

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y SISTEMAS



Arquitecturas de Máquinas Computadoras II

José L. Díaz Chow

Curso 2015

Managua, Septiembre de 2015

Arquitectura de Máquinas Computadoras II
Guía de estudio para el estudiante

Elaborado por
*Profesor **José Díaz Chow***

Última Revisión: Septiembre 2015
Universidad Nacional de Ingeniería, UNI.
Managua, Nicaragua.

INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION A LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	1
1.1	INTRODUCCION A LA ASIGNATURA	1
1.2	EVOLUCION DE LAS COMPUTADORAS.	1
1.3	MÁQUINA SECUENCIAL DE PROGRAMA ALMACENADO.	6
1.4	ORGANIZACION DE LA COMPUTADORA.	8
1.4.1	ENFOQUE FUNCIONAL	8
1.4.2	ENFOQUE ESTRUCTURAL	10

1 INTRODUCCION A LA ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS

1.1 INTRODUCCION A LA ASIGNATURA

El curso de Arquitectura de Máquinas Computadoras II incorpora tanto los aspectos de Arquitectura como de Organización de Computadoras. En ella estaremos estudiando tanto el diseño como la estructura e implementación de las computadoras desde una perspectiva básica, orientada a conocer y comprender los principios de diseño y el funcionamiento de las computadoras, principalmente el procesador o unidad central de proceso (CPU).

Dado que los conceptos de Arquitectura y Organización están íntimamente relacionados, es importante diferenciarlos. Para ello podemos partir de que:

- *Arquitectura son los atributos de un sistema que son visibles para un programador. Es decir, aquellas características que determinan la ejecución lógica de un programa.*
 - Conjunto de instrucciones, número de bits usados para representar datos, modos de direccionamiento de los mismos, forma de codificación de las instrucciones, denominación de los registros, puertos y mecanismos de E/S, técnicas para mapeo y direccionamiento de memoria.
 - Ejemplo: ¿Hay una instrucción de multiplicar?
- *Organización se refiere a cómo se implementan las características estructuralmente.*
 - Estructura y funcionamiento de la ALU, Señales de control, buses e interfaces, tecnología de memoria.
 - Ejemplo: ¿Hay una unidad de multiplicar o se hace por sumas repetidas?

Podemos relacionar la Arquitectura con la Organización si tomamos en cuenta que la organización es la forma de implementar la Arquitectura. Por ejemplo, una Arquitectura puede tener diferentes implementaciones generando familias de máquinas que tienen la misma arquitectura pero diferente organización. Esto permite compatibilidad hacia atrás del software. Ejemplos claros de estas familias de máquinas son la IBM System/370 y la 80x86 de Intel.

1.2 EVOLUCION DE LAS COMPUTADORAS.

Históricamente podemos definir dos grandes eras en la evolución de las computadoras. La primera denominada mecánica que comprende más o menos desde el año 1600 hasta 1943. En ésta se han registrado una serie de artefactos de cálculo mecánico como la Pascalina, el cilindro de pasos de Leibniz, culminando con una serie de computadoras más o menos programables que empleaban relés electromecánicos.

La mayoría de estas máquinas no son de mucho interés, dada su tecnología y la asignatura que nos atañe, sin embargo es importante anotar algunos hechos relevantes que fundaron los conceptos de la arquitectura de computadoras como la conocemos hoy día. Anotaremos algunos de estos hitos:

Blaise Pascal (1642): Matemático.

Pascalina: suma y resta.

Gottfried Leibniz (1673): Matemático e inventor.

Mejora Pascalina: Sumar, restar, multiplicar y dividir.

Antonius Braun (1727): Matemático

Primera calculadora mecánica completa.

Charles Babbage (1822): Matemático, “Padre del computador moderno”.

Máquina diferencial: Cálculo automático de tablas matemáticas.

Máquina analítica: Realiza cualquier operación matemática. (No se completó)

George Boole (1847): Análisis matemático lógico.

Investigación de las leyes del pensamiento, Álgebra de Boole.

Herman Hollerith (1889): Máquina de tarjetas perforada moderna.

Constituyó la Tabulating Machine Company (IBM actual).

Redujo tabulación del censo de EUA de 7.5 años a dos meses.

Konrad Zuse (1938): Construyó el primer computador mecánico, el Z1.

Máquina binaria. Sin apoyo del gobierno. No quedan vestigios.

Howard Aiken (1943): Diseño el Harvard Mark 1.

Computador electromecánico inspirado en la máquina de Babbage.

