dimensiones, aplicaciones de data-warehousing, ERP's y CRM's y servidores Internet que requieran de gran capacidad de proceso.<sup>13</sup>

Intel ofrece amplia experiencia en la habilitación y herramientas de software para facilitar la transición y optimizar el retorno de la inversión. Intel permite la conexión de hasta diez periféricos por medio de tarjetas de expansión conectadas a un bus local;<sup>14</sup> la especificación PCI puede intercambiar información con la CPU a 32 o 64 bits dependiendo del tipo de implementación. El bus está multiplexado y puede utilizar una técnica denominada *bus mastering*, que permite altas velocidades de transferencia. Los compiladores de Intel permiten optimizar las aplicaciones para efectos de que trabajen tanto en los procesadores de 32 como de 64 bits. Además, permiten optimizar los procesos incluyendo el soporte a SSE2 en los procesadores Pentium 4 e Itanium. Los compiladores de Intel son los que mejor se adaptan a las características específicas de las nuevas familias de procesadores de Intel.

Intel ha desarrollado toda una serie de herramientas de software y compiladores que permiten sacar todo el partido tanto a los procesadores de 32 bits de las últimas generaciones (Pentium M o Centrino), como a los procesadores de 64 bits de las gamas Itanium e Itanium 2. Los nuevos compiladores de Intel soportan código de desarrollo 'multi-threaded' y algoritmos de optimización mediante unas nuevas características de autoparalelización. Todo ello con todo el soporte de Intel.

La tecnología *Simultaneous Multi-Threading* (SMT) consiste en combinar en el Execution Trace Caché las micro-operaciones de dos threads, ejecutando, ahora sí, simultáneamente en un único procesador dos hilos de trabajo diferentes al igual que ocurriría en un sistema multiprocesador, con la intención de poder asignar a cada parte de nuestro procesador una micro-operación y así obtener realmente el mayor rendimiento. La tecnología SMT

<sup>13</sup> *Ibíd*em, p. 10.

<sup>14</sup> Intel ha denominado PCI, acrónimo de *Peripheral Component Interconnect*, a la especificación para la conexión de periféricos a computadoras personales.

aplicada a los Xeon y Pentium 4 se llama Hyper-Threading. Para conseguir el hyper-threading había que modificar físicamente los procesadores, añadir partes, como otro thread, y uno de los puntos importantes para Intel era que este aumento de área no fuera significativo pudiendo así mantener el tamaño de sus productos. Otro de estos puntos fue que, en el caso de estar corriendo tan solo un thread esto no afectara a su funcionamiento, es decir, que un Pentium 4 sin hyper-threading funcionase exactamente igual que otro que si tuviera hyper-threading pero que lo tuviera deshabilitado.

Con esto, el nuevo Pentium 4 con hyper-threading aparece ante los sistemas operativos como dos procesadores. Ya sabemos que sólo es uno, pero en cierto modo son dos, pues posee partes duplicadas para permitir un funcionamiento simultáneo. Con esto, hemos conseguido con un solo procesador un sistema Multi-Tareas, en este caso sí, real, pues nuestro procesador tomará las instrucciones de dos en dos, las irá descomponiendo en micro-operaciones y distribuyendo según corresponda.

Para conseguirlo se ha añadido, como ya dijimos un thread más al procesador, pero no sólo esto, además en lugar de uno hay dos apuntadores de instrucciones, se encargan de contener la próxima instrucción a ejecutar, de esta forma hay una próxima instrucción para cada thread.<sup>15</sup>

Con el Itanium 2, Intel se asoció con la empresa HP cuyos sistemas operativos fueron creados sobre el código binario del Itanium 2 lo que permite mayor complementación y la migración sin ningún problema. Asimismo, el Itanium 2 para poder seguir siendo usado con los programas actuales incorpora la IA-32 pero al ser un procesador de 64 bits también dispone de la IA-64, para lo cual cuenta con dos unidades de punto flotante, cuatro unidades de ejecución de enteros y tres de derivaciones/unidades.

Aunque el Itanium 2 es un procesador de 64 bits es capaz de trabajar con aplicaciones de 32 bits (en cuyo caso reduciría su rendimiento), superando así la incompatibilidad con los 32 bits que presentaban sus primeros procesadores de 64 bits.

### 4.3 COMPATIBILIDAD CON WINDOWS SERVER

<sup>15</sup> <http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=106>

Se considera a Windows Server 2003 como el primer sistema operativo de 64 bits de Microsoft para sistemas basados en Intel Itanium. La familia Windows Server 2003 ofrece tres ediciones de 64 bits para la arquitectura x64:

—Standar x64 Edition: Especialmente para las actuales aplicaciones y entornos de 32 bits y las nuevas de 64 bits que requieren una gran cantidad de memoria. “Terminal Services, clusters HPC, almacenamientos de Directorio Activo de gran tamaño y los servidores Microsoft® Internet Information Services (IIS) 6.0 son algunos de estos entornos. Windows Server 2003, Standard x64 Edition soporta hasta 32 GB de RAM y desde uno a cuatro procesadores.”<sup>16</sup>

—Enterprise x64 Edition: Pensada para bases de datos muy grandes, “...aplicaciones corporativas de Línea de Negocio (LOB) y despliegues de Servicios de Terminal que utilizan el Directorio de Sesiones de Terminal Server. Windows Server 2003, Enterprise x64 Edition soporta hasta 1 TB de RAM en servidores desde uno a ocho procesadores.”<sup>17</sup>

—Datacenter x64 Edition: “...diseñada para ofrecer los máximos niveles de fiabilidad, disponibilidad y capacidad de servicio (RAS) para hardware de nivel corporativo. Esta edición es la más indicada para bases de datos muy masivas de 64 bits, aplicaciones de línea de negocio de misión crítica y escenarios de consolidación de servidores. Windows Server 2003, Datacenter x64 Edition soporta hasta 1 TB de RAM, en servidores desde 8 a 64 procesadores.”<sup>18</sup>

Por su parte, Widows XP Professional x64 también soporta la plataforma x64.

Figura 4.6  
Tabla comparativa de memoria y CPU: Windows versiones de 32 y 64 bits

<sup>16</sup> RUSSEL, Ch., op. cit., p. 8.

<sup>17</sup> Idem.

<sup>18</sup> Idem.

Límites generales de Memoria	32 Bits	64 Bits
Espacio de direccionamiento virtual total	4 GB	16 TB
Espacio de direcciones virtual por proceso de 32 bits	2 GB (3 GB si se arranca el sistema con el parámetro /3GB)	4 GB si se compila con la directiva /LARGEADDRESSAWARE (2 GB en caso contrario)
Espacio de direcciones virtual por proceso de 64 bits	No aplicable	8 TB
Grupo de paginación	470 MB	128 GB
No paginado	256 MB	128 GB
PTE del sistema	660 MB a 900 MB	128 GB
Límites de memoria física y CPU	32 bits	64 bits
Windows Server 2003, Ed. Estándar	4 GB / 1 a 4 CPUs	32 GB / de 1 a 4 CPUs
Windows Server 2003, Ed. Enterprise	64 GB / 1 a 8 CPUs	1 TB / de 1 a 8 CPUs
Windows Server 2003, Ed. Datacenter	64 GB / 8 a 32 CPUs	1 TB / de 8 a 64 CPUs

Tabla 1. Comparativa de Memoria y CPU de las versiones de 32 y 64 bits de Windows Server

**Nota:** todas las versiones x64 de Windows tienen las siguientes características:

- No hay soporte para aplicaciones de 16 bits
- No hay soporte para aplicaciones MS-DOS.
- Solo se soportan drivers de 64 bits. Cualquier aplicación que dependa de un driver de 32 bits debe actualizar dicho driver a una versión de 64 bits.

