



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

SEDE VÍCTOR LEVI SASSO

**FOLLETO DE ORGANIZACIÓN Y ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS
INCLUYE PRUEBAS SUMATIVAS Y PRESENTACIONES DEL CONTENIDO**

DR. CARLOS A. ROVETTO

AGOSTO 2019



Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Para ver esta licencia:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

Contenido

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| Índice de figuras | 5 |
| Introducción..... | 7 |
| Capítulo I: Componentes Generales del Computador..... | 8 |
| Esquema General..... | 8 |
| Unidades funcionales..... | 11 |
| Proceso de Arranque – POST | 13 |
| Unidad Central de Procesamiento – CPU | 13 |
| Unidad de Ejecución | 13 |
| Registros Generales | 13 |
| Unidad de Control | 14 |
| Unidad Aritmética Lógica | 14 |
| Registro de Estados (banderas)..... | 15 |
| Unidad de Interfaz del Bus | 16 |
| Bus del Sistema | 17 |
| Bus Local | 18 |
| Bus de Expansión | 18 |
| Bus de Alta Velocidad | 18 |
| Memoria..... | 18 |
| Memoria Principal o Interna | 20 |
| Memoria Secundaria o Externa..... | 22 |
| Unidades de Entrada/Salida | 24 |
| Dispositivos Externos o Periféricos..... | 24 |
| Elementos Internos..... | 26 |
| La Tarjeta Madre..... | 26 |
| Los Microprocesadores..... | 29 |
| Tarjetas de expansión..... | 30 |
| Control de Energía..... | 31 |
| Capítulo II: La Interfaz del Bus..... | 32 |
| Funcionamiento del Computador..... | 32 |
| Ciclo de Instrucción..... | 32 |

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| Estructura de Interconexión | 34 |
| Módulos elementales | 34 |
| Transferencias | 36 |
| Interconexión con los buses | 36 |
| Jerarquía de buses | 37 |
| Estructura del bus | 39 |
| Elementos de diseño..... | 40 |
| Tipos de interfaces | 42 |
| Serial..... | 43 |
| Paralela..... | 43 |
| SCSI..... | 43 |
| PCI..... | 44 |
| USB..... | 45 |
| FireWire | 46 |
| AGP | 47 |
| Capítulo III: La Memoria Interna y Externa..... | 48 |
| Interna | 48 |
| Características | 48 |
| Jerarquía de memoria | 49 |
| Semiconductoras de acceso aleatorio | 51 |
| Memoria caché..... | 54 |
| Externa | 58 |
| Discos magnéticos..... | 58 |
| Cintas magnéticas..... | 63 |
| Memoria óptica..... | 64 |
| Nuevas tecnologías..... | 65 |
| Capítulo IV: Entrada/Salida | 68 |
| Dispositivos Externos – Periféricos..... | 68 |
| Categorías | 68 |
| Señales de comunicación | 68 |
| Tipos básicos | 69 |
| Módulos de E/S | 73 |

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Funciones | 74 |
| Estructura..... | 75 |
| E/S Programada | 76 |
| Órdenes de E/S..... | 76 |
| Instrucciones de E/S | 77 |
| E/S mediante Interrupciones | 77 |
| Procesamiento | 78 |
| Aspectos de Diseño | 79 |
| Acceso Directo a Memoria..... | 80 |
| Inconvenientes de E/S programada y con interrupciones | 80 |
| Funcionamiento del DMA..... | 80 |
| Canales y Procesadores de E/S | 81 |
| Evolución | 81 |
| Características | 82 |
| Arquitectura Apple vs. PC..... | 82 |
| Bibliografía | 84 |
| Anexos 1: Pruebas Rápidas..... | 87 |
| Anexos 2: Presentaciones..... | 97 |