En resumen, en la era mecánica se diseñaron computadores basados en dispositivos mecánicos para reducir el tiempo de cálculo y aumentar la precisión de los resultados. Esto tuvo dos grandes desventajas: la velocidad limitada debido a la inercia de los componentes móviles (engranajes y poleas) y un producto pesado, poco fiable y costoso.

Destaca con especial connotación, la conceptualización de una máquina de propósito general, la *máquina analítica* de Babbage que ya presenta un diseño basado en unidades especializadas (Mill, control, entrada y salida) y el empleo de instrucciones para definir la operación a realizarse. Esta misma conceptualización fue la base del éxito del Mark I (aunque lo venció la tecnología) e ingrediente de la arquitectura de computadoras posterior.

La segunda era, en la cual aún vivimos, se denomina electrónica y se inicia en 1946 con el lanzamiento oficial de la primera computadora electrónica de propósito general, el ENIAC.

El ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) fue completado hasta en 1946, bastante tarde para su propósito, pues el proyecto fue una respuesta a necesidades militares de los Estados Unidos en tiempos de la segunda guerra mundial. El laboratorio de Investigación de Balística (BRL) del Ejército, una agencia responsable del desarrollo de tablas de tiro y de trayectorias para nuevas armas, tenía dificultades para elaborar tales tablas con exactitud y dentro de un plazo de tiempo razonable. Sin estas tablas de tiro, las nuevas armas y piezas de artillería eran inútiles para los artilleros. El BRL empleó a más de 200 personas, la mayoría mujeres; las cuales, utilizando calculadoras de mesa resolvían las ecuaciones balísticas necesarias. La preparación de las tablas para una sola arma le habría llevado a una persona muchas horas, incluso días. John Mauchly, un físico catedrático de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Pensilvania, y John Presper Eckert unos de sus alumnos, propusieron construir un computador de uso general usando tubos de vacío, para utilizarlo en las aplicaciones de la BRL. En 1943 esta proposición fue aceptada por el ejército y se comenzó a

trabajar en el ENIAC. La máquina era enorme: pesaba 30 toneladas, ocupaba 1,5000 (unos 9 x 15 metros) pies cuadrados. Contenía más de 1,8000 tubos de vacío, unas 70,000 resistencias, 10,000 condensadores, 6,000 conmutadores y consumía 140 kilovatios de potencia. Su ventaja era su velocidad, unas 1,000 veces más rápida que cualquier predecesor electromecánico, ya que era capaz de efectuar 5,000 sumas por segundo. Con el surgimiento del ENIAC se da la **primera generación de Computadoras**. Para hacer justicia a la historia, debe mencionarse que aparentemente antes del ENIAC, Konrad Suze en Alemania diseñó y construyó un computador electrónico completo y funcional, sin embargo éste fue destruido en la segunda guerra mundial y no existe evidencia que respalde el dato histórico.

El ENIAC era una máquina decimal y no binaria. Es decir, los números estaban representados en forma decimal y la aritmética se hacía también en forma decimal. Su memoria consistía en 20 acumuladores cada uno capaz de mantener un número de 10 dígitos. Cada dígito estaba representado por una serie de diez tubos de vacío. En un momento dado sólo un tubo estaba en ON representando un dígito. Uno de los mayores inconvenientes del ENIAC era que tenía que ser programado mediante conmutadores e interconectando cables.

Como hemos visto, la tarea de programar una máquina como el ENIAC era muy tediosa. Se llegó a la conclusión que la programación de la misma sería más fácil y práctica si se pudiera especificar el programa de alguna manera formal y sencilla que la máquina pudiera interpretar de la misma manera en que se interpretan los datos. Es más, si estas "instrucciones" se guardaran en alguna parte de la memoria, el procesador podría cargar y ejecutarlas secuencialmente desde allí. Esta idea conocida como *Concepto de Programa Almacenado*, se atribuye a John Von Neumann, Matemático Húngaro asesor del proyecto ENIAC. Paralelamente Turing, había propuesto la misma idea de una forma diferente basada en un autómata finito que lee la definición de su comportamiento desde una cinta perforada. La arquitectura de Von Neumann, especificada como modelo para la construcción de un computador de programa almacenado denominado IAS, fue Implementada en 1952.

Los años 50 contemplaron el nacimiento de la industria de los computadores comerciales. Dos compañías dominaron el mercado: Sperry e IBM. En 1947 Eckert y Mauchly se asociaron y crearon la primera computadora con fines comerciales UNIVAC I que podía realizar tanto operaciones científicas como comerciales. A la UNIVAC I siguió una serie de computadores comercializados por la Sperry-Rand, con un predominante enfoque al campo científico.