Fuente: Charlie Russel

Las versiones de Windows Server están diseñadas para ejecutarse en procesadores de 64 bits de alto rendimiento mejorando la escalabilidad al procesar más datos por cada ciclo de reloj, direccionando más memoria y ejecutando cálculos numéricos más rápido. Asimismo puede: cargar conjuntos de datos mayores totalmente en la memoria reduciendo la necesidad de accesos al disco más lentos, los cálculos complejos se realizan en minutos y las cargas de trabajo que antes requerían conjuntos de servidores grandes ahora se pueden implementar en un único servidor. Windows Server se ha planeado para trabajar con servidores de bases de datos, aplicaciones de línea de negocios, *terminal services*, *Microsoft Active Directory*, servidores webs y aplicaciones técnicas (simulación, diseño asistido, modelización, etc.).

—Servidores de bases de datos: Migrando el servidor de base de datos a las ediciones x64 de Windows Server se consiguen los siguientes beneficios:

Un espacio de direcciones de memoria virtual prácticamente ilimitado, soporte para más memoria física y crear working sets extraordinariamente grandes (dentro de la RAM). Técnicamente:

Las ediciones x64 de Windows Server 2003 soportan hasta 64 procesadores y 1 TB de memoria física. Añádase a esto una escalabilidad de multiprocesador sensiblemente mejorada que ofrecen los procesadores x64 sobre sus equivalentes de 32 bits y los 8 TB de espacio de direcciones virtual, y tendremos la posibilidad de crear directamente bases de datos enormes. Incluso las bases de datos de 32 bits, como SQL Server 2000 Service Pack 4, consiguen grandes mejoras en su rendimiento gracias a la mayor disponibilidad de memoria virtual para los procesos que corren en WOW64: 4 GB en lugar de 2 GB.<sup>19</sup>

Las empresas pueden consolidar servidores disponiendo de características y funcionalidades nuevas, asimismo, permite a las empresas normalizar su infraestructura sobre hardware x64 y realizar transición hacia los 64 bits de forma controlada, migrando aplicaciones y bases de datos en el momento oportuno.

El amplio grado de compatibilidad a nivel de aplicación de las ediciones x64 de Windows Server 2003 permite a los departamentos de TI beneficiarse de un modelo de memoria mejor y del soporte para más cantidad de memoria física y virtual en estas ediciones x64 para consolidar servicios y aplicaciones sobre un número menor de servidores. La homogeneidad a nivel administrativo entre las ediciones de 32 bits y 64 bits de Windows Server 2003 simplifica notablemente la administración en un entorno mixto y básicamente elimina la curva de aprendizaje asociada con la adopción de un nuevo sistema operativo al entorno. La migración de las bases de datos SQL Server también es sencilla, lo que hace que la transición hacia 64 bits sea fácil.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p. 11.

<sup>20</sup> *Idem.*

—Aplicaciones de líneas de negocios (LOB): Técnicamente, el paso a x64 proporciona un espacio completo de direccionamiento de 8 TB de memoria virtual para las aplicaciones LOB y el soporte para un TB de memoria física. “Con ello, los grandes bloques de datos pueden ser accedidos directamente, aumentando de forma muy sensible la velocidad de respuesta de la aplicación y mejorando su disponibilidad y escalabilidad. Permite un aumento sustancial del número de usuarios por cada máquina, lo que facilita la consolidación de servidores.”<sup>21</sup>

Así, las organizaciones pueden normalizar su infraestructura sobre una única plataforma de servidor, mejorando su capacidad para gestionar de forma eficaz la infraestructura de TI.

—Servicios de terminal: Al pasar a Windows Server el límite de memoria virtual del kernel queda establecido en 8 TB y el servidor puede soportar así un número muy superior de usuarios. La migración de las bases de datos SQL server es sencilla facilitando la transición hacia 64 bits.

Mientras que las actuales implantaciones de Terminal Services tienden a verse limitadas por la cantidad de memoria virtual disponible pero tienen suficiente CPU con uno o dos procesadores, las implantaciones de x64 pueden dar cobertura a muchos más usuarios y soportan más memoria RAM, con lo que ahora los factores limitantes pasan a ser la CPU y los subsistemas de E/S. El uso de servidores de 4 vías, e incluso de 8 vías, puede establecer una diferencia muy significativa, y permitir consolidaciones adicionales. El elevado grado de compatibilidad a nivel de aplicación de las ediciones x64 de Windows Server 2003 permiten a los departamentos de TI aprovecharse de un modelo de memoria mejorado y soporte para más memoria física y virtual, pudiendo así consolidar servicios y aplicaciones en un número menor de máquinas.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p. 12.

<sup>22</sup> *Ibíd.*, p. 14.

—Directorio activo: Existe una mayor memoria que mejora la velocidad de respuesta a las consultas permitiendo llevar a cabo una consolidación de controladores de dominio en uno solo o muy pocos equipos, en términos concretos presenta los siguientes beneficios:

**Técnicos:** al superarse la limitación de memoria virtual del kernel a 2 Gb, el paso a las ediciones x64 de Windows Server 2003 para todos los DC permite que todo el Directorio Activo pueda mantenerse en memoria y ser directamente accedido. Incluso consultas imperfectas contra la base de datos se podrán realizar adecuadamente y de forma rápida, y no van a provocar sobrecarga en el subsistema de E/S. *Microsoft® Windows Server™ 2003 White Paper* Escenarios de implantación de las Ediciones de 64 bits de Windows Server 2003 15 *Microsoft® Windows Server™ 2003 White Paper* La replicación de los cambios producidos en el Directorio Activo a lo largo de la organización se produce de forma rápida y eficiente, garantizando la consistencia del Directorio en todos los puntos.