Índice de figuras

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Esquema de la arquitectura de una placa madre común. | 8 |
| Figura 2. Esquema de la organización física de una computadora | 9 |
| Figura 3. Arquitectura Von Neumann. | 10 |
| Figura 4. Arquitectura Harvard. | 10 |
| Figura 5. Jerarquía de los buses de la BIU. | 16 |
| Figura 6. Dispositivos de entrada. | 25 |
| Figura 7. Dispositivos de salida. | 25 |
| Figura 8. Dispositivos de entrada/salida. | 26 |
| Figura 9. Un modelo de tarjeta madre. | 27 |
| Figura 10. Elementos integrados de la tarjeta madre. | 28 |
| Figura 11. Procesos que forman parte de funcionamiento del computador. | 32 |
| Figura 12. Ciclo de instrucción básico. | 32 |
| Figura 13. Ciclo de instrucción con interrupciones. | 33 |
| Figura 14. Módulo del procesador. | 35 |
| Figura 15. Módulo de la memoria. | 35 |
| Figura 16. Módulo E/S. | 36 |
| Figura 17. Arquitectura tradicional. | 38 |
| Figura 18. Arquitectura de altas prestaciones. | 38 |
| Figura 19. Estructura del bus. | 40 |
| Figura 20. Ejemplo de un puerto con interfaz tipo serial. | 43 |
| Figura 21. Ejemplo de un puerto con interfaz de tipo paralela. | 43 |
| Figura 22. Ejemplo de un puerto con interfaz del tipo SCSI. | 44 |
| Figura 23. Ejemplos del puertos con interfaz del tipo PCI. | 45 |
| Figura 24. Ejemplos de puerto con interfaz del tipo USB. | 46 |
| Figura 25. Ejemplo de un puerto con interfaz del tipo FireWire. | 46 |
| Figura 26. Ejemplo de puertos con interfaz del tipo AGP. | 47 |
| Figura 27. Jerarquía de memoria. | 51 |
| Figura 28. Chip de una RAM. | 52 |
| Figura 29. Chip de una ROM. | 53 |
| Figura 30. Organización de tres niveles de una memoria caché. | 55 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 31. Organización de la memoria principal y de la memoria caché.. | 56 |
| Figura 32. Disco magnético..... | 59 |
| Figura 33. Diagrama de la organización y formato de un disco magnético.. | 59 |
| Figura 34. Ejemplos de dos dispositivos de almacenamiento que utilizan cintas magnéticas..... | 63 |
| Figura 35. Disco zip y su correspondiente unidad de lectura/escritura. | 66 |
| Figura 36. Memory stick..... | 66 |
| Figura 37. Adaptador de memory stick..... | 66 |
| Figura 38. Flash drive..... | 67 |
| Figura 39. Mini disc..... | 67 |
| Figura 40. Teclado..... | 69 |
| Figura 41. Ratón..... | 70 |
| Figura 42. Monitor..... | 70 |
| Figura 43. Impresora..... | 71 |
| Figura 44. Plotter..... | 71 |
| Figura 45. Escáner..... | 71 |
| Figura 46. Bocina y micrófono..... | 72 |
| Figura 47. Módem..... | 73 |
| Figura 48. Pantalla táctil..... | 73 |
| Figura 49. Modelo genérico de un módulo E/S..... | 74 |
| Figure 50. Estructura de un módulo E/S..... | 76 |

Introducción

La Organización y Arquitectura de Computadoras es un campo de estudio de la computación que abarca dos conceptos diferentes, pero que deben estudiarse como un conjunto. La *arquitectura* corresponde al diseño e implementación de un modelo de sistema con las propiedades físicas necesarias para ejecutar programas en la computadora; por otro lado, la *organización* se refiere a la estructura lógica requerida para que todos los componentes de la arquitectura se interconecten.

Considerando estos dos conceptos, es evidente que una computadora requiere de estos dos subsistemas para obtener datos de su entorno, procesarlos y generar resultados. Las computadoras le facilitan la vida al ser humano, debido a su capacidad de resolver problemas a través de la ejecución de programas. Por lo tanto, la adquisición de conocimientos relacionados a la organización y arquitectura de computadoras es indispensable para todo profesional de la informática.

La constante evolución de la tecnología exige que los futuros profesionales comprendan el funcionamiento interno y externo de una computadora, con el fin de desarrollar técnicas que permitan mejorar las funcionalidades e incrementar las capacidades que esta máquina puede ofrecer. En este sentido, quizás la característica que mayormente se busca desarrollar es el rendimiento, es decir, el desempeño de la computadora a través del correcto aprovechamiento de los recursos físicos y lógicos que la integran.

El presente folleto tiene como objetivo ser una herramienta para la transferencia de los conocimientos técnicos necesarios para que los estudiantes que cursen la materia de Organización y Arquitectura de Computadoras, comprendan conceptos básicos relacionados a los componentes de hardware y la configuración lógica de una computadora, además de comprender cómo son los procesos y técnicas que se aplican para que tanto la organización como la arquitectura de una computadora cree el sistema denominado computadora.

Capítulo I: Componentes Generales del Computador

Esquema General

En la actualidad, en el diseño y la construcción de computadoras se mantiene una clara definición de sobre lo que es la arquitectura y la organización de una computadora. (Stallings, 2010) describe de forma clara las definiciones de estos dos conceptos:

- **Arquitectura:** Se refiere a la parte lógica de la computadora, pues se compone de todos aquellos atributos del sistema que son visibles para el programador y que tienen un impacto directo en la ejecución de programas. En la Figura 1 se muestra el esquema de la arquitectura de una placa madre común.