Un hecho importante es la invención de la memoria de ferrita en 1952 por Jay Forrester en el MIT.

IBM por su parte sacó al mercado su primera máquina de programa almacenado en 1953: el 701, diseñado sobre todo para aplicaciones de gestión. La serie que sucedió al 701 de IBM en los 50 la puso a la cabeza del mercado de Computadores para negocios.

También en 1953 Fujitsu lanza la primera computadora japonesa: Facom100.

La segunda generación: Los transistores. El primer cambio importante en los computadores vino con la sustitución de tubos de vacío por transistores. El transistor es más pequeño, más barato, disipa menos calor, se puede conectar en placas discretas evitando las grandes masas de conductores y puede ser usado de la misma manera que los tubos en la construcción de computadores. Este fue inventado en 1947 en los laboratorios Bell y en los 50 provocó una gran revolución electrónica. Sin embargo las computadoras totalmente transistorizadas emergieron hasta finales de la década. Con la nueva tecnología, aparecieron nuevos nombres en el mercado como NCR, RCA y la DEC, creadora de las populares PDP. IBM pronto consiguió cerrar la brecha y se puso a la cabeza en ventas con la serie 7000 donde destacó la 7094, que

introdujo un *prefetch* rudimentario y el multiplexor para organizar los accesos a memoria desde el CPU o los canales de datos.

Emergen las supercomputadoras a principios de los sesentas.

Tercera Generación: Circuitos integrados. Con la introducción de la microelectrónica a mediados de los 60 se pudo autocontener una cantidad de componentes discretos en un solo encapsulado, logrando mejoras en la velocidad de transferencia entre los dispositivos internos. A esta época corresponden máquinas con tecnología de pequeña y mediana escala de integración. La memoria, antes de núcleos de ferrita, es semiconductor ahora. Surge la línea 360 de IBM y las PDP-5 / PDP-8.

La Cuarta Generación básicamente la pauta INTEL con la invención del chip microprocesador (μ P). Un procesador completo autocontenido en un integrado, gracias a las ventajas de la tecnología MOS. Debido al gran éxito de los microprocesadores Intel, pronto aparecen otros fabricantes en el terreno, como la National Semiconductor, Zilog y Motorola.

El 4004. El primer μ P del mundo era de 4 bits y podía acceder a 4,096 palabras de 4 bits. Su repertorio consistía de 45 instrucciones que limitaban bastante su campo de aplicación. En 1971, Intel lanzó el 8008, un μ P de 8 bits, con 3 instrucciones nuevas y memoria direccionable de 16K x 8. Todavía muy limitado para aplicaciones grandes, el 8008 tuvo que ser reemplazado en 1973 por el 8080, el primer μ P moderno. El 8080 corría 10 veces más rápido que el 8008, podía direccionar más memoria y era TTL compatible lo que hizo al μ P viable para muchas otras aplicaciones. Tenía 7 registros de 8 bits, un puntero de pila de 16 bits y un PC de 16 bits también. Pronto las otras compañías empezaron la producción masiva de μ Ps de 8 bits. La explosión había comenzado.

En el 77, Intel introdujo el 8085, que era sólo un poco más rápido que el 8080 e integraba el reloj y el controlador del sistema al chip. Zilog introdujo el Z80 de 8 bits, con 80 instrucciones más que el 8008, bus de direcciones de 16 bits (512K en RAM) y permitía interrupciones vectorizadas. El Z80 ha sido un procesador muy popular en la industria de controladores de hardware para mando de procesos productivos. Por este tiempo, también Motorola lanzó su procesador 6800 de 8 bits, 16 bits de direcciones, 2 registros de datos, 1 de índice y un SP, todos de 8 bits. Pronto lo siguieron el 6801, 6803 y el 6809 que duplicaba los índices y el SP y podía multiplicar.

En 1978 se lanza el 8086 y un año después el 8088. Ambos eran dispositivos de 16 bits, con un tiempo de ejecución de unos 400 ns/instrucción. Además podían direccionar hasta 1MB de RAM o 512K palabras de 16 bits. Esto permitió al μ P poder ejecutar las aplicaciones que se corrían en minicomputadoras pequeñas. Se agregó hardware para multiplicar y dividir. La diferencia del 8088 con el 8086 era la búsqueda de compatibilidad hacia atrás. El 8086 tenía una ruta de datos de 16 bits en tanto el 8088 la tenía de 8, además su capacidad de *prefetch* variaba pues la cola del 8086 era de 6 y la del 8088 sólo de 4 bytes.