**Empresariales:** Las grandes organizaciones con implantaciones complejas de Directorio Activo esperan y necesitan un buen rendimiento y capacidad de respuesta del Directorio Activo. Las aplicaciones LOB se crean en gran medida basándose en la información almacenada en el Directorio Activo. Al pasar a ediciones x64 de Windows Server 2003, las organizaciones pueden seguir desarrollándose y ampliando su Directorio Activo, mejorando su capacidad de crear aplicaciones basadas en este Servicio de Directorio. La eficiente distribución de los cambios producidos dentro del AD a lo largo de toda la organización garantiza la disponibilidad de información exacta y consistente en todo momento y en todos los puntos de la misma.<sup>23</sup>

—Servidor web: Al migrarse una aplicación actual de IIS 6.0 ASP.NET a un entorno x64 dispondrá automáticamente de un campo de memoria virtual de 4 Gb; técnicamente al duplicarse el tamaño del espacio de direcciones virtual disponibles para las aplicaciones ASP.NET, su rendimiento y escalabilidad aumentan notablemente; asimismo, la fiabilidad y el tiempo de respuesta del proceso de trabajo en grandes aplicaciones mejoran y en ocasiones, los procesos que debían reciclarse a intervalos frecuentes ya no lo necesitan. Empresarialmente: “...el número de servidores

<sup>23</sup> *Ibidem*, p. 16.

necesarios para soportar adecuadamente la aplicación puede reducirse sustancialmente. Si ya no hay que reciclar los procesos regularmente, habrá un menor número de conexiones perdidas, una mejor gestión de E/S y una experiencia del usuario más satisfactoria.”<sup>24</sup>

—Informática técnica:

La informática técnica, especialmente los clusters de computación de alto rendimiento (HPCC), es otro de los terrenos especialmente adecuados para las ediciones x64 de Windows Server 2003. Los Sistemas de computación de alto rendimiento (HPC) permiten mejorar la velocidad de ejecución de aplicaciones de cálculo intensivo al aplicar un gran número de procesadores trabajando en paralelo. Los HPC tienen sus orígenes en los dominios universitarios y de investigación, como las ciencias físicas y la ingeniería, donde se han utilizado para aplicaciones como la simulación meteorológica, o los análisis de datos de los colisionadores de partículas. Sin embargo, los HPC no se han quedado reducidos exclusivamente a los campos de investigación y universitarios. En la década pasada ha crecido la demanda de Sistemas HPC hasta el punto que más de la mitad de los 500 sistemas informáticos más potentes (según el informe TOP500 Supercomputer Sites) dan soporte a aplicaciones no académicas, como pueden ser los análisis cuantitativos de datos financieros y análisis de información sísmica para la prospección petrolífera.<sup>25</sup>

La compatibilidad de Windows Server 2003 con varias arquitecturas de 64 bits proporciona flexibilidad y mayores opciones para implementar Windows, además de que una vez implementada la versión Windows puede combinar el software de 32 bits con el de 64 bits en el mismo sistema; Windows Server se considera un sistema operativo de propósitos múltiples, capaz de manejar gran cantidad de funciones del servidor de manera centralizada o distribuida.

#### 4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ARQUITECTURA DE 64 BITS

<sup>24</sup> *Ibíd.*, p. 18.

<sup>25</sup> *Ibíd.*, p. 19.

Actualmente, en comparación con los procesadores de 32 bits, los de 64 bits pueden manipular el doble de datos e instrucciones, es un hecho que diariamente aparecen programas más grandes y complejos que requieren mayor velocidad en el procesamiento de la información, lo que implica la necesidad de procesadores más rápidos y eficientes.

El principal problema que se presenta es la existencia de software compatibles con la tecnología 64 bits, pues la mayoría existentes en el mercado están diseñados para arquitecturas de 32 bits; lo que significa que no es posible acceder a todo el potencial de los nuevos procesadores. Mejoran considerablemente las funciones multimedia, imágenes, sonidos, videos, etc., pueden manipular imágenes de gran tamaño y procesar con mayor fluidez los videos digitales. Sin embargo, se estima que hasta que existan nuevos programas que sustituyan a los anteriores no será posible estimar el nivel alcanzado con los nuevos procesadores.

En términos generales, la arquitectura de 64 bits representa archivos más grandes, modelos más complejos, buses de 64 bits para el direccionamiento de la memoria, todo esto representa un avance tecnológico e impacta a todos los componentes del sistema, sistemas operativos y aplicaciones.

#### **4.4.1 Ventajas.**

Una de las ventajas de los sistemas de 64 bits es que sus registros se amplían o ensanchan de 32 a 64 bits acarreando así más datos por ciclos de reloj; además se agregaron 8 registros SSE (en el caso de AMD) para recibir y procesar la información desechándose la demás información (MMX, 3dnow). En términos generales, una CPU de 32 bits puede controlar como máximo 4 Gb de memoria mientras que un procesador de 64 bits tiene la capacidad de administrar 16 Exabytes de memoria (16 mil millones

de Gb), lo que permite a una aplicación almacenar grandes cantidades de datos en la memoria principal, por lo cual se benefician las aplicaciones intensivas.

Por su parte, al apartado de cálculos matemáticos también presenta ventajas; un procesador de 32 bits puede representar muchos más números desde cero, esto es, los equipos son capaces de ejecutar operaciones con cantidades mayores mientras los cálculos con cantidades pequeñas son más eficientes; de esta manera, los chips 64-bit son capaces de manipular datos y ejecutar instrucciones en cantidades el doble de grandes (32 frente a 64), lo que resulta esencial para los procesadores de cálculo que requieren máxima precisión.

No obstante, la principal ventaja que se determina en los procesadores de 64 bits, es el aumento de memoria, sin embargo, tal ventaja se minimiza si no se hace uso de la capacidad que proporcionan los 64 bits, por ejemplo, si tan solo se instala un 1 Gb de memoria RAM la capacidad de los 64 bits se está desperdiciando, lo que se arregla comprando más memoria RAM. Otra ventaja relacionada con el aumento de memoria es la posibilidad de manejar mayor número de instrucciones y el uso de mayor número de gigabits, lo que no significa un aumento de velocidad de procesamiento sino la posibilidad de manejar memorias más grandes.

Otra ventaja es el uso de tecnología Hyper Transport cuyo propósito es crear un bus por el que puedan transmitirse datos con un ancho variable entre 2 y 32 bits.

Su forma de trabajar es bien sencilla de entender, en lugar de un canal por el que enviar y recibir datos (bidireccional) incorpora dos unidireccionales, uno para enviar y otro para recibir, lo cual ya representa una mejora sobre el anterior sistema. Pero además, aunque su ancho de banda es de 32 bits tan solo soportaba una frecuencia de reloj a 33 Mhz, lo que limita notablemente la velocidad de transmisión de datos. Esto cambia drásticamente al ser la frecuencia con el HyperTransport de hasta

800 Mhz, con esto, es decir, 800 Mhz y 32 bits se consiguen hasta 51.2 Gbps (Gigabits por segundo).<sup>26</sup>

Por lo que hace a las instrucciones, existe una diferencia importante entre Intel y AMD, hasta el momento se utilizan las instrucciones x86 con los 32 bits, por lo cual, los softwares se implementaban con base a estas instrucciones para efectos de que el procesador entendiese al programa.

Con los nuevos 64 bits se introduce un nuevo conjunto de instrucciones, las x86-64, que en el caso de AMD se llaman AMD64 ISA. Estos procesadores deben estar creados en función a los AMD64 ISA, pero de ningún modo pueden ser incompatibles con los x86. En caso de ser así ningún software anterior a los 64 bits, ni sistemas operativos, ni programas instalados sobre éstos serían válidos en dichos procesadores, por lo que éstos deben ser compatibles con ambos conjuntos.<sup>27</sup>

Concretando, se puede afirmar que algunas de las ventajas más visibles de la tecnología de 64 bits al trabajar con ella, son:

—Mayor potencia en el acceso a bases de datos complejas.

—Mayor velocidad en la ejecución de instrucciones complicadas.