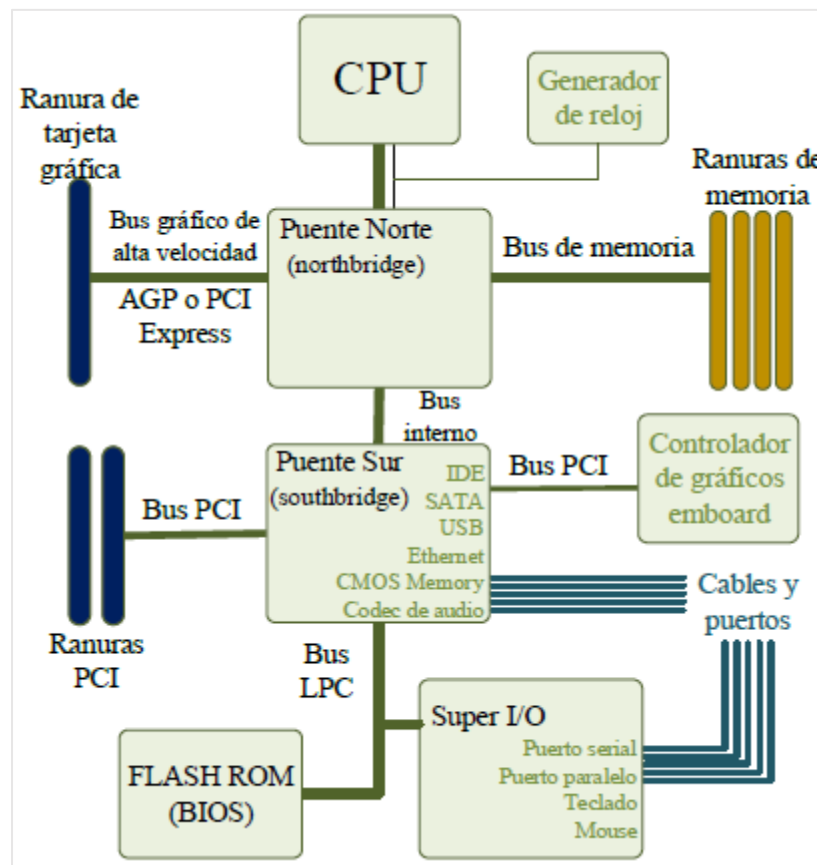


Figura 1. Esquema de la arquitectura de una placa madre común. - Tomado de (Guijarro, García, & Yanza, 2018).

- **Organización:** Es el conjunto de componentes físicos que conforman las unidades operacionales y las interconexiones para realizar lo especificado por la arquitectura. En la Figura 2 se muestra la organización física de una computadora.

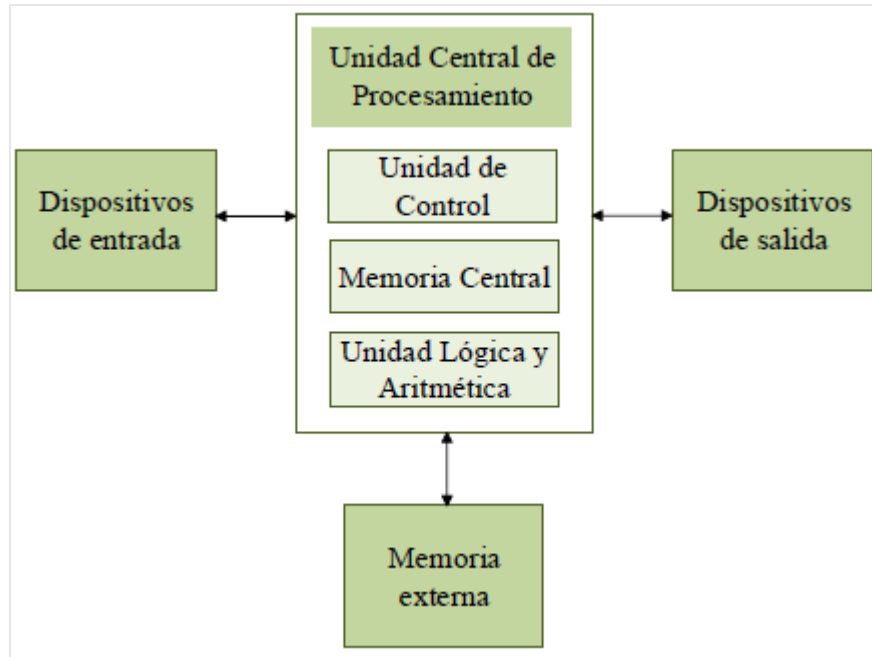


Figura 2. Esquema de la organización física de una computadora. - Tomado de (Guijarro et al., 2018).

Tanto la arquitectura como la organización son subconjuntos importantes del sistema que permite el funcionamiento de una computadora. La siguiente tabla resume las principales diferencias entre ambos conceptos:

| Arquitectura | Organización |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elementos lógicos (conjunto de instrucciones, número de bits utilizados para la representación de distintos tipos de datos, mecanismos de entrada/salida, técnicas de direccionamiento de memoria) | Componentes físicos (detalles del hardware que son transparentes para el programador como señales de control, interfaces entre la computadora y los periféricos) |
| Responde al “¿Qué hacer?” a través de un conjunto de instrucciones | Responde al “¿Cómo hacer?” a través de la implementación de la arquitectura |
| También denominada “conjunto de instrucciones” y es de más alto nivel. | También llamada “microarquitectura” y es de bajo nivel. |

En cuanto a las arquitecturas, las más reconocidas son la arquitectura de Von Neumann y la arquitectura Harvard. Estas se describen e ilustran a continuación, de acuerdo con las explicaciones de (Baba, 2019):

- **Arquitectura Von Neumann:** Se utiliza un solo bus para enviar tanto datos como instrucciones y estos son almacenados en una sola memoria. En la Figura 3 se ilustra la arquitectura Von Neumann.



Figura 3. Arquitectura Von Neumann. - Adaptado de (Baba, 2019).

- **Arquitectura Harvard:** Tanto los datos como las instrucciones se envían y se almacenan en buses y memorias diferentes. La Figura 4 ilustra la arquitectura Harvard.

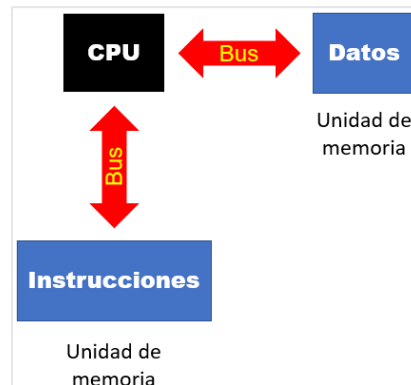


Figura 4. Arquitectura Harvard. - Adaptado de (Baba, 2019).

