

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE VERAGUAS
FACULTAD DE INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIÓN**

MONOGRAFÍA:

**ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DE LOS
COMPUTADORES MODERNOS DE LA FAMILIA X86**

PRESENTA:

RAÚL ENRIQUE DUTARI DUTARI

2009

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Observaciones Preliminares.	1
2.	Evolución Generacional De Las Computadoras.	1
2.1.	Componentes Evolutivos Del Computador.	2
2.1.1.	La Micro-Programación.....	2
2.1.2.	El Micro-Código.....	3
2.1.3.	El Sistema Operativo.	3
3.	Evolución De Las Computadoras.....	4
3.1.	Computadoras Basadas En Sistemas Mecánicos.....	4
3.2.	Computadoras Basadas En Sistemas de Bulbos.....	5
3.3.	Computadoras Basadas En Sistemas Con Transistores.	7
3.4.	Computadoras Basadas En Sistemas Con Circuitos Integrados.	9
3.5.	Integración A Muy Gran Escala.....	10
3.6.	Evolución De Los Procesadores	12
3.6.1.	Procesador 8086.....	12

3.6.2.	Procesador 80286.....	13
3.6.3.	Procesador 80386.....	15
3.6.4.	Procesador 80486.....	15
3.6.5.	Procesador Pentium.....	17
3.6.6.	Procesador Pentium-Pro.....	18
3.6.7.	Procesador Pentium-Mmx.....	19
3.6.8.	Procesador Pentium II.....	19
3.6.9.	Procesador Pentium III.....	20
3.6.10.	Procesador Pentium IV.	21
3.6.11.	Procesadores Multinúcleo Basados En Micro Arquitectura De Nueva Generación Intel.....	22
3.7.	Evolución De Los Buses Del Sistema.	23
3.7.1.	Primera Generación.....	24
3.7.2.	Segunda Generación.	25
3.7.3.	Tercera Generación.	26
3.8.	Evolución De La Memoria.	27

3.8.1.	Tarjeta Perforada.	28
3.8.2.	Memoria Basada En Mercurio.....	28
3.8.3.	Memoria Basada En Bulbos Al Vacío.	29
3.8.4.	Memoria Magnética.....	29
3.8.4.1.	Memoria Basada En Núcleos Magnéticos De Ferrita.....	30
3.8.5.	Memoria Basada En Semiconductores.	30
3.8.5.1.	Memoria RAM.	32
3.8.6.	Memoria Óptica.....	33
3.8.7.	Tecnologías Alternativas No Tradicionales Que Permiten Implementar Memoria RAM En Computadoras.....	34
4.	Conclusiones.....	35
5.	Referencias Bibliográficas.....	35

1. OBSERVACIONES PRELIMINARES.

Desde su aparición sobre la faz de la tierra, el hombre siempre ha buscado – y muchas veces, encontrado – equipos que le faciliten la vida. En especial, herramientas que le permitan realizar cálculos precisos y rápidos.

En la actualidad las computadoras se constituyen como una herramienta muy importante en la vida del hombre, ya que permiten realizar numerosos cálculos complejos en cuestión de milésimas de segundos y de realizar múltiples tareas. Debido a estos hechos y otros no mencionados, tienen múltiples aplicaciones en diferentes áreas como: salud, educación, milicia, meteorología, entre otras.

Para llegar a los computadores de hoy en día; han tenido que evolucionar, pasando por una serie de cambios en su estructura y organización a través de los años. Estos cambios están muy relacionados a las nuevas tecnologías de las épocas, las que han permitido reducir su tamaño y mejorar su rendimiento (transistores, circuitos integrados, etc.).

A continuación, en este documento, se expondrán las tecnologías y que han sido utilizadas a través de la relativamente corta pero muy cambiante historia de la computación, para construir sus componentes estructurales, como lo son: buses, memoria, y procesador.

2. EVOLUCIÓN GENERACIONAL DE LAS COMPUTADORAS.

A continuación se analizará brevemente la evolución histórica de las computadoras modernas.

2.1. COMPONENTES EVOLUTIVOS DEL COMPUTADOR.

Es importante recalcar que los computadores, esencialmente, han evolucionado paralelamente, en dos sentidos o componentes, que se mencionan a continuación:

- **Componente Hardware:** este elemento comprende todos lo que son los circuitos, memorias y dispositivos de entrada y salida. Agrupa todos los objetos o dispositivos y partes del computador que se pueden tocar o que son tangibles.
- **Componente Software:** este factor abarca los diversos programas que funcionan o hacen funcionar los dispositivos que conforman el computador, dichos programas son algoritmos que interactúan con el computador a bajo nivel.

En los primeros computadores la barrera entre el software y hardware estaba bien marcada. Hoy en día, esta realidad ha cambiado rotundamente, ya que se ha adoptado la doctrina de hacer el hardware y software equivalentes entre sí.

Además, hay una serie de factores que han influido notablemente en la forma que presentan los computadores modernos, a saber, son:

2.1.1. LA MICRO-PROGRAMACIÓN.

Hasta la década de los cuarenta los ordenadores poseían solo dos niveles en su arquitectura interna para el procesamiento de información (hardware y software), mas adelante Maurice Wilkes, estudioso de la universidad de Cambridge, propuso la idea de simplificar dichos niveles y crear un tercer nivel difuso, con

microprogramas integrados, los cuales tuvieran solo un número constante y limitado de instrucciones que se ejecutaría a bajo nivel. Dicha simplificación mejoró la eficiencia y la arquitectura del computador.

2.1.2. EL MICRO-CÓDIGO.

Es un concepto que saca ventaja a la micro-programación, ya que permite agregar mayor funcionalidad a los microprogramas previamente existentes. Esta actualización normalmente, es más rápida o eficiente que las instrucciones previamente existentes, por lo que se mejoraba el rendimiento del sistema, sin cambiar el hardware, beneficiando directamente a los usuarios.

2.1.3. EL SISTEMA OPERATIVO.

Este logro fue alcanzado a principios de los años sesenta, ya que los programadores perdían mucho tiempo tratando de operar el equipo o buscando errores en sus programas, puesto que en años anteriores, solo se trabajaba con tarjetas perforadas, que hacían más tediosa la tarea de compilar un programa, además de que el computador permanecía mucho tiempo inactivo.

Tales razones llevaron a la implementación de un programa que se ejecutaba constantemente en el computador, y que sólo necesitaba que el usuario colocara las tarjetas de código y unas cuantas instrucciones –relativamente sencillas - para que el sistema leyera la información. Este programa fue a lo que se llamó “Sistema Operativo”. Uno de los primeros sistemas operativos fue el FMS (FORTRAN Monitor System) de la IBM 709.

Es importante mencionar que los sistemas operativos también han evolucionado, inicialmente se observaron los llamados “sistemas por lotes”, los cuales leían un paquete de tarjetas y la salida era impresa en una impresora en línea.

Posteriormente, surgieron los sistemas de “Tiempo Compartido”, donde varios usuarios se encontraban en terminales remotas; y podían introducir su información vía teclado y obtener la salida casi de inmediato en un monitor, todo gracias a una consola de órdenes.

Finalmente, los sistemas operativos han evolucionado hasta llegar a los productos actuales que ofrecen al usuario un mecanismo de comunicación gráfico, basado en apuntadores e íconos.