—Mayor rendimiento en aplicaciones que requieren velocidad y seguridad

—Capacidad para el desarrollo de aplicaciones concretas (bases de datos de grandes características, inteligencia empresarial y minería de datos, transacciones de seguridad, informática de alto rendimiento, diseño mecánico por ordenador, análisis de ingeniería). Es innegable que contar con un sistema de 64 bits otorga un enorme potencial en beneficio del usuario final; se puede gestionar el doble de información en el

<sup>26</sup> <http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=110> Consultado el 11 de marzo del 2006.

<sup>27</sup> Idem.

mismo ciclo de reloj, acceder a mayor capacidad de memoria y procesar archivos más grandes.

Por otro lado, es un hecho que la mayoría de los servidores para procesadores actuales de volumen elevado manipulan datos e instrucciones en paquetería de 32 bits. Un procesador de 64 bits puede manejar paquetes el doble de grandes; controlar grandes cantidades de memoria física mientras que una aplicación de 32 bits suele limitar a unos 4 GB. Esta prestación de dirección mejorada permite que una aplicación restaure enormes cantidades de datos en la memoria principal, que es más rápida que los subsistemas de almacenamiento masivo más rápidos de hoy día.

#### 4.4.2 Desventajas.

No obstante que las plataformas de 64 bits están ya al alcance, es importante resaltar que si el usuario cuenta con un equipo de 64 bits x86 en el que corre una aplicación de 32 bits, las ventajas se reducen, asimismo es de considerarse que una arquitectura de 64 bits no implica que sea dos veces más rápida que un procesador similar basado en plataforma de 32 bits; lo cual es debido a que las direcciones de 64 bits ocupan más espacio en la caché que las de 32 bits, de aquí que el beneficio que pueda obtenerse de los 64 bits no es tan sencillo como copiar un programa y ejecutarlo en la nueva plataforma; ello significa que las aplicaciones deben ser recompiladas y se hace necesario rescribir secciones enteras para eliminar casuísticas aritméticas que no pueden transferirse.

Así, por ejemplo, una organización que comienza adoptando un sistema servidor x64 para correr sus aplicaciones de 32 bits, la aplicación se soporta mediante el modelo de compatibilidad hardware a través de la emulación o mediante la inclusión de un chip de 32 bits; debido a ello en cualquier implementación o migración de tecnología 64 bits debe examinarse la carga de trabajo y las necesidades empresariales con el fin de

adaptarse la solución más adecuada en términos de rendimiento, disponibilidad y costo. Por otra parte, los drivers de 32 bits son en general inútiles cuando se trata de arquitecturas completamente de 64 bits como el IA-64, esto tiene que ver con el sistema operativo y la forma en que éste se comunica con el hardware.

En términos generales son mayores las ventajas que las desventajas de los procesadores de 64 bits, sin embargo, todo depende de la necesidad del usuario y del precio que está dispuesto a pagar, pues por el momento, emigrar a un sistema de 64 bits sin poder alcanzar su máxima potencia puede resultar bastante costoso.

Las desventajas se acentúan más en los procesadores que carecen de compatibilidad con sus antecesores como en el caso de Intel, quien parece haber reconsiderado y aceleró la producción de procesadores de 64 bits compatibles con los de 32 bits.

#### 4.5 REFLEXIÓN Y COMENTARIO PERSONAL

Con el transcurso de los años, los hombres, en su afán de facilitarse la vida, diseñan máquinas que hacen su trabajo en una constante automatización. Actualmente se considera que el invento más importante del siglo XX fue precisamente la computadora, que año con año va perfeccionándose. La ingeniería informática conlleva forzosamente el estudio de los componentes arquitectónicos o unidades funcionales del computador para conocer de forma más profunda el funcionamiento interno de las computadoras, ya que repercute de forma directa en el comportamiento de los dispositivos y de los programas que se puedan incorporar a un sistema informático para llevar a cabo múltiples y diversas tareas.

Durante el desarrollo de las computadoras, las unidades funcionales internas de las CPU han evolucionado rápidamente; se han incorporado cada vez mayor número de transistores y circuitos integrados dentro de un espacio sumamente reducido, una pastilla o chip, con objeto de satisfacer las demandas cada vez más exigentes de mayores prestaciones. Las familias de procesadores más extendidas en la actualidad son las Pentium de Intel o los AMD.

Una de las ventajas más importantes de AMD sobre Intel es precisamente su costo, con precios accesibles y tecnología de punta se ha convertido en uno de los preferidos del mercado. Otra ventaja sumamente importante consiste en su chip de 64 bits dedicado a usuarios domésticos, puesto que los de Intel generalmente están orientados a servidores con el consecuente aumento de precio.

Aunque Intel con Itanium ha conseguido compatibilidad con los 32 bits, esta se presenta en forma limitada, pues al iniciar el procesador se hace en modo 32 o en modo 64 bits, pero no puede enviar instrucciones de ambos conjuntos al mismo tiempo, de aquí que esta compatibilidad sea relativa, pues además reduce la velocidad respecto a un procesador de 32 bits. Por su parte, AMD 64 permite trabajar al mismo tiempo con

los dos conjuntos de operaciones y el paso de instrucción de 32 a 64 bits es lo suficientemente eficaz notándose la diferencia entre ambas tecnologías (32 y 64 bits).

A pesar de la nueva tecnología implementada por Intel (virtualización Pellston que permite al chip correr múltiples sistemas operativos y EPIC), se ha visto superado por AMD que insistió en la mayor capacidad de proceso, la nueva tecnología que implementa AMD en sus procesadores permite compatibilidad con sus antecesores. De aquí que las diferencias entre Intel y AMD se centren en la compatibilidad de los procesadores con las aplicaciones de 32 bits, Intel, como se ha visto, se basa en un desarrollo completamente nuevo para 64 bits (aunque ya ha rectificado) requiriendo de aplicaciones específicas, AMD desarrolló su arquitectura basándose en la de 32 bits, permitiendo la compatibilidad con las aplicaciones de la misma.

Con 64 bits es posible direccionar 16 hexabytes de memoria y la compatibilidad que presentan con los de 32 bits permite una migración pausada, al menos en el caso de los AMD64 que realmente constituyen una extensión de los 32 bits, ya que pueden trabajar en 32, 64 bits, o ambos simultáneamente sin perder rendimiento, en cambio el Itanium de Intel cuenta con su propio set de instrucciones de 64 bits que suple las necesidades de registros y memoria, aunque es posible trabajar en un procesador de 32 bits por emulación, el rendimiento es bastante deficiente.

Es de señalar que la mayoría de los usuarios de Internet que investigan o escriben sobre los procesadores de 64 bits, coinciden en establecer la superioridad de AMD sobre Intel debido a las estrategias utilizadas en el producto, así por ejemplo, el controlador de memoria se integra al propio chipo para una comunicación más rápida con la memoria, además, el controlador de memoria hace posible que el chip se comunique con la RAM mediante un sistema de doble canal que duplica la capacidad (en el Athlon por ejemplo la velocidad de transferencia de datos es de 6,4 gigabytes por

segundo); por otra parte, el disco duro con tecnología de punta permite mayor velocidad y mejora la ventilación del interior del PC.