Por ese tiempo National Semiconductor presenta el PACE de 16 bits y Texas Instruments saca al mercado su TMS9900 que tenía todos sus registros en memoria (que para la época era más rápida que los registros).

Un hecho de necesaria mención es el surgimiento de la PC o microcomputadora personal de IBM en 1981, que vino a revolucionar el mercado y las tendencias de la computación en los últimos años.

Pronto la revolución de los 16 bits cobra auge con la aparición de grandes mejoras en los diseños. Aquí vale la pena mencionar el MC68000 de Motorola y el Zilog Z8000, el NS16032 de National, el i80286 y el MC68010.

El Z8000 tenía 16 registros de 16 bits utilizables como registros de 8, 16, 32 y 64 bits. Incluía multiplicación y división de 32 bits. El 68000 era un procesador de 32 bits en realidad con empaquetado externo de 16. Su bus de direcciones era de 24 bits y no usaba registros de segmentos. Estos procesadores permitían el uso de dos modos de operación: usuario y supervisor o sistema operativo (protegido).

Los 80 trajeron la producción de chips de 32 bits y los procesadores RISC. El 80386 de Intel apareció en el 85. Intel entró algo tarde a los productos de 32 bits. Sabemos que Motorola tenía procesadores de 32 bits internos que mantenía como de 16 para estar en la competencia. Los laboratorios Bell y Hewlett Packard habían lanzado ya procesadores de 32 bits al mercado al igual que la NS con el NS32032. Una serie de mejoras a los procesadores de 32 bits se incluyen a finales de los 80 con la aparición del 80486 que ya incluye características de paralelismo prestadas de RISC. Toman auge como competencia de Intel en la producción de μ P, las compañías Cyrix, IBM y AMD. El campo de mayor producción y venta es el mercado de las microcomputadoras del tipo IBM Compatibles, basadas en la familia 80x86 de Intel y sus competidores, con lo cual se lucha por darle al microprocesador toda la potencia de las maxicomputadoras.

En el mundo del microprocesador, tan vasto, la ruta de los procesadores para IBM PC compatibles es más fácil de seguir y afín a nuestro entorno, por tanto en el resto de esta breve reseña histórica, nos centraremos en la evolución de estos procesadores.

En 1993, al 80486 le sucede el Pentium, un procesador de 32 bits con ruta de datos de 64. El Pentium introduce mejoras grandes en su arquitectura, que se irán refinando con el tiempo. Los competidores lanzan el respectivo "Pentium relative" 5x86 de Cyrix y luego el 6x86. AMD por su cuenta presenta el K5. Al Pentium le siguió el Pentium-Pro de Intel, diseñado para sistemas de alto rendimiento. Integra muchas técnicas de paralelismo y una gran caché en el mismo chip.

El uso de gran volumen de información gráfica y sonido en los últimos años hizo que los fabricantes pusieran especial interés en el paralelismo y los multimedios, con lo cual aparecen en escena el MMX y posteriormente el Pentium II de Intel. Por su lado Cyrix presenta el Media GX y 6x86MMX para competir con Intel. AMD presenta el K6 y el K6-2 con un nuevo repertorio gráfico "3D Now". Con la introducción del Pentium II, Intel clasificó sus procesadores en tres categorías, según su capacidad y mercado destino: Celeron (inicialmente sin caché y luego con solo 128 KB a velocidad plena del CPU para una PC básica), Pentium II propiamente (de 512K de caché iniciales y orientado a estaciones de trabajo) y el Xeon que está especialmente diseñado para servidores y que contaba con cachés de hasta 2Mb y velocidades de hasta 450 MHz.

Para evitar perder el liderazgo en el mercado, con la introducción del conjunto de instrucciones especializados para multimedios y juegos de AMD, Intel reposta con la introducción de su propio conjunto extendido SSE que integra en el Pentium III. La frecuencia del núcleo del procesador también es objeto de competencia y se logran procesadores Pentium III de hasta 1,13GHz de frecuencia del núcleo y 133MHz en el bus del sistema con la línea *Coppermine*. AMD introduce el Athlon, inicialmente de 1GHz y posteriormente Duron, de menor precio, para competir con el Celeron.