Con las descripciones anteriores se puede deducir que la principal diferencia entre ambas arquitecturas radica en el uso de los recursos, siendo la arquitectura Harvard más eficiente. Esto se justifica en el hecho de que en la arquitectura Von Neumann pura, la Unidad de Central de Procesamiento no puede estar simultáneamente leyendo una instrucción o leyendo/escribiendo datos desde/hacia la memoria.

Unidades funcionales

La computadora es un sistema complejo que utiliza diversos recursos interconectados entre sí y que trabajan coordinadamente a fin de realizar procesos, los cuales consisten en cuatro funciones básicas, como indica (Stallings, 2010):

1. Procesamiento de datos
2. Almacenamiento de datos
3. Transferencia de datos
4. Control

Basados en las funciones básicas, se puede establecer la siguiente lista de unidades funcionales de la computadora:

- **Unidad Central de Procesamiento (CPU):** Es el componente principal de una computadora, pues controla la operación de la computadora y ejecuta el procesamiento de datos que producirá una salida que podrá ser almacenada por una aplicación o visualizada en la pantalla. Este componente debe tener al menos un procesador que es un chip que se encarga de realizar cálculos, sin embargo, en la actualidad las CPU tienen varios procesadores denominados *núcleos* y una sola computadora puede tener varias CPU.
- **Unidad de Interfaz del Bus:** Es la parte del procesador que permite la interconexión con el resto de la computadora y tiene la función de mover información sobre el bus de datos del procesador. Este componente es responsable de responder a todas las señales que llegan al procesador y de generar señales que salen del procesador al resto del sistema.
- **Memoria:** Su función es almacenar los datos que son producto de la ejecución de un programa y las operaciones que realiza la computadora. Existen distintos tipos de memoria: registros, caché, ROM, RAM, entre otras.
- **Unidades de entrada/salida (E/S):** Estos componentes son los de mayor tamaño en la computadora y se dividen de la siguiente manera:
 - ❖ *Dispositivos de entrada*, que se utilizan para introducir información en la computadora y entre estos se mencionan el teclado, el ratón, el micrófono y el escáner.

- ❖ *Dispositivos de salida*, que se utilizan para extraer la información que ha sido procesada por la computadora y entre estos se mencionan el monitor, la impresora y las bocinas.
- ❖ *Dispositivos de almacenamiento*, que se utilizan para guardar y posteriormente recuperar información y entre estos se mencionan el disco duro externo y las memorias USB.
- **Tarjeta madre o placa base:** Es una placa que tiene un circuito impreso y este es la base de una computadora, ya que permite la comunicación de todos los componentes de hardware.
- **Unidad de control (CU):** Este componente controla todas las funciones que se llevan a cabo dentro del procesador y le indica a la *unidad aritmética lógica (ALU)* sobre cuál operación aritmética y lógica debe realizarse. Además, este funciona según el reloj del sistema y da órdenes sobre las rutas internas para el procesamiento de los datos en lo que se refiera a la fuente y el destino de estos.
- **Registros:** Es un área de almacenamiento local y temporal para los datos provenientes de la RAM, los cuales dan instrucciones al procesador para la ejecución, y los datos provenientes del procesador, después de ser procesados. Existen dos tipos de registros los cuales en algunos casos tiene el mismo tamaño en cantidad de bits, mientras que en otros el bus externo de datos es más estrecho o ancho.
 - ❖ *Registros internos*, también llamado bus interno de datos, que conecta los componentes internos del procesador a la placa base.
 - ❖ *Registros externos*, también llamado bus externo de datos, que recoge los datos que van de la memoria al procesador.
- **Tarjetas de expansión:** También llamada puerto de expansión, es una conexión que se encuentra dentro del ordenador en la placa base. Este puerto permite conectar una tarjeta de expansión de hardware, como es el caso de cuando se desea instalar una nueva tarjeta de video en el equipo, la cual se colocará en la ranura de expansión compatible.

Proceso de Arranque – POST

El proceso de arranque o Power On Self Test (POST) consiste en la ejecución de un conjunto de instrucciones contenidas en la BIOS (Basic Input Output System), que diagnostican y comprueban que el hardware está completo y en buen funcionamiento, antes de que la BIOS inicie un arranque real. Por este motivo, el POST se considera una autoprueba de encendido y luego de este proceso, procede a realizar otras pruebas a medida que se inicia el proceso de arranque.

Unidad Central de Procesamiento – CPU

La unidad central de procesamiento o CPU, también denominada *procesador* o *microprocesador*, cumple las funciones de ejecución e interpretación de un sistema informático y esto hace que pueda considerarse como un componente complejo. La estructura de la CPU se compone de una serie de otros componentes que trabajan en conjunto para el llevar a cabo el procesamiento de operaciones.

Unidad de Ejecución

Controla las operaciones del CPU y por consiguiente, a la computadora (Stallings, 2010). Esto quiere decir que realiza operaciones y cálculos según las instrucciones de un programa informático, por lo que sus funciones se pueden resumir como indica (Islam, 2017): decodificación y ejecución de instrucciones.