3. EVOLUCIÓN DE LAS COMPUTADORAS.

A lo largo del tiempo se han diseñado gran cantidad de computadores con estructuras distintas, algunos de estos diseños han pasado al olvido y otros marcaron un hito en la arquitectura moderna del computador. A continuación se presentan algunas de las arquitecturas fundamentales dentro de la historia del computador.

3.1. COMPUTADORAS BASADAS EN SISTEMAS MECÁNICOS.

Llamadas así porque se operaban a mano y con dispositivos hidráulicos, uno de los primeros modelos existentes fue la calculadora inventada por el gran científico Blaise Pascal en el año 1645, esta máquina tenía la capacidad de sumar y restar, la misma era operada mediante una manivela y trabajaba con engranes. En su época fue toda una revolución.

Tiempo después Gottfried Leibniz invento el equivalente a lo que hoy en día era la calculadora de bolsillo de 4 funciones, ya que podía sumar, restar, dividir y multiplicar.

Otro de los notables logros fue la invención de la Máquina Analítica, de Charles Babbage, la cual fue la primera en utilizar medios de almacenamiento (memoria), unidad de cómputo, sección de entrada (lector de tarjetas perforadas) y la sección de salida (salidas impresas).

Después de esto se fueron creando otras maquinas con mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento como lo fueron las “Harvard Mark I” y “Colossus Mark II”, que representaron todo un avance del intelecto humano.

3.2. COMPUTADORAS BASADAS EN SISTEMAS DE BULBOS.

Estas computadoras fueron creadas debido a la gran amenaza en que se encontraban los Estados Unidos durante la segunda guerra mundial y debido a esto se necesitan maquinas con alto nivel de tecnología, que permitiera descifrar el código enigma utilizado por los alemanes.

Para ello, los británicos crearon una computadora llamada Colossus Mark II, diseñadas en gran parte por el famoso científico Alan Turing, dicha máquina ayudo en gran parte a ganar la guerra, ya que permitía la rápida decodificación de los mensajes cifrados por los alemanes, facilitando información valiosa que permitió la victoria aliada en el 45.

Posteriormente, se creó la ENIAC, la primera computadora electrónica la cual constaba de 18,000 bulbos, 15,000 relevadores y pesaba 30 toneladas, además se programaba de manera manual, la ENIAC estuvo lista en el año 1946.

Después de varios diseños e inventos, se llegó a construir la famosa e inolvidable máquina de Von Neumann, cuyo diseño básico se presenta a continuación:

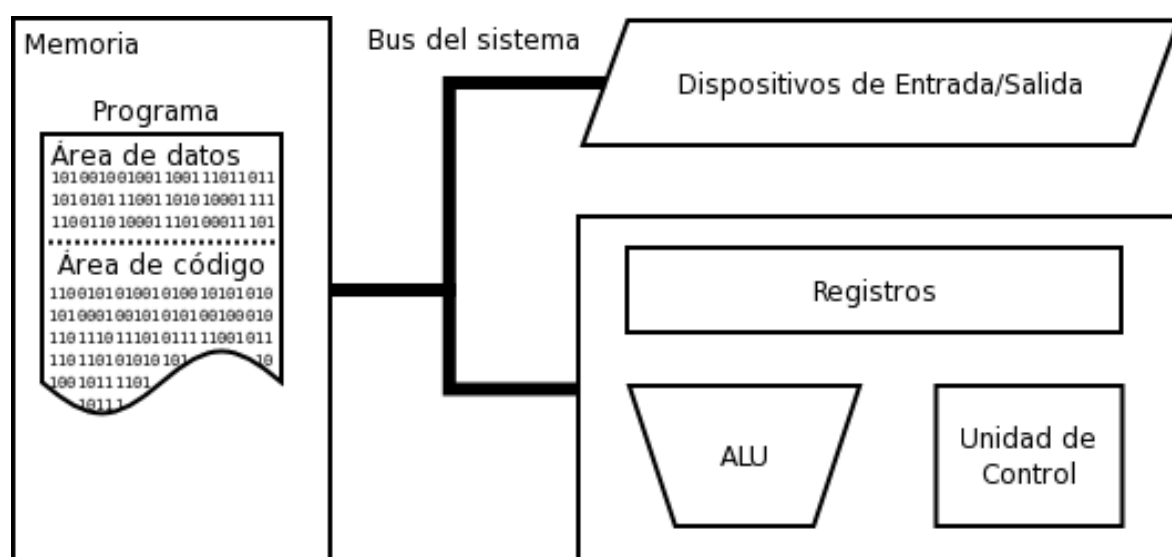


Ilustración 1: Arquitectura de Von Neumann para el computador moderno.

Como se puede observar, esta máquina fue la principal precursora de las computadoras que hoy en día conocemos, puesto que consta de cinco partes principales: la memoria, unidad de control, unidad aritmética-lógica, unidades de entrada y las de salida, tal como conocemos a prácticamente todos los computadores de uso general en la actualidad.

Fue la primera en su tipo y fijó las bases para la arquitectura computacional moderna. Pero esto no fue todo al mismo tiempo en que se trabajaba en la máquina de von Neuman, se creaba la Whirlwind I, la cual fue una máquina muy

diferente a todas las anteriores, puesto que tenía mayor capacidad de procesamiento y además dio las luces a lo que se le conoció como memoria de núcleos magnéticos, desarrollada en el MIT, alrededor de 1947.

Al final de esta época, alrededor de 1958, se creó lo que fue una de las últimas máquinas de bulbos conocidas o recordadas, que fue diseñada por la IBM, esta fue la IBM 704, la cual poseía 4K de memoria de núcleos, hardware de punto flotante u podía manejar instrucciones de 36 bits.

3.3. COMPUTADORAS BASADAS EN SISTEMAS CON TRANSISTORES.

Este tipo de dispositivos fue elaborado por los Bell Labs en el año 1948, pero no fue hasta fines de los 50's que los transistores revolucionaron los computadores. La primera máquina que vio la luz en el mundo comercial fue la PDP-1, creada por la DEC (Digital Equipment Corporation).

Esta máquina superó con creces a su rival, la 7090 de IBM, que en esos tiempos era la computadora más rápida del mundo y la misma costaba millones de dólares, por el contrario la PDP-1 solo costaba \$120,000. Este suceso marco el inicio de la era de las minicomputadoras.

Años después apareció la PDP-8, una máquina mucho más económica que la PDP-1, la misma trajo consigo una importante innovación al mercado tecnológico: los buses de datos, que interconectan los componentes del computador.

Un par de años más tarde, hizo su aparición una nueva máquina, la cual se adelanto a su época, esta fue la 6600, la misma fue creada por una compañía

llamada CDC dirigida por Seymour Cray, que fue comparado con von Neuman, el mismo dedico su vida a elaborar maquinas cada vez mas rápidas, las cuales mas adelante fueron llamadas supercomputadores.

Es importante mencionar que en esta época, la industria de la computadora solo se estaba enfocando el bajar los precios de las máquinas y hacerlas más rápidas, por ello el software ni siquiera se tocaba, no fue hasta la aparición de la B5000, que poseía implementaciones novedosas de las más avanzadas ideas computacionales del momento, tales como:

- Todo el código es automáticamente reentrante, mejor conocida como (Thread-Safety o multihilado seguro, en español), es decir, el código debe funcionar correctamente en presencia de procesos secuenciales o concurrentes, para la época, esta idea es absolutamente revolucionaria, aunque no es la única bondad de este sistema.
- El hardware en mención, fue diseñado para soportar exclusivamente lenguajes de programación de alto nivel, de manera que no existe una implementación de lenguaje ensamblador para este sistema.
- Todo el software del sistema está escrito en una variedad extendida de ALGOL.
- Implementada basándose en una arquitectura de Stack – pila - para soportar lenguajes algorítmicos de alto nivel.
- Soporte para sistemas operativos de alto nivel.
- Soporte para multiprocesamiento maestro/esclavo.