Al Pentium III siguió el Pentium 4. Esta es una nueva y revolucionaria arquitectura que optimiza el paralelismo obtenido en procesadores de 32 bits. Su frecuencia de núcleo básica es de 1.4 GHz, Nuevos Athlon y Duron (este último, competencia del Celeron) de AMD han salido al mercado, Nuevas caras como Transmeta, han emergido en la competencia de las pc móviles (notebooks, palms, etc). El Pentium 4 ha mantenido las tres líneas de procesadores: Celeron con destino al mercado SOHO (Small Office and Home) con frecuencias de más de 2 GHz y 256kB de caché L2, el Pentium 4 para estaciones de trabajo y el Xeon para

servidores. Estos últimos con frecuencias de hasta poco más de 4 GHz, nuevas técnicas paralelas como hyperthreading y cachés L2 de 256 y 512 en el primero y hasta 1MB en el segundo.

Paralelamente al P4, Intel diseñó y lanzó al mercado en el año 2001 una totalmente nueva arquitectura de 64 bits en un procesador denominado Itanium, orientado a estaciones de trabajo y servidores, que guarda compatibilidad con la arquitectura de 32 bits. Ante la dificultad de aceptación del Itanium en el mercado, y la introducción de procesadores de AMD de 64 bits, Intel lleva su arquitectura ix86 a un nuevo nivel expandiéndola a 64 bits con compatibilidad binaria a su arquitectura de 32 bits original. Así hoy día tenemos en la misma línea del procesador Pentium, sucesores del P4, dos opciones de arquitectura en el mismo CPU: la x86 tradicional y la nueva x64 que tiene un nuevo repertorio de instrucciones con espacio de direccionamiento de 2^{64} bytes que remueve las barreras de 4GB de la arquitectura x86.

Es ahora como nunca antes que el microprocesador ha competido con las grandes máquinas. Hoy día es posible encontrar una máquina de escritorio de menos de mil dólares con la misma capacidad de procesamiento, memoria y almacenamiento que una mainframe de antaño de varios millones de dólares. Actualmente las barreras de la frecuencia de núcleo se está ganando con paralelismo, por lo cual ya los procesadores "solo" son la excepción y el mercado se está orientando a procesadores multinúcleo que contienen varios CPUs en un mismo chip.

Podemos finalizar diciendo que la computadora ha evolucionado a pasos agigantados desde sus orígenes a la fecha, convirtiéndose probablemente, en la herramienta más versátil que haya inventado el hombre jamás. La computadora ha generado toda una revolución social, tan importante como la agrícola y la industrial. Las repercusiones de esta revolución se maximizan con las redes de computadoras, los dispositivos móviles y las telecomunicaciones digitales. Esto ha definido una nueva era en la historia de civilización humana, la *era de la información*. Era en que tenemos el privilegio de vivir.

1.3 MÁQUINA SECUENCIAL DE PROGRAMA ALMACENADO.

En uno de los reportes del proyecto ENIAC, John Von Neumann, que fungía como asesor matemático, propone una nueva forma de diseñar y construir computadoras. Algunos de estos conceptos recogen ideas anteriores, pero lo revolucionario de la propuesta de Von Neumann era el concepto de *máquina secuencial de programa almacenado*. Este concepto establece que los principios de diseño de las computadoras deben contemplar tres aspectos básicos:

- a) **Programa almacenado:** Definición de instrucciones simples con las que se pueda programar cualquier tarea de cálculo de la máquina en forma de una secuencia de instrucciones y la posibilidad de cargar estos programas en la misma memoria que se cargan los datos.
- b) **Máquina secuencial:** Una vez cargados el programa y los datos en la memoria, para realizar la tarea de cómputo, basta lograr que la máquina realice el programa ejecutando instrucción tras instrucción desde la memoria gracias a un secuenciador o dispositivo de control.
- c) La implementación de tal máquina requiere **cinco unidades funcionales** (actualización del concepto de Babbage): Un *órgano de cálculo* que ejecute las instrucciones, la *memoria*, el *control*, y finalmente unidades de *entrada* y *salida* que permitan a la computadora obtener los datos y programas del mundo exterior y entregar los resultados de los cálculos.

A tal especificación de diseño de máquinas computadoras se denominó **Arquitectura Von Neumann** o de programa almacenado y constituyen hoy día la base de la arquitectura de computadoras modernas. Algunas ventajas y características de la arquitectura de Von Neumann sobre las implementaciones de su época son:

- Las secuencias de instrucciones o programas se podían guardar en la memoria y por tanto, alimentar la máquina con nuevos programas para nuevas operaciones, modificar el programa en tiempo de ejecución y tener un computador de verdadero propósito general.
- La máquina secuencialmente ejecuta un **ciclo de instrucción**, leyendo instrucciones y ejecutándolas una tras otra. El dispositivo de control recoge una instrucción desde la memoria, interpreta su significado, trae los datos necesarios desde la memoria al órgano de cálculo, instruye al mismo realizar la operación y luego almacena el resultado. Todas estas acciones implican traslado de datos e instrucciones entre las unidades funcionales. Para ello existe una estructura de interconexión. Los principales enlaces de ésta se muestran en la figura 1.1.