Quienes más pueden beneficiarse con la arquitectura de 64 bits son las grandes compañías y empresas que manejan cantidad de datos exorbitante, actualmente existen ya programas que pueden cubrir necesidades informáticas actuales y futuras como Windows Server 2003, entre otros, considerado uno de los sistemas operativos más seguros del momento, ya que quienes requieren de mejores procesadores de datos son las grandes empresas, organizaciones corporativas, académicas, científicas, etc.

También es de señalarse la escasa información confiable acerca de la arquitectura de 64 bits, por lo cual se debe recurrir a las páginas de Intel y AMD para conocer un poco más acerca de sus procesadores; sin embargo es posible acceder a diversos artículos cuya confiabilidad es discutible. En conclusión se puede afirmar que cada usuario debe decidir que procesador le conviene más dependiendo de sus necesidades y posibilidades; recordando que nunca es decisiva la capacidad de procesamiento del microprocesador sino la capacidad real que pueda alcanzar el sistema en su conjunto.

## CONCLUSIONES

PRIMERA: El siglo XX vio aparecer, entre otros muchos avances tecnológicos y científicos: la computación. Gracias a ello, el hombre actual cuenta con una herramienta que le permite realizar diversas actividades en todos los ámbitos humanos: sociales, educativos, culturales, etc., la computadora u ordenador se ha vuelto indispensable en cualquier industria, negocio, centro de estudios y en el propio hogar, gracias a ella es posible comunicarse en segundos con personas que están distantes y llevar a cabo actividades que facilitan la vida: transacciones bancarias, pago de servicios, compra o venta de productos, etc.

SEGUNDA: Técnicamente una computadora o CPU es un dispositivo electrónico capaz de recibir y ejecutar un conjunto de instrucciones que manipula una gran cantidad de datos o información; constituida por dos partes: la física o hardware y la lógica o programas (software). El hardware consta de varios elementos: una unidad central de proceso, memoria y uno o más dispositivos periféricos; siendo de lo más importante la memoria principal que es donde se sitúan los datos para procesarlos así como los del programa para ejecutarlos.

TERCERA: Se considera al bit como la unidad más simple que un procesador puede manejar y todo proceso se basa en esta unidad, por lo cual, todo valor o carácter se representa en bits; de aquí que la cantidad de bits que es capaz de manejar un procesador, se refleja en el desempeño total del equipo, además representa la arquitectura con la cual se construyen sus diferentes piezas y se considera la parte central del código del software; de aquí que se hable de procesadores de 8, 16, 32 y 64 bits.

CUARTA: Al hablar de un procesador de 64 bits se hace referencia a un microprocesador con unidad de enteros de 64 bits; su principal ventaja es que las

aplicaciones pueden trabajar con bloques de memoria RAM contiguos (no fragmentados) mucho mayores que los procesadores de 32 bits, que tienen un límite teórico de 4 GB de RAM. Para los procesadores de 64 bits esto significa que pueden trabajar el doble de información en el mismo ciclo de reloj, acceder a mayor capacidad de memoria y procesar archivos más grandes. Actualmente una CPU de 32 bits puede controlar 4 GB de memoria (Intel, AMD), mientras que un procesador de 64 bits tiene la capacidad de controlar 16 exabytes de memoria (16 mil millones de GB).

QUINTA: AMD64 es considerado el primer procesador de 64 bits compatible con 32 bits, mientras que el Itanium de Intel en principio, no poseía compatibilidad con ninguno de sus predecesores. El Itanium 2 ya incorpora la arquitectura IA-32 para lo cual cuenta con dos unidades de punto flotante, cuatro unidades de ejecución de enteros y tres de derivaciones/unidades. Con registros de 128 incorpora a la vez tres cachés (L1 y L2 en el mismo procesador y L3 al exterior) con tamaños de 32 y 256 Kb y la L3 con un tamaño máximo de 6 MB.

SEXTA: Por su parte, los modelos iniciales de AMD trabajan a 500, 550 y 600 MHz y siguen estando fabricados con la tecnología actual de 0,25 micras. Los nuevos modelos utilizan un zócalo basado en el EV6 de los Alpha de Digital cuyo conector SlotA es idéntico al Slot1 de Intel. La tecnología AMD64 dobla el número de registros del procesador y aumenta drásticamente la accesibilidad a la memoria del sistema, posee un mejor soporte para las instrucciones multimedia, un bus de sistema de hasta 2000 MHz empleando la tecnología Hyper Transport, con un ancho de banda total del procesador al sistema de hasta 14'4 Gbps. Asimismo cuenta con un procesador integrado con un ancho de banda máximo de memoria de hasta 6'4 Gbps; los procesadores AMD64 permiten una migración sencilla hacia el software de 64 bits.

SÉPTIMA: La principal ventaja que presenta la arquitectura de 64 bits es la extensión de memoria que aumentó significativamente aunque en cálculos matemáticos también

se presentan ventajas puesto que un procesador actual de 32 bits puede representar números desde 0 hasta 4,294,967,295, con el nuevo cómputo de 64 bits se incrementa la capacidad logrando representar números desde 0 hasta 18,446744,073,709,551,615; significando así que las computadoras podrán realizar operaciones con cantidades mayores y que los cálculos con cantidades pequeñas sean más eficientes. Teóricamente la tecnología de 64 bits aumenta la capacidad de procesamiento para operaciones de cómputo complejas, pero para que esta ventaja se haga factible es necesario que los sistemas operativos y los demás software sean de 64 bits (sobre todo en el caso del primer Itanium).

OCTAVA: Los procesadores de 64 bits no duplican la velocidad de funcionamiento de la PC, las características y ventajas de los mismos sólo se nota con software muy exigentes o cuando existe mucha memoria (por ejemplo más de dos gigabytes). Aunque ya existen soluciones tanto para Intel y AMD, como Windows Server, que admite tanto programas de 32 como de 64 bits, para su total funcionamiento se necesita que los controladores del hardware si sean de 64 bits, pues de otro modo no funcionaría con dicho Windows y en la actualidad no existen demasiados controladores de 64 bits. De aquí que las nuevas PC vengan con chips de 64 bits que son más rápidos que los de 32 bits, hoy estándar, pero para sacarles provecho falta software y la PC debe tener mucha memoria RAM.

NOVENA: Hasta hace poco tiempo, el desorbitado precio y el reducido número de aplicaciones para las CPU de 64 bits relegaban estos procesadores a aquellos escenarios en los que verdaderamente podían ofrecer ventajas palpables. La capacidad de las plataformas de 64 bits para aprovecharse de la memoria mas allá de la barrera de 4Gb impuesta por la arquitectura de 32 bits la hizo mucho mas adecuada para aplicaciones de bases de datos de enorme tamaño y aplicaciones de renderización de gráficos, que requerían un gran volumen de memoria y una intensa capacidad de procesamiento de datos.

DÉCIMA: El rendimiento de un computador no está determinado por el procesador sino que es la suma de todas las partes; de nada sirve un chip sobresaliente si no se rodea de componentes de buen nivel que aprovechen su poder. No por su tamaño se ha de pensar que los procesadores de 64 bits serán los definitivos, pero si es posible afirmar que durante varios años se cubrirán las necesidades de los usuarios con la memoria permitida por los 64 bits. Es de concluir que un procesador muy veloz no tiene que ser más eficiente o potente que uno de menor velocidad; la elección de un procesador debe basarse en el rendimiento que se puede obtener de ellos en conjunto con el resto del hardware y el tipo de plataforma que se desee montar.