Registros Generales

También denominados *registros de propósito general*, son los operandos en la ejecución de instrucciones y pueden funcionar en el almacenamiento temporal de datos o direcciones.

- **Registro de datos:** Almacena datos que pueden ser instrucciones o datos del operando, ambos obtenidos durante el ciclo de ejecución. Pueden diferenciarse según el formato y el tamaño de los datos que estos almacenan, por ejemplo para números enteros y para números en punto flotante (Orenga & Manonellas, 2017).
- **Registro de direccionamiento:** Enlazan la CPU con el canal de direcciones y cuando sucede el acceso a la memoria, la dirección es colocada en la MAR por la unidad de control y esta permanecerá ahí hasta que se complete la transacción.

Funcionan para acceder a la memoria y para almacenar direcciones, por ejemplo para dirigir segmentos de memoria o acceder a la pila (Orenga & Manonellas, 2017).

- **Registro acumulador:** Guarda el resultado de la última operación realizada por la ALU.

Unidad de Control

La unidad de control o CU (Control Unit), es un decodificador de instrucciones leídas en memoria y a partir de esto, genera señales de control. Como indica (Guijarro et al., 2018), las señales que genera permiten organizar los flujos de información entrantes y salientes desde la CPU al resto del sistema y viceversa, por lo que se puede afirmar que controla el funcionamiento de los diversos componentes del CPU.

Unidad Aritmética Lógica

La unidad aritmética lógica o ALU (Arithmetic Logic Unit), es un circuito que posibilita la ejecución de operaciones aritméticas y lógicas, tanto con número enteros como con número reales (Orenga & Manonellas, 2017). Las operaciones que puede realizar son las de suma, resta, multiplicación, división y funciones avanzadas, mientras que en las funciones lógicas ejecuta comparaciones de mayor que (>), menor que (<), igual que (=), desigual (<>) y las operaciones del álgebra booleana como AND, OR y NOT.

El funcionamiento de este componente se limita a la cantidad de bits, lo cual se resume a continuación tomando como base las descripciones de (Orenga & Manonellas, 2017):

- **Números enteros:** Se representan en notación de signo magnitud, complemento a 1 y complemento a 2 (representación más comúnmente utilizada); todas en código binario. En la actualidad, la cantidad de bits que generalmente se utiliza en las computadoras es de 32 o 64.
- **Números reales:** Se representan en notación de punto fijo o en punto flotante. La notación en punto fijo consiste en una coma binaria en posición fija y cuenta con una cantidad definida de bits para la parte entera y la parte decimal, mientras que la notación en punto flotante consiste en tres partes: signo, mantisa y exponente. Para esta última notación existen tres formatos, representados como números

binarios: *a) precisión simple (32 bits), b) doble precisión (64 bits) y c) cuádruple precisión (128 bits).*

Registro de Estados (banderas)

El registro de estados almacena información sobre el estado del procesador (Orenga & Manonellas, 2017), lo que se puede entender como el almacenamiento del resultado de la última operación realizada por la ALU. (Stallings, 2010) describe cuatro registros que son esenciales para la ejecución de una instrucción, pues se utilizan para movilizar datos entre el procesador y la memoria:

1. **Contador de programa (Program counter - PC)** que contiene la dirección de una instrucción que se va a extraer.
2. **Registro de instrucciones (Instruction register - IR)** que contiene la instrucción extraída más recientemente.
3. **Registro de dirección de memoria (Memory address register - MAR)** que contiene la dirección de una ubicación en memoria.
4. **Registro de datos de memoria (Memory buffer register - MBR)** que contiene los datos que se van a escribir en memoria o los que se han leído más recientemente.

Por otro lado, muchos procesadores incluyen en su diseño al registro *PSW* o *Programa Status Word* que es una palabra de estado o condición que guarda información sobre un programa en ejecución, generalmente códigos de condición. Este se representa a través de bits que indican si el resultado de una operación aritmética fue 0, negativo o si se desbordó. Esos bits son lo que se denomina *banderas* o *flags*, que son indicadores de resultados y pueden ser consultados por un programa. Las banderas más comunes, de acuerdo con (Tutorialspoint.com, 2013), son:

- **Cero (Zero Flag - ZF):** Indica cuando el resultado de una operación aritmética o de comparación es igual a cero.
- **Desbordamiento (Overflow Flag - OF):** Indica que hay desbordamiento en el resultado de una operación aritmética.
- **Signo (Sign Flag - SF):** Indica el signo del resultado de una operación aritmética.

- **Transporte (Carry Flag - CF):** Indica si hay transporte en el resultado de una operación aritmética, ya sea dentro de una suma o cuando hay acarreo en una resta.
- **Interrupción (Interruption Flag - IF):** Determinar cuándo se habilitan o deshabilitan las interrupciones.
- **Dirección (Direction Flag - DF):** Determina la dirección en la que se deben mover o comparar una cadena de datos.

Unidad de Interfaz del Bus

La unidad de interfaz del bus o *Bus Interface Unit (BIU)* es la responsable de realizar todas las operaciones de los buses (Islam, 2017). Un bus puede definirse como una vía de comunicación que interconecta varios dispositivos, tal como indica (Facultad de Informática UCM, 2011), por lo que este proporciona la interfaz adecuada para la transferencia de información entre las diferentes unidades de una computadora. La BIU se divide según la jerarquía de los buses y estos pueden ser: bus del sistema, buses locales, buses de expansión o de E/S y bus de alta velocidad. Estos se muestran a continuación en el diagrama de la Figura 5.