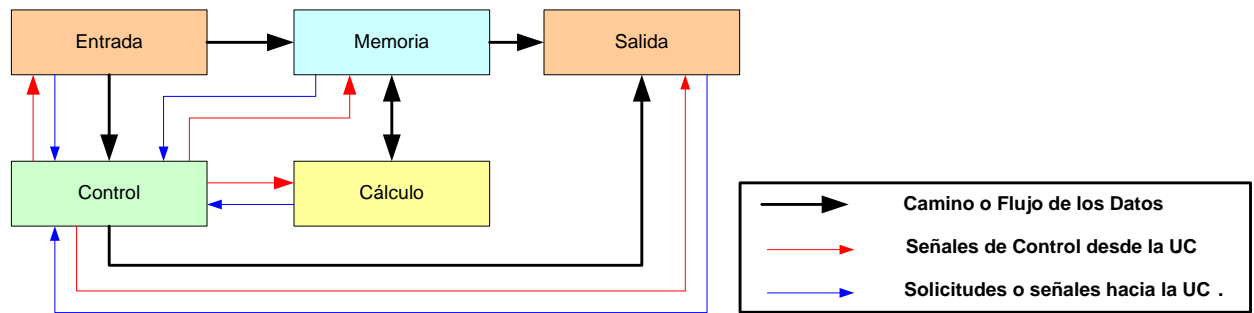


Figura 1.1. Unidades Funcionales de la Arquitectura Von Neumann

1.4 ORGANIZACION DE LA COMPUTADORA.

La arquitectura Von Neumann, ha sido el punto de partida de la mayoría de las máquinas computadoras modernas. La organización de las unidades ha cambiado un poco hoy día con los avances en tecnología, sin embargo la esencia aún se mantiene. Se han introducido nuevos enfoques respecto a cómo se describe una organización y los términos aplicados. Adicionalmente, en la búsqueda de mejores prestaciones se han definido nuevas técnicas de diseño basadas en paralelismo y ejecución no secuencial, que no se ajustan a la arquitectura Von Neumann en algunas de sus características, pero éstas máquinas serán tratadas hasta en Arquitectura de Máquinas Computadoras III.

La organización de una computadora puede definirse tanto de forma *funcional* como *estructural*. De manera funcional se expresa en términos de las operaciones que se realizan y el flujo de los datos entre los componentes funcionales. Estructuralmente, la organización se define en términos de los componentes físicos que conforman el todo y sus relaciones. En nuestro caso, decimos que un ordenador es un sistema que se compone de subsistemas, los cuales a su vez, se conforman de unidades o componentes. Los subsistemas se interconectan y comunican mediante una estructura de interconexión.

1.4.1 Enfoque Funcional

Las operaciones que una computadora es capaz de hacer son:

- Procesamiento de datos
- Almacenamiento de Datos
- Traslado de datos
- Operaciones de control

Por tanto se requieren cuatro elementos que ejecuten estas funciones. La figura 1.2 muestra la definición funcional de una computadora con estos elementos.