- Soporte para otros lenguajes de alto nivel como COBOL.
- Arquitectura segura prohibiendo acceso no autorizado a datos o interrupciones de operaciones
- Detección temprana de errores, soportando el desarrollo y las pruebas (testing) de software.
- Presentó la primera implementación comercial de la memoria virtual.
- Influenció muchas de las implementaciones técnicas computacionales de la actualidad.

Desgraciadamente, los fallos en la comercialización del producto, provocaron que este sistema no tuviera éxito comercial y fue olvidado en poco tiempo.

3.4. COMPUTADORAS BASADAS EN SISTEMAS CON CIRCUITOS INTEGRADOS.

En esta etapa de la historia se crearon las primeras computadoras que utilizaban placas de silicio en las cuales se incrustaban gran cantidad de transistores, permitiendo la creación de máquinas más pequeñas, baratas y mucho más rápidas.

Esta era se inicia con la familia Sistema 360 de IBM, ofreciendo equipos de uso tanto científico como comercial, además de ser relativamente baratas en comparación con sus predecesoras y estaban basadas en circuitos integrados, dotándolas de mayor velocidad. A continuación, se presenta una tabla donde se resumen las características técnicas más relevantes de la línea 360 de IBM:

<i>Atributo</i>	<i>Modelo 30</i>	<i>Modelo 40</i>	<i>Modelo 50</i>	<i>Modelo 65</i>
<i>Desempeño Relativo</i>	100%	350%	1000%	2100%
<i>Tiempo De Ciclo (Ns)</i>	1000	625	500	250
<i>Memoria Máxima (Kb)</i>	64	256	256	512
<i>Memoria Máxima Direccionable (Mb)</i>	16	16	16	16
<i>Bytes Obtenidos Por Ciclo</i>	1	2	4	16
<i>Número Máximo De Canales De Datos</i>	3	3	4	6

Tabla 1: Atributos principales de la serie IBM 360

No está de más mencionar que la línea 360 fue la primera que pudo simular modelos anteriores de computadoras de la IBM.

Además de esto la serie 360 poseía un espacio de memoria de 16 Mb (megabytes), lo cual para la época era bastante grande, pero para los años 80's esa cantidad era una limitante.

Además de la serie 360, paralelamente surgió su hermano pequeño dentro de la línea de minicomputadoras, el PDP-1, el mismo tuvo su auge dentro de las instituciones universitarias por su precio y desempeño.

3.5. INTEGRACIÓN A MUY GRAN ESCALA.

A medida que se adentraban los años 80's se aumentaba la cantidad de transistores que se implantaban en un solo chip y con esto se vendían muy bien las computadoras personales y de escritorio, ya que las mismas ganaban cada vez más fama dentro del usuario promedio.

En esta época también se popularizó el sistema operativo para el chip Intel 8080, que resultó muy positivo ya que este sistema poseía una serie de instrucciones que el usuario podía introducir por teclado. Luego de esto

aparecieron equipos famosos como la Apple y la Apple II, que innovaron al usuario casero y de escuelas.

En esta época ocurrió uno de los errores más caros de comercialización de productos cuando, literalmente, IBM desarrolló el computador PC, convirtiéndolo en un éxito comercial, al mismo tiempo que facilitaba su producción por parte de terceros fabricantes y de hecho, potenciando el fenómeno de popularización del computador personal, que se observa en la actualidad. El hecho merece la pena que se documente con cierto detalle.

La computadora PC original fue un intento de IBM para entrar en el mercado doméstico, a la fecha, dominado por el Apple II de Apple Computer y otros equipos que utilizaban el sistema operativo CP/M.

Para tal efecto se formó un equipo especial que debía diseñar, implementar e introducir el producto en el mercado, rápidamente. El proyecto tuvo el nombre clave: Proyecto Ajedrez.

El desarrollo del proyecto tardó cerca de un año. Para lograrlo fácilmente, decidieron construir la máquina con partes disponibles en el mercado de una variedad de distintos fabricantes (primer error: anteriormente IBM había desarrollado sus propios componentes).

Luego diseñaron una arquitectura abierta para que otros fabricantes de hardware pudieran producir y vender máquinas compatibles (segundo error: facilitaron la aparición de máquinas compatibles con IBM PC), así que la especificación de la ROM BIOS fue publicada abiertamente. IBM esperaba mantener su posición en el mercado al tener los derechos de licencia de la BIOS, y manteniéndose delante de la competencia.

Desafortunadamente para IBM, otros fabricantes rápidamente hicieron ingeniería inversa de la BIOS y produjeron sus propias versiones sin pagar derechos de uso a IBM. (Compaq Computer Corporation fabricó el primer clon compatible de la IBM PC en 1983).

Finalmente, una vez que el IBM PC se convirtió en un éxito comercial, el producto *PC* dejó de estar bajo el control de un grupo especial dentro de IBM para pasar al control de las gerencias tradicionales. En este sentido, la tradición de IBM de disminuir artificialmente la capacidad de los productos de bajo precio, para así poderse lucrar vendiendo productos caros, le jugó en contra (tercer error: los competidores no tuvieron inconvenientes en quitarle el liderazgo a IBM, ya que sus productos eran mejores y más baratos).

3.6. EVOLUCIÓN DE LOS PROCESADORES

El procesador es el componente fundamental de toda computadora, puesto que es la unidad que se encarga de controlar todo el flujo de datos dentro de ellas. A continuación se expondrá cómo han evolucionado los procesadores modernos populares de última generación, es decir, la famosa familia x86 de Intel.

A grandes rasgos, todos estos procesadores comparten la misma arquitectura, conocida como IA-32, y se basan en la tecnología CISC.

3.6.1. PROCESADOR 8086.

Aun es muy utilizado en sistemas embebidos, hizo su aparición en el año 1979. Con él se lograron ventajas frente a sus predecesores, ya que poseía más de 27 modos de direccionamiento para la localización de un comando en una instrucción, por ejemplo.

Entre sus principales características se observan:

- Direccionamiento directo de 1Mb de RAM.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 4.77MHz a 10MHz.
- Juego de instrucciones compatible con su predecesor inmediato, el 8080.
- Ejecución de instrucciones por segmentación de 2 etapas: Buscar instrucción y ejecutar.
- Niveles de interrupciones sectorizadas multinivel.
- Soporte de operaciones basadas en bits, bytes, palabras y bloques.
- Soporte para aritmética entera de 8 y 16 bits.

3.6.2. PROCESADOR 80286.

Lanzado al mercado en febrero de 1982, lograba ser mucho más veloz que el 8086 y además poseía dos modos de arranque, el modo protegido y el modo real. Sus atributos principales son:

- Soporta memoria virtual de hasta 1GB.
- Soporte de memoria física de hasta 16MB.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 6MHz a 25MHz.
- Ofrece soporte para multitareas.

- Modos de arranque real y privilegiado o protegido.
- Funciona utilizando cuatro niveles de privilegio en sus instrucciones.
- Aumenta la segmentación del sistema a cuatro capas.