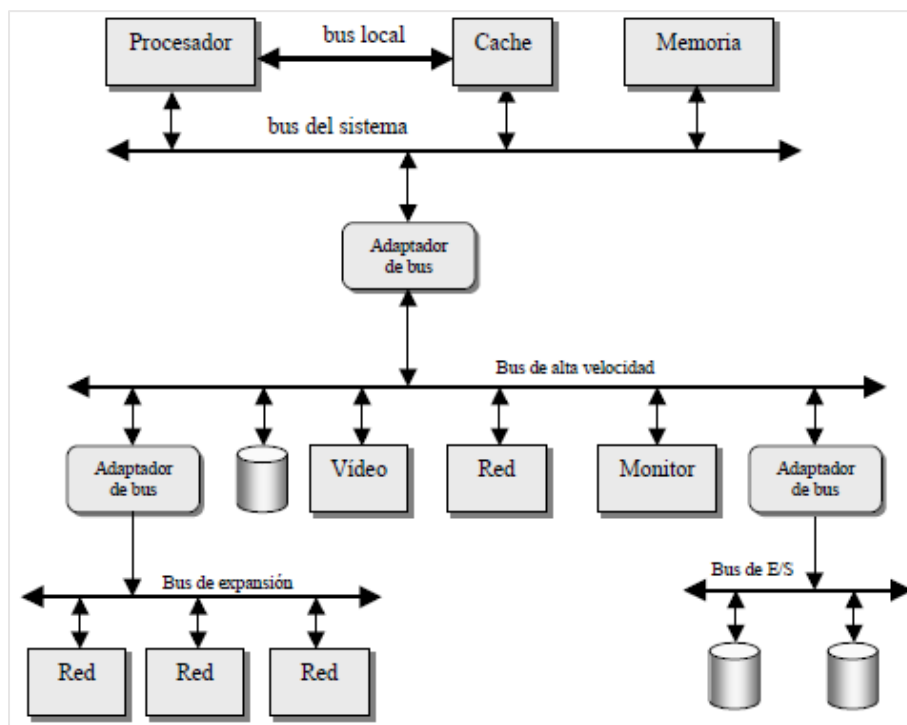


Figura 5. Jerarquía de los buses de la BIU. - Tomado de (Facultad de Informática UCM, 2011).

Las funciones de la BIU se resumen en extracción de instrucciones, lectura y escritura de operandos para la memoria, extracción y almacenamiento de operandos, control del bus y envío de datos de E/S hacia los respectivos periféricos. Además, la estructura de un bus se compone de cientos de líneas separadas y cada una de ellas tiene una función específica. Las funciones se comprenden en tres grupos, además de las líneas que permiten la distribución de energía desde la fuente de alimentación hasta los módulos adjuntos; estas funciones se describen a continuación, de acuerdo con las explicaciones de (Stallings, 2010):

- **Líneas de datos:** Proporcionan un camino para la transferencia de los datos a través de los módulos del sistema y se compone de un número de líneas que se denominan el *ancho* del bus. Cada una de esas líneas puede transferir un bit a la vez, por lo que la cantidad de líneas determina la cantidad de bits que puede transferir al mismo tiempo, y por consiguiente, determina el rendimiento de todo el sistema.
- **Líneas de direcciones:** Estas líneas designan la fuente o el destino de los datos en el bus. El funcionamiento de estas líneas depende del ancho del bus, pues este determina la capacidad máxima de memoria del sistema por lo que estas líneas también se utilizan para gestionar las direcciones de los puertos E/S.
- **Líneas de control:** Son los medios que controlan el acceso y el uso de los datos y la línea de direcciones, ya que estos son compartidos por todos los componentes del sistema. La sincronización y los comandos son dos de las señales que estas líneas transmiten.

Bus del Sistema

El bus del sistema o *backplane* es un bus que permite la interconexión entre la CPU y la memoria (Mendías Cuadros, 2000). El rendimiento de este bus puede disminuir si aumenta la cantidad de dispositivos conectados a él, lo cual puede ser debido a dos motivos: 1) por el aumento del retardo de propagación de las señales y 2) por el aumento de la demanda de acceso a los dispositivos (Facultad de Informática UCM, 2011).

Bus Local

A diferencia del bus del sistema, el bus local se caracteriza por tener menor longitud, ser más rápido y por adaptarse a la arquitectura específica del sistema para permitir un mayor ancho de banda entre el procesador y la memoria caché (Facultad de Informática UCM, 2011). Como indica (Norton, 2006), este tipo de bus fue desarrollado con el fin de poder conectar dispositivos que tuvieran mayor velocidad de procesamiento con el CPU, ya que el bus local permite aislar el tráfico entre el procesador y la memoria caché del resto del sistema.

Bus de Expansión

Los buses de expansión, también denominados buses E/S, permiten la reducción del tráfico del sistema, de modo que sea más eficiente la transferencia entre el procesador y la memoria caché (Facultad de Informática UCM, 2011). Estos buses son independientes de la computadora y tienen sus propias características, además permiten la conexión de una gran variedad de periféricos siempre que estos sean compatibles.