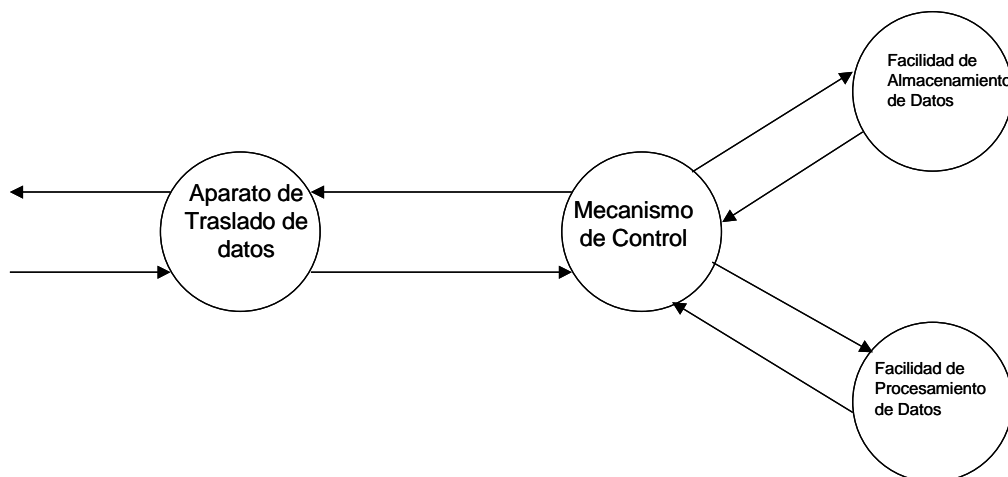


Figura 1.2. Vista funcional de la computadora

Las flechas muestran la interacción entre los elementos funcionales y el camino que seguirían los datos para recibir servicio de las diferentes operaciones de la computadora. Por ejemplo, la operación de movimiento de datos que se efectúa desde el teclado a la pantalla, seguirá el camino mostrado en la figura 1.3. El camino de los datos se muestra con la flecha en color rojo.

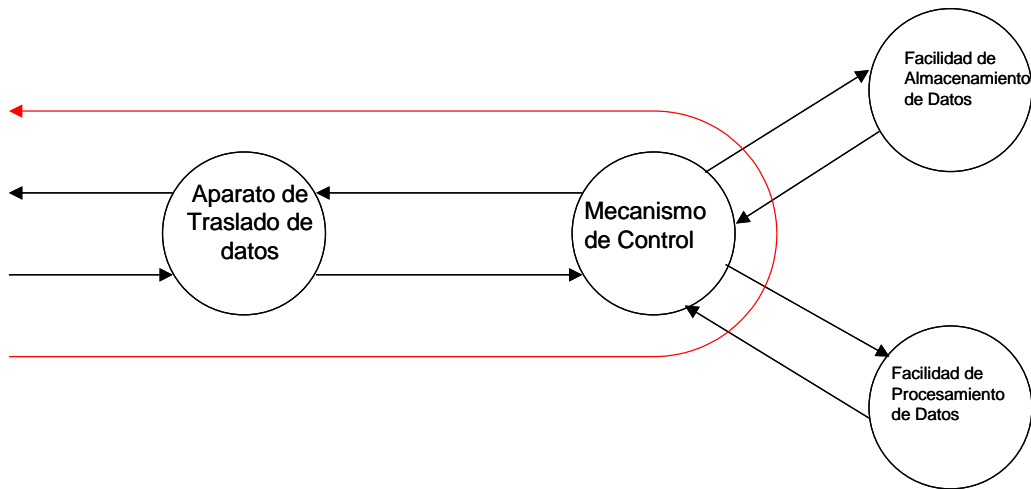


Figura 1.3. – Operación de traslado de datos

1.4.2 Enfoque Estructural

Estructuralmente, podemos considerar que la computadora se compone de tres componentes: El *sistema de procesamiento* o procesador, el *sistema de almacenamiento o memoria* y el *sistema de entrada / salida* que permite la comunicación con dispositivos periféricos u otras computadoras. Interconectando los tres sistemas tenemos a la estructura de interconexión, que en las máquinas actuales se implementa mediante buses. Una visión general de esta propuesta se puede observar en la figura 1.4.