## ANEXOS

### Comparativa entre las familias de AMD

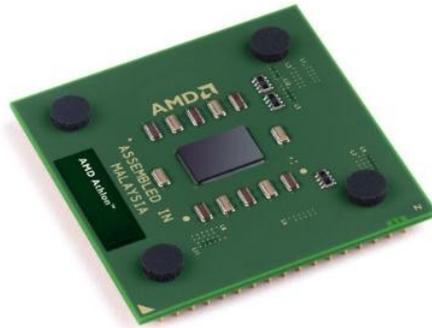
Figura: 1  
Duron: Socket A



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Admite un controlador memoria de doble canal, pero depende del chipset; no obstante, debido al diseño de bus/reloj sincrónico, será incapaz de aprovechar más del 50 % del ancho de banda en dicha configuración.
2. No puede ejecutar código de 64 bits.
3. Se ofrece principalmente con 64Kbytes de caché L2.
4. Versión más rápida: 1'80GHz.
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Spitfire, Morgan, Appaloosa, Applebred.
6. Longevidad en el mercado: prácticamente ninguna. Con el lanzamiento de la familia Sempron se espera su desaparición total.
7. Overclockability: Algunos usuarios afirman haber conseguido velocidades de hasta 2'40 GHz en procesadores Duron basados en el núcleo Applebred y con refrigeración por aire. Nadie parece haber probado refrigeración líquida.
8. Mejor placa madre: probablemente la Abit NF7-S 2.0 es la mejor para procesadores Athlon XP.

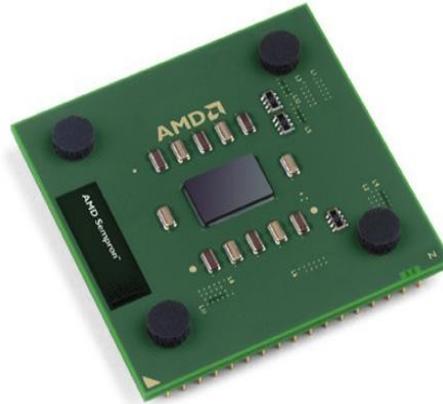
Figura: 2  
Athlon XP: Socket A



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Admite un controlador memoria de doble canal, pero depende del chipset, no obstante, debido al diseño de bus/reloj síncrono, será incapaz de aprovechar más del 50% del ancho de banda en dicha configuración.
2. No puede ejecutar código de 64 bits.
3. Se ofrece principalmente con 512Kbytes de caché L2, aunque versiones antiguas, como el Thoroughbred-B, venían con 256K.
4. Versión más rápida: 3200 + (2'20GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Palomino, Thoroughbred A, Thoroughbred B, Barton, Thorton.
6. Longevidad en el mercado: unos 16 meses más. AMD dejará de suministrarlos en el segundo trimestre de 2005, y se espera que los stocks se vacíen a finales del mismo año. Sin embargo, es un procesador potente, fiable y capaz de mover muchos juegos actuales. Los sistemas asequibles deberían tener en mente a este procesador.
7. Overclockability: con refrigeración por aire, hasta 2'40GHz. Con refrigeración líquida, hasta 2'70GHz.
8. Mejor placa madre: probablemente la Abit NF7-S 2.0 es la mejor para procesadores Athlon XP.
9. Capacidad SMP: teóricamente es posible, aunque serían necesarias modificaciones en el bridge.

Figura: 3  
Sempron: Socket A



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Admite un controlador memoria de doble canal, pero depende del chipset. Pero, debido al diseño de bus/reloj síncrono, será incapaz de aprovechar más del 50% del ancho de banda en dicha configuración.
2. No puede ejecutar código de 64 bits.
3. Se ofrece principalmente con 256Kbytes de caché L2, aunque la versión 2200+ dispone de 512K y la versión 2400+ de 128K.
4. Versión más rápida: 2800+ (2GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Thoroughbred B, Thorton.
6. Longevidad en el mercado: acaban de salir para sustituir al Duron. Todavía queda por ver su capacidad de venta, pero los usuarios han informado de una buena compatibilidad con placas Socket A. Sin embargo, los planes de AMD no contemplan ninguna revisión de los núcleos.
7. Overclockability: con refrigeración por aire, hasta 2'20GHz. Con refrigeración líquida, hasta 2'50GHz.
8. Mejor placa madre: probablemente la Abit NF7-S 2.0 es la mejor. Una reciente actualización de la BIOS permite adaptarla al nuevo procesador fácilmente.
9. Capacidad SMP: teóricamente es posible por estar basado en el núcleo Thoroughbred. Sin embargo, su encapsulado protege los puentes que permitirían cambiarlo.

Figura: 4  
Sempron: Socket 754



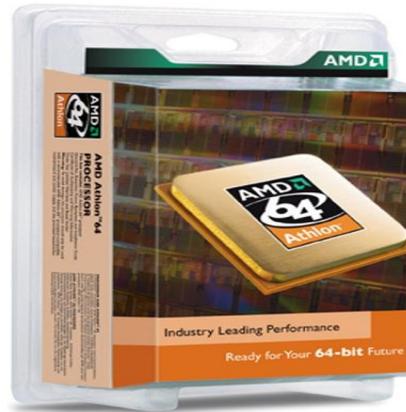
Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. No permite usar memoria en configuración de doble canal. La arquitectura del Socket 754 mueve el controlador de memoria al interior del procesador, por lo que debe ser éste quien la soporte, y AMD no ha sacado ninguna versión que lo haga.
2. No puede ejecutar código de 64 bits.
3. Se ofrece únicamente con 256Kbytes de caché L2.
4. Versión más rápida: 3100+ (1'8GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Paris.
6. Longevidad en el mercado: acaban de salir para sustituir al Duron. Todavía queda por ver su capacidad de venta. Es difícil saber qué ocurrirá con el Socket 754, sobre todo si se tiene en cuenta que la estrategia de AMD pretende migrar hacia la plataforma 939. Sería caro para AMD y los fabricantes mantener las tres plataformas 754/939/940. Según los planes de mercado de AMD, recibirá una única revisión en el cambio a tecnología de 90nm. Esta revisión se denomina Palermo, y está programada para la primera mitad de 2005.
7. Overclockability: no hay informes.

8.-Mejor placa madre: con seguridad, la DFI LanPartyUT NF3 250GB.