Los buses de expansión deben conectarse con un dispositivo llamado *adaptador de bus* a los buses del sistema, el cual permite que las distintas propiedades de los buses se adapten (Mendías Cuadros, 2000). Los buses de expansión son estándar y se pueden mencionar algunos como: FireWire, USB, SCSI, PCI y AGP.

Bus de Alta Velocidad

Los buses de alta velocidad permiten la transferencia de datos a alta velocidad entre distintos controladores del sistema, lo que permite la reducción del uso de recursos (Truex, 1985). En otras palabras, estos buses tienen una alta tasa de transferencia de datos, lo que se traduce en una frecuencia en el envío y cantidad de datos.

Memoria

La memoria de una computadora es uno de sus componentes más importantes porque permite el almacenamiento de información relevante, tales como instrucciones y datos, que posteriormente puede ser consultada y utilizada (Guijarro et al., 2018). Este sistema tiene una serie de características importantes que se describen a continuación, basándose en las descripciones de (Manonellas, 2013):

- **Localización:** Depende de su ubicación dentro de la computadora y se distinguen tres tipos: 1) memoria dentro del chip del procesador, el cual contiene los registros y diferentes niveles de memoria caché; 2) memoria interna, la cual está en la placa base; y 3) memoria externa, que abarca aquellos dispositivos de almacenamiento secundario como el disco duro.
- **Capacidad:** Se refiere al tamaño de la memoria y por consiguiente, hace referencia a la cantidad de información que puede almacenar. La capacidad se mide en una unidad denominada *byte (B)* que equivale a 8 bits.
- **Método de acceso:** Se refiere al método que utiliza la memoria para acceder a las diferentes posiciones de memoria y se pueden definir cuatro métodos: 1) *secuencial* que consiste en acceder desde la última posición accedida y leer en orden todas las posiciones de la memoria hasta llegar a la posición deseada; 2) *directo* que consiste en organizar en bloques con direcciones únicas y luego acceder al inicio de un bloque para ejecutar el método secuencial; 3) *aleatorio* que organiza en un vector a cada elemento de la memoria con una dirección única y luego accede a la posición deseada utilizando la dirección; y 4) *asociativo* que es parecido al método aleatorio con la diferencia de que utiliza el contenido, comparando el valor que se quiere encontrar con el contenido en cada posición de la memoria.
- **Organización de los datos:** Es la manera en la que las memorias en el chip del procesador y en la memoria interna organizan los datos, ya que las memorias externas utilizan otras formas de organización. En este punto, se pueden mencionar: 1) *palabra de memoria* que es la unidad de organización de la memoria desde la perspectiva del procesador y su tamaño se mide en bytes; 2) *unidad de direccionamiento* que es un vector con datos a los cuales se puede acceder a través de su dirección o posición dentro del vector; 3) *unidad de transferencia* que es la máxima cantidad de bytes a la que la memoria accede, determinada por el tamaño de la palabra de memoria.
- **Tiempo de acceso:** También llamado latencia, es la cantidad de tiempo que pasa desde que una dirección de memoria es visible para los circuitos hasta que el dato es almacenado o está disponible (escritura o lectura, respectivamente).

- **Velocidad de transferencia:** Es el tiempo que pasa entre la lectura o escritura de un dato en la memoria.

Memoria Principal o Interna

(Manonellas, 2013) describe a la memoria principal o interna como aquella que se encarga del almacenamiento de los programas a ejecutar y sus respectivos datos, por lo que es visible para el programador como un conjunto de direcciones. Su implementación consiste en diversos chips conectados a la placa base.

A continuación, se especifican las diferentes clasificaciones de la memoria interna:

- **Según su función y modo de acceso:** Se pueden clasificar en tres tipos de memoria y se describen a continuación, basado en las definiciones de (Rebollo, 2014):
 - ✓ **RAM (Random access memory):** Considerada la memoria de trabajo del procesador porque almacena de forma temporal los datos y las instrucciones de los programas en ejecución. Su nombre *memoria de acceso aleatorio* hace referencia a que el tiempo que se toma en los procesos de lectura y escritura de una posición de memoria es independiente de la posición en la está. Es importante mencionar que para el funcionamiento de la RAM se requiere de energía eléctrica por lo que se considera un tipo de *memoria volátil*.
 - ✓ **ROM (Read only memory):** Es la *memoria de sólo lectura* y esto indica que en ella no se pueden escribir datos ni instrucciones, sin embargo, viene grabada de fábrica por lo que contiene información que no es modificable. Esta memoria almacena instrucciones que se ejecutan cuando se enciende el ordenador y a diferencia de la RAM, no requiere de energía eléctrica para el almacenamiento de las instrucciones, lo que la convierte en un tipo de *memoria no volátil*.
 - ✓ **Caché:** Es una pequeña memoria de gran velocidad que se ubica entre la RAM y el procesador, la cual permite almacenar partes de programa con el fin de que el procesador pueda acceder antes a la siguiente instrucción a ejecutar. Esta memoria aumenta el rendimiento de la computadora y puede

clasificarse en dos tipos: 1) *L1 o de primer nivel*, que es una memoria caché externa porque está fuera del procesador y 2) *L2 o de segundo nivel*, que es una memoria caché interna porque está dentro del chip junto con el procesador y es mucho más rápida que la L1.