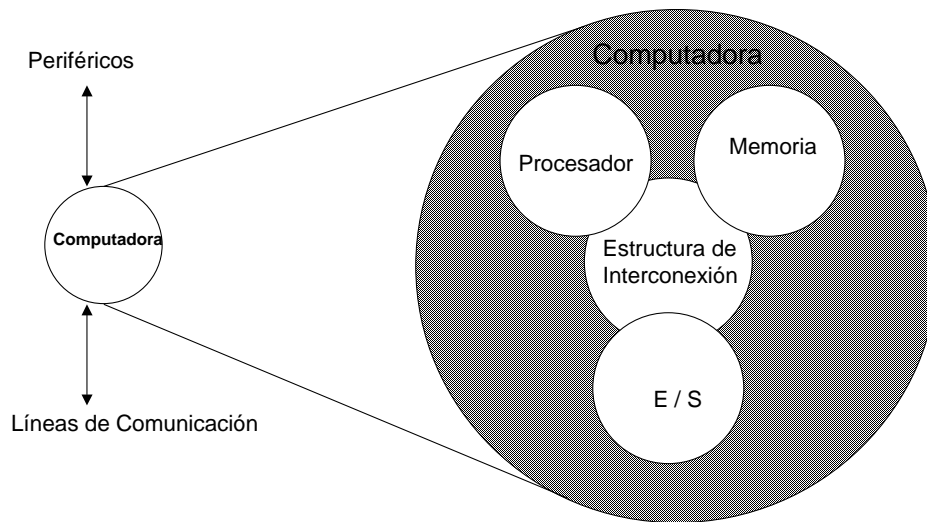


Figura 1.4. Estructura General de una Computadora

Las cinco unidades funcionales de la especificación original de Von Neumann, todavía son válidas, solo que algunas de ellas se han unido para crear un subsistema. El órgano de cálculo junto al controlador constituye el procesador o Unidad Central de Proceso (CPU). Por otro lado, la unidad de entrada y la de salida, son un mismo subsistema al cual se denomina sistema de entrada / salida o E/S. La figura 1.5 muestra estas relaciones.

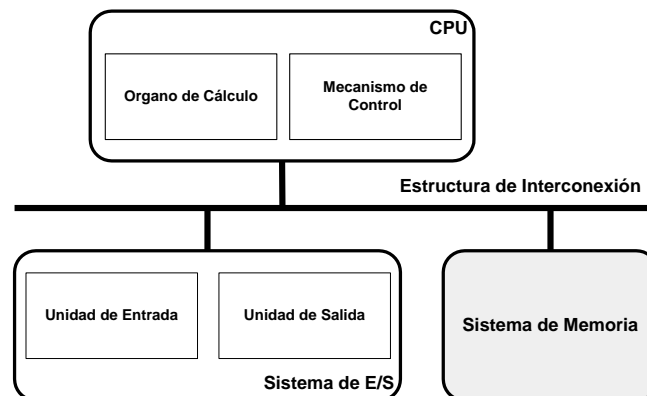


Figura 1.5. Organización de la computadora orientada a partes o bloques constructivos.

1.4.2.1 PROCESADOR O CPU

Desde una perspectiva más estructural, requerimos definir cómo la máquina ejecutará las instrucciones. Estas instrucciones regularmente se traen de la memoria al CPU, donde se ejecutan. En este proceso, el CPU requiere algún almacenamiento temporal interno. Para suplir esta necesidad se emplean registros. Éstos no se muestran en la organización básica a bloques, ni tampoco el camino que los datos siguen dentro del CPU. Una organización más detallada, muestra estos detalles arquitecturales y por lo general define nuevas clasificaciones de unidades dentro del CPU.

Hoy día el órgano de cálculo de Von Neumann se denomina Unidad de ejecución o unidad aritmética y lógica (ALU por sus siglas en inglés) y el mecanismo de control se denomina Unidad de Control. En el CPU, además de los elementos de cálculo (ALU y opcionalmente otros dispositivos de cálculo especializado), se encuentran los registros de almacenamiento temporal para manipulación de datos e instrucciones, las estructuras de interconexión internas del CPU y los elementos de acceso a la estructura de interconexión general del sistema.

1.4.2.2 SISTEMA DE MEMORIA

El sistema de memoria permite el almacenamiento de los datos y programas con los cuales interactúa el ordenador. Podemos diferenciar, a groso modo, tres tipos de Almacenamiento: El Principal, el Secundario y el Intermedio. El primero, llamado memoria principal, consiste en un arreglo de celdas de almacenamiento de lectura /escritura donde deben residir los programas para que el procesador los pueda acceder. Generalmente esta memoria es volátil, es decir, que una vez que se completa la ejecución del programa o se apaga el ordenador los datos que no se almacenen en un medio permanente, se pierden.

El almacenamiento secundario también llamado masivo, es por lo general, permanente y permite almacenar los datos y programas durante largo tiempo en forma de archivos. Está organizado de diferente manera que la memoria principal, en función de la tecnología de implementación. Actualmente se emplean tecnologías magnéticas y ópticas para implementar este tipo de almacenamiento en forma de discos y cintas.

El almacenamiento intermedio, también llamado cachés, permite acelerar el acceso a programas y datos durante la ejecución.

1.4.2.3 SISTEMA DE ENTRADA / SALIDA

Esta es la interfaz al exterior de la computadora. Le permite obtener los datos y programas desde el exterior y poder entregar los resultados del procesamiento o una copia de parte del almacenamiento secundario al exterior. Generalmente se denominan periféricos a todos los dispositivos que pueden conectarse al sistema de E/S y funcionar como dispositivos de entrada o salida de la computadora. Por ejemplo, el teclado es la unidad de entrada estándar o predeterminada de la computadora y la pantalla del monitor, la de salida.