9. Capacidad SMP: imposible.

Figura: 5  
Athlon 64: Socket 754



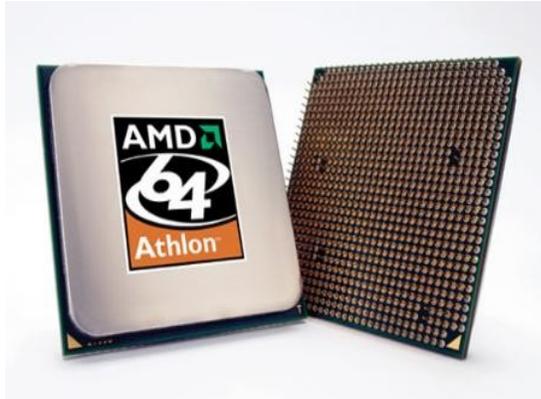
Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. No permite usar memoria en configuración de doble canal. La arquitectura del Socket 754 mueve el controlador de memoria al interior del procesador, por lo que debe ser éste quien la soporte, y AMD no ha sacado ninguna versión que lo haga.
2. El Athlon 64 para Socket 754 es capaz de trabajar en tres modos: 32 puro, 64 puro y 32/64 simultáneo. No hay penalización de rendimiento en ninguno de los tres modos.
3. Se ofrece principalmente con 512Kbytes de caché L2, con la excepción de los procesadores OEM DTT 3400+ y 3700+, que incorporan 1MB de caché L2.
4. Versión más rápida: 3700+ (2'4GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Clawhammer, Newcastle.
6. Longevidad en el mercado: Difícil de predecir. Es difícil saber qué ocurrirá con el Socket 754, sobre todo si se tiene en cuenta que la estrategia de AMD pretende migrar hacia la plataforma 939. Sería caro para AMD y los fabricantes mantener las tres plataformas 754/939/940. Según los planes de mercado de AMD, la plataforma 754 migrará a Sempron, mientras que los Athlon 64 pasarán al núcleo Winchester, que es un producto exclusivo para Socket 939.

7. Overclockability: algunos usuarios han conseguido elevar la velocidad hasta 2'60GHz.

8. Mejor placa madre: con seguridad, la DFI LanPartyUT NF3 250GB.

Figura 6  
Athlon 64: Socket 939



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Puede trabajar en configuración de memoria dual. El controlador integrado de todos los procesadores para Socket 939 permite trabajar en configuración single y dual channel.

2. El Athlon 64 para Socket 939 es capaz de trabajar en tres modos: 32 puro, 64 puro y 32/64 simultáneo. No hay penalización de rendimiento en ninguno de los tres modos.

3. Se ofrece principalmente con 512Kbytes de caché L2, con la excepción del 4000+, que incorporan 1MB de caché L2.

4. Versión más rápida: 4000+ (2'4GHz).

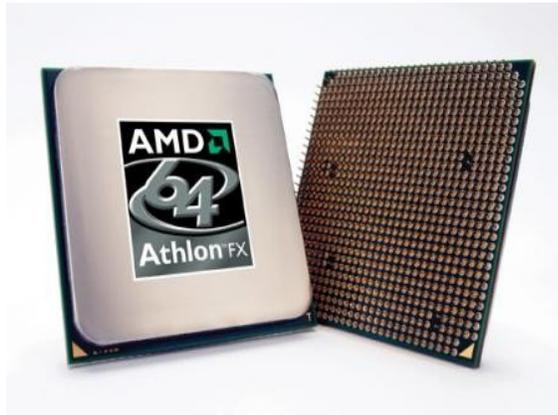
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Clawhammer, Newcastle, Winchester.

6. Longevidad en el mercado: muy grande. AMD ha creado esta CPU para cubrir un amplio segmento de su estrategia de mercado.

7. Overclockability: con las nuevas versiones de 90nm con núcleo Winchester se han conseguido velocidades de 2'50GHz, la cual está por encima de la de 4000+ pero por debajo de la del Athlon FX-55.

8. Mejor placa madre: probablemente la EPoX 9NDA3+, basada en el chipset nForce3 ULTRA. Sin embargo, hay que tener en cuenta las ofertas de Abit, EPoX, DFI y Asus que saldrán con el chipset nForce4, que aparecerán a finales de 2004 y que, probablemente, sean una mejor opción. La mejor sugerencia es esperar, si es posible.

figura: 7  
Athlon FX: Socket 939



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Puede trabajar en configuración de memoria dual. El controlador integrado de todos los procesadores para Socket 939 permite trabajar en configuración single y dual channel.
2. El Athlon FX para Socket 939 es capaz de trabajar en tres modos: 32 puro, 64 puro y 32/64 simultáneo. No hay penalización de rendimiento en ninguno de los tres modos.
3. Se ofrece únicamente con 1MB de caché L2.
4. Versión más rápida: FX-55 (2'6GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Sledgehammer. Para la primera mitad de 2005 se espera el nuevo núcleo San Diego, fabricado con tecnología de 90nm.
6. Longevidad en el mercado: muy grande. AMD ha creado esta CPU para cubrir el segmento de la gente con mucho dinero para gastar, para aquellos que quieren el "más grande, mejor, más rápido, el más de lo más".
7. Overclockability: este procesador, en las pruebas realizadas, nunca superó los 2'70GHz. Se espera, sin embargo, que la nueva versión (FX-57) trabaje a 2'8GHz.

8. Mejor placa madre: probablemente la EPoX 9NDA3+, basada en el chipset nForce3 ULTRA. Sin embargo, hay que tener en cuenta las ofertas de Abit, EPoX, DFI y Asus que saldrán con el chipset nForce4, que aparecerán a finales de 2004 y que, probablemente, sean una mejor opción. La mejor sugerencia es esperar, si es posible.

9. Capacidad SMP: imposible.

Figura 8  
Opteron: Socket 940



Fuente: <http://www.overclockers.cl/modules.php?name=news&id=540>

1. Puede trabajar en configuración de memoria dual. El controlador integrado de todos los procesadores para Socket 940 permite trabajar en configuración single y dual channel.
2. El Opteron 940 es capaz de trabajar en tres modos: 32 puro, 64 puro y 32/64 simultáneo. No hay penalización de rendimiento en ninguno de los tres modos.
3. Se ofrece exclusivamente con 1MB de caché L2.
4. Versión más rápida: Opteron 250 (2'4GHz).
5. Del más viejo al más nuevo, los núcleos usados son: Sledgehammer. Pero para 2005 se esperan las siguientes versiones: Athens (sin SMP), Troy (1-2 CPUs) y Venus (1-8 CPUs).
6. Longevidad en el mercado: muy grande. AMD ha creado esta CPU para cubrir el segmento de mercado de servidores. Con una arquitectura escalable capaz de admitir hasta 8 procesadores, se pueden conseguir rendimientos extremos con una relación rendimiento/precio extremadamente atractiva.
7. Overclockability: con las nuevas versiones no se han conseguido velocidades superiores a 2'60GHz. La próxima revisión será el Opteron 252 a 2'60GHz, que es,

probablemente, el límite actual para 130nm. Un cambio a 90nm, o posteriores revisiones, podrían permitir un Opteron 254.

8. Mejor placa madre: probablemente la Tyan Thunder K8W (S2885), que ofrece:

- Hasta dos procesadores Opteron.
- Ocho conectores DIMM de 184 pines y 2'5V para disponer de hasta 16GB de Memoria
- Cuatro slots PCI-X de 64 bits y un AGP 8x/AGP Pro110.
- Un controlador de GbE Lan y controlador integrado FireWire.
- Controlador Serial ATA y sistema de audio.

9. Capacidades SMP: es la única CPU de 64 bits con capacidades SMP. Permite sistemas SMP de hasta 8 procesadores.



## BIBLIOGRAFÍA

BIRMELIN, Michael. *Manual de los procesadores 80xxx y pentium. Arquitectura, propiedades, programación.* Barcelona, Esp., 1995.