El diagrama que se presenta a continuación, ilustra la arquitectura del procesador 80286:

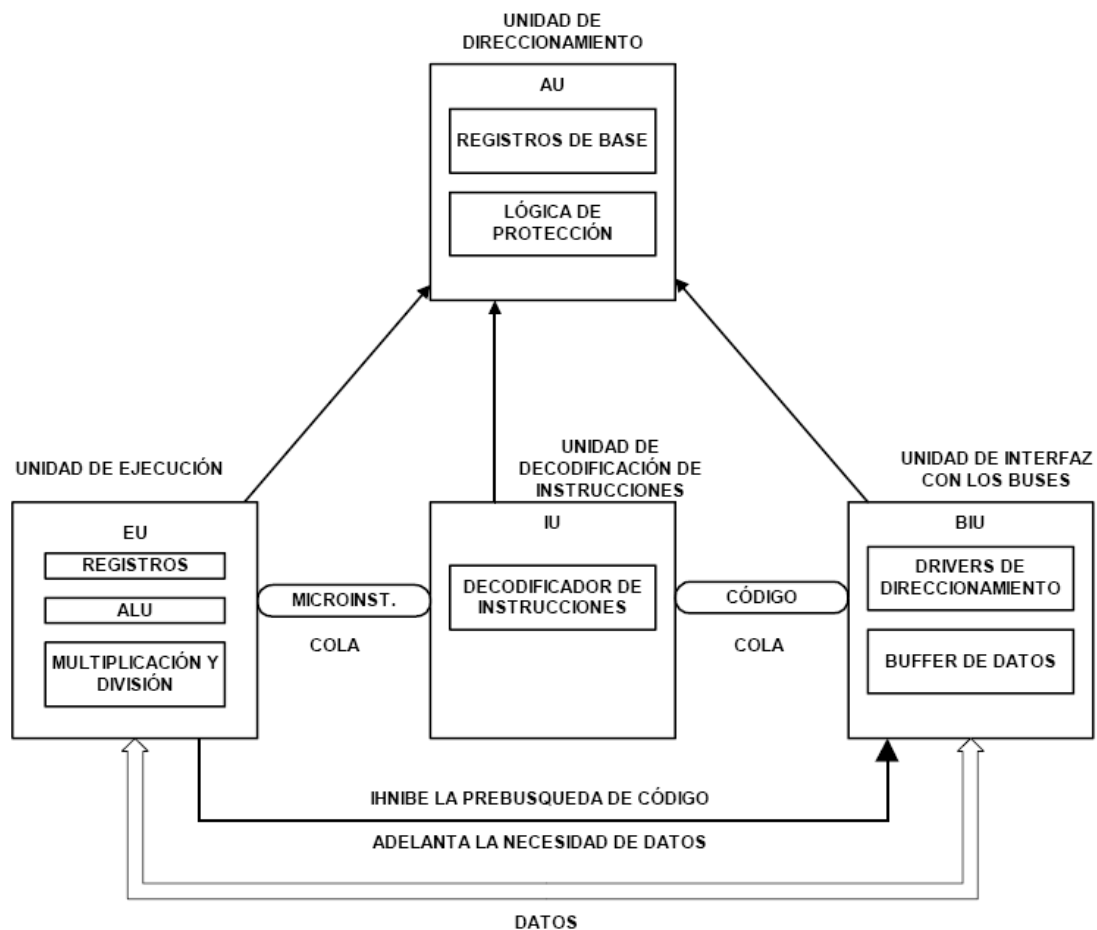


Ilustración 2: Arquitectura del procesador 80286.

3.6.3. PROCESADOR 80386.

Fue el primero en operar a 32 bits y marcar todo un estándar en la industria de los computadores.

Entre sus principales características están:

- La capacidad de paginación de cuatro niveles, heredada del 80286, le permitía la protección de aplicaciones y el mismo sistema operativo.
- Poseía una gran flexibilidad en su bus de datos ya que implementaba la tecnología pipelining.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 16MHz a 40MHz.
- Posee dos versiones: el 386DX – considerado un procesador de alto rendimiento y más caro, de paso – y el 386SX - que es la versión económica del producto, y lógicamente, ofrece un rendimiento menor que el DX -.

Su aparición coincidió con la puesta en el mercado de la plataforma operativa MS-Windows 3.0, que requería precisamente de procesadores con las prestaciones que ofrecía, para funcionar adecuadamente.

3.6.4. PROCESADOR 80486.

Es una versión mejorada del procesador anterior, que esencialmente, integra el coprocesador matemático en su circuitería interna – al contrario de los procesadores anteriores, que lo implementaban como un circuito integrado

separado, comunicado por los buses del sistema -, con lo que se logra alcanzar un menor tiempo de procesamiento de instrucciones.

Entre sus principales prestaciones, se encuentran, la mejora de su:

- Unidad de prebúsqueda.
- Unidad de cache.
- Unidad de control.
- Unidad de decodificación.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 25MHz a 100MHz.
- Es el primer procesador donde la frecuencia de funcionamiento del procesador puede diferir de la frecuencia de funcionamiento del Front Side Bus – Bus de datos frontal FSB – ya que este último operaba entre 25MHz a 50MHz.
- Además, es el primer procesador que integra la unidad aritmética de punto flotante (FPU), dentro del circuito del procesador.
- Posee dos versiones: el 486DX – considerado un procesador de alto rendimiento y más caro, de paso – y el 486SX - que es la versión económica del producto, y lógicamente, ofrece un rendimiento menor que el DX, aunque sólo difieren en que tiene la FPU desactivada -.

3.6.5. PROCESADOR PENTIUM.

Este procesador revoluciono al mercado de la época, puesto que poseía un gran rendimiento, fidelidad y aseguraba mantener la integridad de los datos, además de esto tenía una gran compatibilidad y altas prestaciones.

Entre sus atributos, se encuentran:

- Aumento de la memoria cache a dos niveles (cachés L1 y L2).
- Arquitectura superescalar para que en cada ciclo se ejecute más de una instrucción.
- Supersegmentacion en 14 etapas para evitar el exceso de burbujas.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 60MHz a 200MHz.
- El FSB del sistema operaba entre 50MHz a 66MHz.

A continuación se presenta el diagrama de la arquitectura del procesador Pentium:

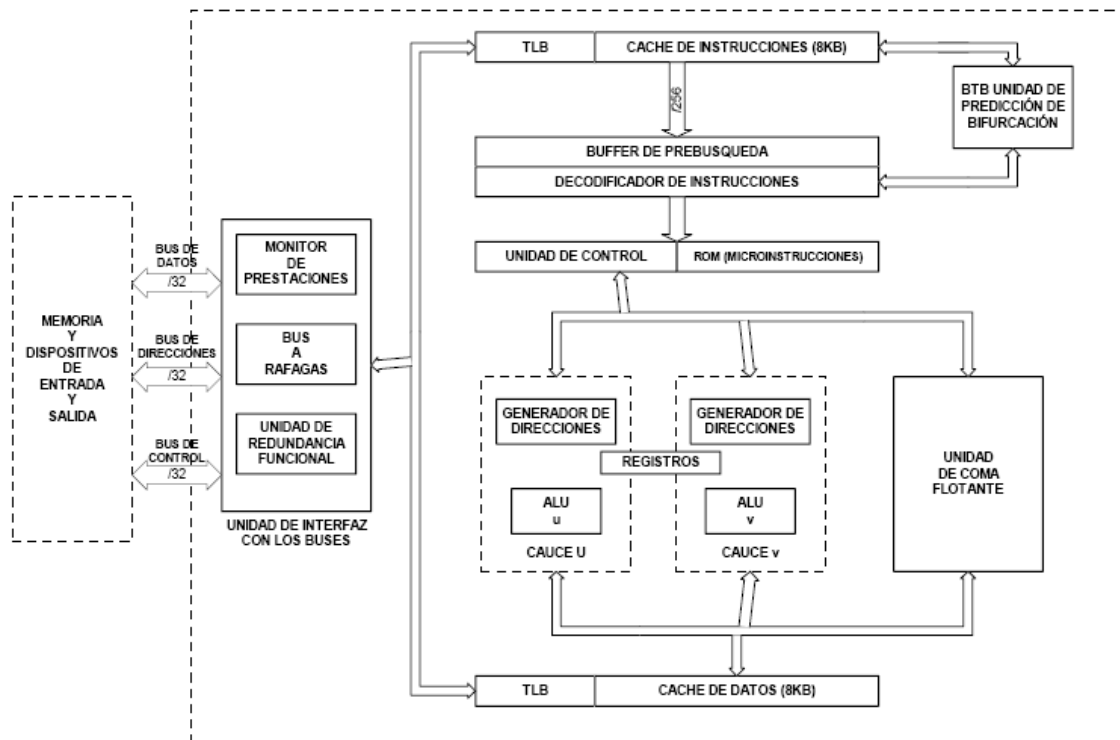


Ilustración 3: Arquitectura del procesador Pentium.

3.6.6. PROCESADOR PENTIUM-PRO.

Este procesador apareció en 1995, pero a diferencia de su antecesor este fue dirigido para servidores y estaciones de trabajo, lo cual suponía para Intel un total dominio del mercado.

La potencia de este procesador es muy alta puesto que es capaz de direccionar más de 64Gb de información por sus 36 líneas de bus.

Entre sus principales características se observan:

- La integración total del cache de segundo nivel.

- Incremento de la velocidad de procesamiento mediante la reducción del ciclo del reloj.
- Potenciación a la hora de procesar debido a la tecnología superescalar.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 133MHz a 200MHz.
- El FSB del sistema operaba entre 60MHz a 66MHz.

3.6.7. PROCESADOR PENTIUM-MMX.

Fue el primer procesador creador para satisfacer las demandas de multimedia y gráficos de alta calidad, salió al mercado en el año 1997.

Fue considerado como el mayor logro de la línea de procesadores Intel puesto que satisfacía toda la demanda de multimedia que existía en ese entonces por el uso de la Web y juegos, básicamente las velocidades y compatibilidad resultaron estar casi intactas.

Esencialmente, es un Pentium, al que se le agregó un juego de instrucciones adicionales que manejan las llamadas extensiones multimedia - *MultiMedia extensión* – y permiten un manejo optimizado de aplicaciones que utilicen intensivamente sonido y vídeo.

3.6.8. PROCESADOR PENTIUM II.

En el mismo año del lanzamiento al mercado del procesador Pentium-MMX, Intel presentó el Pentium II, y se considera una mejora del Pentium Pro.

Entre sus principales características se observan:

- Mejora el rendimiento en la ejecución de código de 16 bits – con respecto a su predecesor -.
- Nuevamente incluye el conjunto de instrucciones MMX.
- Eliminar la memoria caché de segundo nivel del núcleo del procesador, colocándola en una tarjeta de circuito impreso junto a éste.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 166MHz a 450MHz.
- El FSB del sistema operaba entre 66MHz a 100MHz.
- Ahora aparecen tres versiones del procesador: la Pentium II, orientada a estaciones de trabajo y considerado de alto rendimiento; el Celeron que es la versión económica del producto y finalmente, el Xeon, que se considera como el procesador con más alto rendimiento de la familia.

3.6.9. PROCESADOR PENTIUM III.

Después de un retraso de varios meses, en 1999 ve la luz este procesador, que mejora las aplicaciones 3D y de Internet

Entre sus principales características se observan:

- Cache L2 de 512 Kb.
- Permite direccionar la caché con hasta 4Gb de memoria.
- Es compatible con aplicaciones de 32 bits.

- Su diferencia más importante frente al Pentium II, consiste en la inclusión de las llamadas instrucciones SSE.
- De manera similar al Pentium II, presenta una versión Celeron de bajo presupuesto y la versión Xeon, para aplicaciones de máximo rendimiento, además del procesador tradicional.
- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 450MHz a 1400MHz.
- El FSB del sistema operaba entre 100MHz a 133MHz.

3.6.10. PROCESADOR PENTIUM IV.

Salió al mercado en el 2000, este procesador revolucionó totalmente el mercado ya que explotaba todas las prestaciones multimedia de la época y además estaba enfocado tanto para uso casero como comercial.

Entre sus principales características se observan:

- No mejoró el viejo diseño P6 según las dos tradicionales formas para medir el rendimiento: velocidad en el proceso de enteros u operaciones de coma flotante.
- Sacrificó el rendimiento de cada ciclo para obtener a cambio mayor cantidad de ciclos por segundo y una mejora en las instrucciones SSE.
- Al igual que la Pentium II y el Pentium III, el Pentium IV se comercializa en una versión para equipos de bajo presupuesto (Celeron), y una orientada a servidores de gama alta (Xeon), además del procesador tradicional.

- Su frecuencia de funcionamiento oscilaba desde 1300MHz a 3800MHz.
- El FSB del sistema operaba entre 400MHz a 1066MHz.

3.6.11. PROCESADORES MULTINÚCLEO BASADOS EN MICRO ARQUITECTURA DE NUEVA GENERACIÓN INTEL.

Esta arquitectura, esencialmente, responde a la necesidad de disminuir los requisitos de consumo elevados de energía que presentan todos los procesadores Intel anteriores, incluyendo al Pentium IV, con la consecuente incapacidad para incrementar efectivamente la frecuencia de reloj del CPU.

Esta tecnología se presenta a la industria informática en el primer trimestre del año 2006. Sus principales características se fundamentan en:

- El soporte de múltiples núcleos de procesamiento.
- Estos núcleos de procesamiento operan a frecuencias de reloj menores que las utilizadas por los procesadores anteriores.
- Ofrece soporte para virtualización en hardware, y utiliza un juego de instrucciones X86, basado en 64Bits, así como SSSE3.
- Existe toda una gama de este tipo de procesadores, con 2 y cuatro núcleos de procesamiento, operando con frecuencias de 1000MHz, hasta 3300MHz, con el FSB, funcionando entre 533MHz a 1600MHz.

3.7. EVOLUCIÓN DE LOS BUSES DEL SISTEMA.

La función que realiza un bus es la de interconectar lógicamente los distintos subsistemas de un sistema digital, enviado datos entre dispositivos de distintos tipos tales como: circuitos integrados enviando datos dentro de si, hasta equipos digitales completos que forman parte de supercomputadoras.

Generalmente los buses están hechos de conductores metálicos a través de los cuales se transfieren impulsos eléctricos que son enviadas o recibidas con la ayuda de dispositivos integrados que poseen una respectiva interfase de bus y son los que se encargan de controlar las señales de forma que sean recibidas correctamente por los otros dispositivos. Los impulsos eléctricos pueden ser de alguno de los siguientes tipos: datos, direcciones de memoria o señales de control.

La capacidad de un bus esta definida por la frecuencia máxima de envío y su ancho de banda. Estos valores generalmente tienden a ser inversamente proporcionales: Si se tiene alta frecuencia, el ancho de banda tiende a ser pequeño y viceversa.