CARRETERO PÉREZ, Jesús, Félix García C., Pedro de Miguel Anasagasti y Fernando Pérez Acosta. *Sistemas Operativos. Una visión aplicada.* México, D.F., McGraw-Hill, 2001.

CUESTA QUINTERO, Carlos Enrique. "Arquitectura de software dinámica basada en reflexión." *Tesis doctoral.* Universidad de Valladolid, Departamento de informática, 2002. Presentación digital, Biblioteca Virtual "Miguel de Cervantes", Tesis.

ENCICLOPEDIA Autodidáctica Océano, t. 2, "Computación", Barcelona, Esp., Océano, 1987.

GARRIDO CHAMORRO, Sergio. *El procesador Intel Itanium.* Universidad de Salamanca, 2005.

GONZÁLEZ OSORIO, Gonzalo. *Informática.* 2ª ed., México, D.F., Nueva Imagen, 2001.

MORRIS MANO, M. *Arquitectura de computadoras.* 3ª ed., México, D.F., Pearson Educación, 1993.

RUSSEL, Charlie. *Guía de escenarios de ediciones 64 bits de Windows Server 2003 (x64).* Microsoft Windows Server, abril 2005.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas operativos modernos.* México, D.F., Prentice-Hall, 1993.

TÉLLEZ VALDÉS, Julio. *Derecho informático.* México, D.F., UNAM, 1991.

## Otras fuentes

CANEPA, Juan Pablo y COHEN Pacini, Daniel. *Comparación arquitecturas de 64 bits*. Septiembre del 2004, presentación digital. 64intelamd.pdf.

ENCICLOPEDIA Microsoft Encarta 2001.

INTERNET:AMD presenta el primer procesador x86 de doble núcleo.  
[www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm](http://www.servitel.es/inforsalud97/32/32.htm)

Breve descripción del procesador AMD Athlon 64, <http://www.amd.com/es->

Códigos normalizados de nomenclatura  
<http://eureka.ya.com/elektron/tutoriales/nomsemi.htm>

Informática de 64 bits con Windows Server 2003. [www.microsoft.com/spain](http://www.microsoft.com/spain)

VEGA LUNA, José Ignacio. [www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num1/1-2.htm](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num1/1-2.htm)

x86 es.[wikipedia.org/wiki/X86](http://wikipedia.org/wiki/X86)

[http://www.amd.com/es-es/Processors/ProductInformation/0,,30\\_118\\_9331,00.html](http://www.amd.com/es-es/Processors/ProductInformation/0,,30_118_9331,00.html)

<http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/tn/sep05-03.msp>

<http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=106>

<http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=110>

<http://www.intel.com/cd/business/enterprise/emea/spa/bss/products/server/209126.htm>

<http://www.intel.com/cd/products/services/emea/spa/142760.htm>

[http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero\\_4/tendencias.msp](http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero_4/tendencias.msp)

<http://www.exposición%20itanium.pdf>



## GLOSARIO

*Algoritmo:* Conjunto de instrucciones que permiten realizar un trabajo determinado.

*Arquitectura:* En informática, término que se aplica a la estructura de un sistema informático o de una parte del mismo.

*Base de datos:* Cualquier conjunto de datos organizados para su almacenamiento en la memoria de una computadora.

*Bit:* Acrónimo de Binary Digit (dígito binario), que adquiere el valor 1 o 0 en el sistema numérico binario.

*Bus:* Conjunto de líneas conductoras de hardware para la transmisión de datos entre los componentes de un sistema informático.

*Byte:* Unidad de información que consta de 8 bits.

*Caché:* Parte de la memoria de acceso aleatorio de un computador que se reserva para contener, de manera temporal, información leída o escrita recientemente en el disco.

*Central de procesamiento:* Se denomina así a la combinación de la unidad aritmético-lógica y la unidad de control.

*Circuitos integrados:* Pequeño circuito electrónico utilizado para realizar una función electrónica específica, como la amplificación.

*Codificación binaria:* Codificación por modulación de impulsos por la cual las ondas se transforman en una señal en código binario.

*CPU:* Unidad central de proceso, consiste en un circuito microscópico que interpreta y ejecuta instrucciones.

*Ejecución superescalar:* Estrategia para aumentar la velocidad y la eficacia utilizando múltiples unidades aritmético-lógicas para efectuar operaciones simultáneas.

*Estructura de datos:* Agrupaciones estándar de datos que ofrecen los lenguajes de programación facilitando la referencia a una determinada información dentro de un programa.

*Flip-flops:* Interruptores binarios también llamados circuitos biestables.

*FORTRAN* (Fórmula traductora): Acrónimo de FORmula TRANslation, primer lenguaje de programación de alto nivel para computadoras.

*Hardware*: Equipo utilizado para el funcionamiento de una computadora.

*Inteligencia artificial*: En sentido amplio indica la capacidad de un artefacto de realizar los mismos tipos de funciones que caracterizan al pensamiento humano.

*Lenguaje de programación*: Cualquier lenguaje artificial que puede utilizarse para definir una secuencia de instrucciones para su procesamiento por una computadora.

*LISP*: Acrónimo de List Processing, lenguaje de programación para computadoras orientado a la generación de listas.

*Memoria*: Circuitos que permiten almacenar y recuperar la información.

*Memoria RAM*: Memoria basada en semiconductores que puede ser leída y escrita por el microprocesador u otros dispositivos de hardware.

*Memoria ROM*: Memoria basada en semiconductores que contiene instrucciones o datos que se pueden leer pero no modificar.

*Microprocesador*: Circuito electrónico que actúa como unidad central de proceso de una computadora que proporciona el control de las operaciones de cálculo.

*MODEM*: Equipo utilizado para la comunicación de computadoras a través de líneas analógicas de transmisión de datos.

*Multiplexores*: Dispositivos utilizados para combinar las señales.

*Periférico*: Término utilizado para dispositivos como unidades de disco, impresoras, módem o joysticks conectados a una computadora y controlados por un microprocesador.

*PC*: Acrónimo de Personal Computer utilizado para designar las computadoras.

*Programa*: Sinónimo de software, el conjunto de instrucciones que ejecuta una computadora.

*Puertos*: En hardware de computadoras, el lugar en que se intercambian datos con otro dispositivo.

*Shell*: Elemento de software, normalmente un programa independiente, que proporciona una comunicación directa entre el usuario y el sistema operativo.

*Sistema operativo*: Software básico que controla una computadora.

*Software*: Conjunto de instrucciones que una computadora emplea para manipular datos.

*Stack o pila*: Dispositivo de almacenamiento que guarda información de manera que el artículo que se almacena al último es el primero que se recupera.

*Telemática*: Conjunto de servicios y técnicas que asocian las telecomunicaciones y la informática.

*Transistores*: Grupo de componentes electrónicos utilizados como amplificadores u osciladores en sistemas de comunicaciones, control y computación.

*Unidad aritmético lógica*: Unidad que realiza operaciones aritméticas y compara valores numéricos.

*Unidad de coma flotante*: Coprocesador que realiza cálculos con números de coma flotante en lugar de números enteros.

*Unidad de control*: Dirige el funcionamiento de la computadora recibiendo instrucciones del usuario y transformándolas en señales eléctricas que pueden ser comprendidas por los circuitos de la computadora.