Esta situación se presenta debido a la interferencia entre señales que causa que los campos electromagnéticos afecten el correcto funcionamiento del dispositivo en si o los que se encuentren cerca del mismo. A mantener la proporción inversa se asegura que sea menos susceptible a este tipo de problemas y que funcione con alta velocidad.

Los buses de computadoras también tienen funciones especiales como interrupciones – IRQ – así como canales de acceso directo a memoria – DMA -,

que permiten a los dispositivos periféricos acceder a la CPU o la memoria usando un mínimo de recursos.

Los buses del sistema han ido evolucionando a través del tiempo realizando cambios en su arquitectura o mejorando su capacidad. A continuación, se expone una breve reseña de las generaciones de buses que se han utilizado dentro de la industria informática.

3.7.1. PRIMERA GENERACIÓN.

Los buses de un computador en un principio eran alambres conectados directamente a los circuitos integrados, solución simple pero poco práctica, ya que era bastante similar a las conexiones de alimentación eléctrica. En esta generación los sistemas de buses estaban separados en dos tipos: Memoria y demás dispositivos. Debido a esto la CPU debía tener las instrucciones, protocolos y sincronizaciones correspondientes al sistema que estuviese accediendo, lo que complicaba significativamente el diseño y la producción masiva de producto.

La compañía DEC notó que: al combinar las direcciones de memoria con las de los dispositivos periféricos en un solo espacio de memoria haría que no fuese necesario que estuviesen separados lógicamente. De esta forma se simplificaría la arquitectura y así se ahorraría en costos de fabricación de equipos en masa.

Así, las primeras computadoras personales estaban basadas en la conexión de varias tarjetas de circuito impreso a un backplane pasivo que servía de eje para el sistema. En otras palabras se requería de un dispositivo intermediario o unificador que reuniese en una sola interfase todos los periféricos que debiesen ser conectados por medio de un bus. Luego la tarjeta era conectada al CPU que

realizaba la tarea de árbitro de las comunicaciones que se realizaban entre las distintas tarjetas conectadas las cuales podían ser de memoria, controladora de diskette y disco, de video, etc.

La CPU escribía o leía los datos apuntando a la dirección que tuviera el dispositivo buscado en el espacio único de direcciones haciendo que la información fluyera a través del bus principal.

Entre las implementaciones más conocidas de esta generación están: Bus S-100 y el Bus XT-ISA usados en los 70 y 80. En ambos casos eran solo una extensión de los buses del procesador y por eso funcionaban a la frecuencia del mismo

3.7.2. SEGUNDA GENERACIÓN.

El control del bus basado en el CPU, presentaba múltiples problemas y dificultades para mejorar sus prestaciones. La segunda generación de buses surge como respuesta a estos problemas.

Entre las mejoras que se implementaron están: bus con control autónomo e independiente de la CPU, limitado a una parte del sistema permitiendo de esta forma que los demás componentes tengan distintas velocidades. Todas estas mejoras se deben esencialmente a un nuevo componente: el Chipset.

Al implementar el Chipset se liberó al CPU de la tarea de árbitro ya que la primera se encargaría de la misma. El Chipset permitió separar el bus del resto del sistema por medio del puente ISA, que consistía en un controlador de bus y una interfase para el resto del sistema

El bus ISA utilizado como backplane en el PC IBM original paso de ser un bus de sistema a uno de expansión, dejando su arbitraje a un integrado del chipset e

implementando un bus a una frecuencia más alta para conectar la memoria con el procesador.

Otro bus implementado en esta generación es el NuBus, independiente desde su creación, con un controlador propio y presentaba una interfase estándar al resto del sistema. Entre las características mas importantes del NuBus están: Ancho de 32 bits, capacidades Plug and play. Ejemplos de este tipo de bus son: AGP y PCI

3.7.3. TERCERA GENERACIÓN.

Una de las características principales de los buses de esta generación es la conexión punto a punto. Para que esto sea posible se redujeron el número de conexiones que tenía cada dispositivo utilizando interfaces seriales que requerían más capacidad de cálculo pero eran más convenientes y mejores. De esta forma se permitió que los dispositivos accedieran de manera dinámica a la información que necesitasen evitando la intervención de un árbitro. Ejemplos de buses de esta generación son: PCI-Expres, el Infiniband y el HyperTransport.

La ilustración que se presenta a continuación, muestra la jerarquía completa de un sistema de buses en un computador personal estándar.

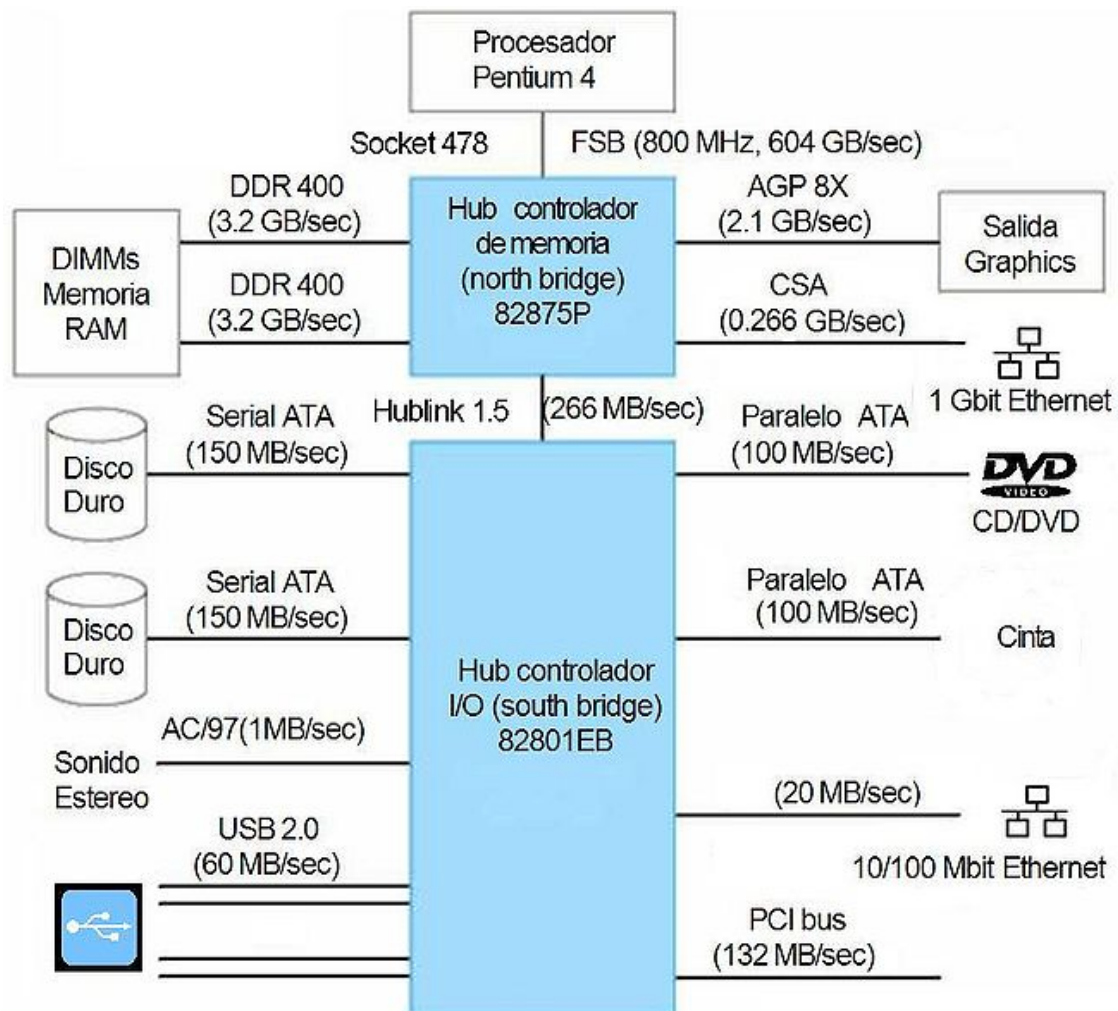


Ilustración 4: Jerarquía de buses en un equipo moderno: SATA, FSB, AGP, USB entre otros.

3.8. EVOLUCIÓN DE LA MEMORIA.

Paralelamente al desarrollo del concepto de computador, el mecanismo de almacenamiento de información – ya sea temporal o semipermanente – también evolucionó. Así, dispositivos tales como la Pascalina, poseían algún mecanismo que les permitía satisfacer esta necesidad, ya sea a nivel de medios físico-mecánicos, o de otro tipo.

No es sino hasta los finales del siglo XIX, cuando Herman Hollerith ideó la máquina tabuladora a partir de la idea de utilizar tarjetas perforadas, que el concepto de memoria comienza a concretarse.

3.8.1. TARJETA PERFORADA.

Esencialmente, una tarjeta perforada es una cartulina que puede tener diversos tamaños. Esta cartulina, como su nombre indica, está perforada con agujeros en determinadas posiciones.

El sistema de perforación es binario, basado en ceros y unos. Una máquina especialmente las lee. Si detecta una perforación, se supone que es un 1, y si no, un 0. Así se va capturando la información en binario.

Si queremos por ejemplo almacenar los datos de una persona, podríamos pasar todos sus datos escritos a binario, y una vez en binario, hacer las perforaciones necesarias en la tarjeta. Esta tarjeta es pues un sistema de almacenamiento. Se puede decir que es la precursora de los discos compactos, ya que estos utilizan un sistema similar, sólo que pero leído por un láser y a niveles microscópicos.

Obviamente, este sistema es lento, engorroso – sólo pensar que la bandeja que contiene las tarjetas se caiga y ellas se desordenen, representaba toda una calamidad -. Por lo tanto, este sistema fue sustituido tan rápido como lo permitió la tecnología.

3.8.2. MEMORIA BASADA EN MERCURIO.

Otra clase de memoria inicial fue la de línea de retardo utilizaba ondas sonoras, que se programaban en una sustancia como mercurio, para almacenar la

información se basaba en el principio de que al sonido le toma un determinado tiempo en desplazarse por un medio. Esta memoria era dinámica volátil, con ciclo secuencial de lectura escritura y se usaba como memoria principal. Al contener mercurio era muy peligrosa y contaminante además de ser costosa poco práctica y complicada.

3.8.3. MEMORIA BASADA EN BULBOS AL VACÍO.

Antes y durante la Segunda Guerra Mundial, comenzó una ráfaga de desarrollo para mejorar la computación. Se emplearon métodos como circuitos eléctricos, relés, condensadores o tubos de vacío. En 1936, Konrad Zuse ideó la serie Z, calculadoras que ofrecían memoria (inicialmente limitada) y programabilidad. Las computadoras que se construyeron en esta época eran inmensamente grandes, con miles de circuitos, cintas magnéticas y piezas de precisión. Sin embargo la serie de Zuse tenía algunos problemas de precisión, por lo que nunca trabajaron realmente fiables.

3.8.4. MEMORIA MAGNÉTICA.

Este tipo de memoria utiliza una superficie cubierta con una capa magnetizada. El patrón de magnetización que se utilice para almacenar la información es variable. Las memorias magnéticas son de tipo no volátil, utilizan uno o más cabezales de lectura escritura para acceder a la información, es de acceso secuencial. Entre los medios de almacenamiento más conocidos que utilizan almacenamiento magnético, se encuentran:

- Disco magnético
- Disquete (Disco flexible)

- Disco duro
- Cinta magnética

En las primeras computadoras también se utilizaron las memorias magnéticas como medio principal de almacenamiento. Una de ellas fue la memoria de tambor, antepasado del disco duro moderno, así como la memoria de núcleos magnéticos de ferrita.

3.8.4.1. MEMORIA BASADA EN NÚCLEOS MAGNÉTICOS DE FERRITA.

Este tipo de memoria es el que se utilizó en equipo tales como, ENIAC, considerado por mucho tiempo como el primer computador funcional de la Historia, que poseía unos increíbles 4Kb de memoria, fabricados a base de núcleos de ferrita a gran temperatura. Estos 4Kb ocupaban varios metros cuadrados, como cuatro armarios juntos, y malamente permitían almacenar algo más de cuatro páginas, si cada carácter en un documento ocupara un byte.

3.8.5. MEMORIA BASADA EN SEMICONDUCTORES.

En 1937, Claude Shannon implementó por primera vez el Álgebra de Boole usando relés electrónicos e interruptores por primera vez en la historia.

Posteriormente, se logró la concepción del Microchip, también conocido como circuito integrado. Se desarrolló por primera vez en 1958 por el ingeniero Jack Kilby justo meses después de haber sido contratado por la firma Texas Instruments. Se trataba de un dispositivo de germanio que integraba seis transistores en una misma base semiconductor para formar un oscilador de

rotación de fase. En el año 2000, Kilby obtuvo el Premio Nobel de Física por la contribución de su invento al desarrollo de la tecnología de la información.

En consecuencia, es en los años sesenta, cuando se comienzan a utilizar masivamente los chips de memoria, gracias a la aparición de los circuitos integrados, se da un gran paso adelante, y los procesadores comienzan a doblar su capacidad de memoria RAM cada año y medio, no así su velocidad, que debe esperar unos 10 años para duplicarse.

Durante los ochenta, el micro computador sigue evolucionando a velocidades sorprendentes (se llega al Megaherzio de frecuencia de funcionamiento, es decir, de velocidad del computador); sin embargo la velocidad de acceso a RAM sigue estancada hasta quedarse por detrás de la del micro procesador.

En consecuencia, se introduce el concepto de multiplicador de frecuencia, para poder seguir al micro, y a la vez todo el sistema debe acoplarse a la frecuencia del bus del sistema, que, es la vía de comunicación entre el procesador y la RAM.

El bus del sistema siempre ha funcionado a una frecuencia menor que la del procesador y la RAM, y esto ha generado infinidad de trucos y mejoras para poder crear sistemas sin cuellos de botella.

En general, este tipo de memoria utiliza circuitos integrados basados en semiconductores para almacenar la información. Este tipo de memoria que puede ser de acceso aleatorio y dinámica es la que conocemos como RAM (Memoria de acceso aleatorio), también están las no volátiles llamadas memorias flash que son muy populares y que se encuentran en medios de almacenamiento comunes tales como memorias USB, tarjetas de memoria y los mas recientes discos SSD o de estado sólido.

Principalmente son utilizadas como medios de almacenamiento secundario pero actualmente es cada vez mas frecuente que sean utilizadas como medios de almacenamiento principal.

3.8.5.1. MEMORIA RAM.

La Memoria de Acceso Aleatorio, o RAM (acrónimo inglés de Random Access Memory), es una memoria de semiconductor, en la que se puede tanto leer como escribir información. Es una memoria volátil, es decir, pierde su contenido al desconectarse de la electricidad.

La memoria RAM es el componente de almacenamiento más importante de un computador actual, junto al disco duro.

Existen dos tipos básicos de memoria RAM, la estática (SRAM) y la dinámica (DRAM). La primera no necesita ser tan frecuentemente "refrescada" con la información, lo que la hace más rápida. Se usa para las cachés internas de los microprocesadores (que no necesitan pasar por el bus), mientras que la dinámica se utiliza para lo que comúnmente conocemos como RAM del ordenador. SDRAM, viene de DRAM síncrona, y es un tipo genérico de memoria optimizada para trabajar a la velocidad del bus.

En un principio se usaron memorias DIP (Dual In line Pin) hasta los procesadores 80386, que soportaban poco más de 1 Megabyte de memoria. Eran una especie de cucaracha rectangular con 16 patas. Con el tiempo este formato pasó a usarse para la memoria de la tarjeta gráfica, pero con el aumento de ésta, el tipo de conexión terminó desapareciendo.

A mediados de los 90, aparecieron los formatos DIMM, SIMM (dual/single in line memory module) que eran módulos dispuestos en una lámina que se unía a la

placa a través de una serie de contactos. Visualmente, estos dos tipos de módulos eran muy parecidos, pero para conectarse a la placa, necesitaban de técnicas distintas. Estos módulos podían ser a su vez de 30 contactos (SIMM30), muy al principio. Con la aparición del 486 y hasta las primeras versiones de Pentium II, se aumentó a 72 contactos. La evolución llegó con los módulos DIMM de 168 contactos, más rápidos que los anteriores, que se mantuvo hasta que el bus de datos consiguió disparar su velocidad.

La mayoría de los equipos personales que se instalan actualmente, vienen equipados con memoria del tipo DDR SDRAM (double data rate SDRAM) que consigue doblar la velocidad actuando casi dos veces por ciclo de la placa, ajustándose más a la disparatada velocidad de los microprocesadores de hoy en día, y doblando velocidad de acceso de un plumazo cuando comenzaron a comercializarse.

3.8.6. MEMORIA ÓPTICA.

Las memorias de tipo óptico almacenan la información por medio de agujeros muy pequeños en la superficie de un disco. La información se lee iluminando la superficie con un láser dependiendo de la forma en que se refleja se interpretará como un agujero o no. Es tipo de memoria es no volátil de tipo secuencial

Entre los medios de almacenamiento de tipo óptico comunes, actualmente se encuentran:

- CD, CD-ROM, DVD: Disco de solo lectura
- CD-R, DVD-R, DVD+R: Discos gravables
- CD-RW, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM: Discos regrabables

- Blu-ray: Disco que remplazara al DVD como medio de almacenamiento de multimedia de alta calidad
- HD DVD: Disco que perdió la guerra para ser el sucesor de DVD

3.8.7. TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS NO TRADICIONALES QUE PERMITEN IMPLEMENTAR MEMORIA RAM EN COMPUTADORAS.

En la actualidad, los investigadores de las tecnologías de hardware investigan con una amplia gama de posibilidades de materiales, con el fin de acelerar y ampliar el funcionamiento de este componente fundamental del computador. Entre estas líneas de investigación, destacan:

- **La memoria de cambio de fase:** usa las fases de un material de cambio de fase para almacenar información. Dicha información se lee observando la resistencia eléctrica variable del material. Esta memoria sería no volátil de acceso aleatorio
- **La memoria holográfica:** almacena ópticamente la información dentro de cristales o foto polímeros. Las memorias holográficas pueden utilizar todo el volumen del medio de almacenamiento, a diferencia de las memorias de discos ópticos, que están limitadas a un pequeño número de superficies en capas. La memoria holográfica podría ser no volátil, de acceso secuencial
- **La memoria molecular:** almacena la información en polímeros que pueden almacenar puntas de carga eléctrica. La memoria molecular podría ser utilizada como memoria principal.

4. CONCLUSIONES.

- La evolución tecnológica constante ha permitido que las computadoras incrementen su capacidad de cálculo, al mismo tiempo que disminuyen de tamaño y precio.
- Los cuatro componentes más importantes de un computador son: Unidad central de procesamiento, memorias, dispositivos de entrada/salida y los buses. Ellos condicionan el funcionamiento eficiente de todo el sistema.
- En la mayoría de los casos, la capacidad real de un dispositivo está condicionada a la capacidad de otros componentes periféricos, como es el caso del bus del sistema, donde su ancho de banda y frecuencia de funcionamiento condicionan la frecuencia de funcionamiento del procesador, comprometiendo el desempeño eficiente de éste último.
- La evolución histórica de los componentes fundamentales del computador nos muestra como, con el pasar del tiempo, han aparecido distintos tipos de componentes, generalmente cada vez mejores; y al paso de un par de generaciones, las tecnologías anteriores se tornan rápidamente obsoletas – y hasta arcaicas -, al compararlas con las vigentes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

[HEPA93] HENNESSY, John; PATTERSON, David. Arquitectura de Computadoras, Un enfoque Cuantitativo. Primera Edición, McGraw-Hill, España, 1993.

- [MUEL01] **MUELLER, Scott.** Manual de actualización y reparación de PC's. Doceava edición. Pearson, México, 2001.
- [STAL06] **STALLINGS, William.** Organización y Arquitectura de Computadoras. Principios de Estructura y de Funcionamiento. Séptima Edición, Pearson Prentice-Hall, España, 2006.
- [TANE92] **TANENBAUM, Andrew S.** Organización De Computadoras: Un Enfoque Estructurado. Tercera Edición, Prentice-Hall, México, 1992.
- [WIKIA09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Pascalina. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-junio-02. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pascalina>.
- [WIKIB09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Gottfried Leibniz. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-mayo-26. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Gottfried_Leibniz.
- [WIKIC09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Máquina Analítica. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-mayo-22. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_anal%C3%ADtica.
- [WIKID09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Harvard Mark I. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-mayo-11. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Harvard_Mark_I.

- [WIKIE09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Colossus. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-mayo-25. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Colossus>.
- [WIKIF09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Whirlwind (computer). Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-mayo-24. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Whirlwind_\(computer\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Whirlwind_(computer)).
- [WIKIG09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Grandes sistemas de Burroughs. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-abril-06. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Grandes_sistemas_de_Burroughs.
- [WIKIH09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Thread-Safety. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-marzo-20. Fecha de Consulta: 2009-junio-06. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Thread-Safety>.
- [WIKIJ09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Intel P8. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-junio-05. Fecha de Consulta: 2009-junio-07. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Intel_P8.
- [WIKIK09] FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Bus (informática). Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-junio-03. Fecha de Consulta: 2009-junio-07. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Bus_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Bus_(inform%C3%A1tica)).

- [WIKIL09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Memoria de toros. Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-marzo-08. Fecha de Consulta: 2009-junio-07. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_de_toros.
- [WIKIM09] **FUNDACIÓN WIKIMEDIA.** Memoria (informática). Wikimedia Foundation, Inc. Fecha de Actualización: 2009-junio-05. Fecha de Consulta: 2009-junio-07. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_\(informatica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_(informatica)).
- [DATA09] **DATABASECATALOG.COM.** Hoja de Datos del 8086. Sin Fecha de Actualización. Fecha de Consulta: 2009-junio-07. Disponible en: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/2300/499305_DS.pdf.