- **Según los segmentos de desplazamiento:** La memoria interna utiliza un proceso denominado *segmentación* que le permite al programador ver la memoria como un conjunto de espacios de direcciones, y esto se hace con el fin de asociarles atributos de instrucciones y datos a los programas (Stallings, 2010). Cada uno de los segmentos contiene un tipo de dato específico. A continuación se describen los segmentos de desplazamiento, según las definiciones propuestas por (Tutorialspoint.com, 2013):
 - ✓ **CS (Code Segment):** Contiene el código con las instrucciones a ejecutar del programa.
 - ✓ **DS (Data Segment):** Almacena datos y constantes.
 - ✓ **SS (Stack Segment):** Almacena temporalmente en una pila, los valores de los datos y las direcciones por las que se estos pasan a funciones o subrutinas dentro del programa.
 - ✓ **ES (Extra Segment):** Es utilizada para el direccionamiento y la ejecución de operaciones con cadenas de caracteres.
- **Según el mapa de memoria del sistema operativo:** Se dividen en cuatro tipos que se describen a continuación:
 - ✓ **Convencional:** Es utilizada por el procesador para realizar los procesos de lectura y escritura para el uso del sistema operativo y aplicaciones de la computadora.
 - ✓ **Superior:** Almacena datos, pero no instrucciones de código a ejecutar.
 - ✓ **Extendida:** Es una parte de la RAM y permite cargar los controladores del hardware.
 - ✓ **Virtual:** Ejecuta procesos que no se han cargado completamente en la memoria principal (Knoblauch, López, & Clemente, 2014). Además, como indica (Manonellas, 2013), esta memoria se encarga de la traducción de

direcciones lógicas en direcciones físicas y de la asignación de espacio de memoria físico a los programas a ejecutar.

Memoria Secundaria o Externa

Como se mencionó anteriormente, la memoria externa corresponde a aquellos dispositivos de almacenamiento secundario, los cuales son gestionados por el sistema operativo a través del sistema de E/S. La principal diferencia de este tipo de memoria es que para poder conectarse a la computadora requiere de algún tipo de bus, ya sea interno o externo. A diferencia de la memoria interna, los datos almacenados en este tipo de memoria son visibles para el programador como bloques de datos y el acceso a estos es posible a través del sistema de E/S que es gestionado por el sistema operativo de la computadora (Manonellas, 2013). Este tipo de memoria puede clasificarse como:

- **Magnéticas:** Dentro de esta clasificación están los discos y las cintas magnéticas. Los discos magnéticos son dispositivos conformados por un conjunto de platos con superficies magnéticas sobre las que se graba la información, además de tener cabezales de lectura y escritura que son accionados por motores eléctricos (Manonellas, 2013), que se encuentran en la *unidad de disco* o *drive*. Tienen una gran capacidad de almacenamiento (TB), poco tiempo de acceso (ms) y altas velocidades de transferencia (GB/s) y los discos duros que están dentro de las computadoras van dentro de esta clasificación. Por otro lado, al igual que define (Manonellas, 2013), la cinta magnética tiene una tecnología parecida a la de los discos magnéticos con la diferencia de que se trata de una superficie de poliéster para el almacenamiento de la información, además de ser más lento; por esta razón no se utilizan como un medio de almacenamiento masivo.
- **Ópticas:** Son dispositivos que utilizan luz láser para la lectura y escritura de la información sobre una superficie reflectora (Norton, 2006) y su capacidad de almacenamiento puede ir desde los MB hasta los GB, dependiendo del tipo de soporte del dispositivo. Sin embargo, la velocidad de transferencia es menor que las memorias magnéticas, por lo que principalmente se utilizan para realizar operaciones de lectura porque la escritura de información implica un proceso

relativamente lento que depende de la cantidad de datos (Manonellas, 2013). Los tipos de soporte pueden ser de tres tipos: 1) CD, 2) DVD y 3) Blu-ray.

- **Nuevas tecnologías:** En la actualidad, existen muchos otros tipos de memorias externas que han surgido como parte de la evolución de estos dispositivos. Dentro de estas tecnologías se puede mencionar la *memoria flash* que, como indica (Manonellas, 2013), no utilizan partes mecánicas o superficies magnéticas para el almacenamiento de la información, aunque tienen una ligera menor capacidad que los discos magnéticos. Sin embargo, cuentan con características muy parecidas en cuanto al tiempo de acceso y la transferencia de datos. Algunos de los que se pueden mencionar son:
 - ✓ **Tarjetas SD (Secure Digital Card):** Es una tarjeta de memoria diseñada con propiedades específicas de seguridad, capacidad y ejecución (Technical Committee SD Card Association, 2017). Aunque generalmente se utilizan en dispositivos portátiles, las tarjetas SD pueden conectarse a las computadoras (principalmente las portátiles o laptops) a través de diferentes puertos de conectividad y su capacidad de almacenamiento puede llegar hasta los 2 TB. Además, según el tamaño de la tarjeta pueden mencionarse tres tipos: la SD estándar, la miniSD y la microSD.
 - ✓ **Memoria USB:** Es un pequeño dispositivo que tiene integrado una interfaz USB (Universal Serial Bus) y generalmente se utilizan para el almacenamiento de datos, para realizar copias de respaldo o para fácilmente transferir archivos entre computadoras. Su capacidad de almacenamiento ha evolucionado con los años y actualmente se pueden encontrar memorias USB de hasta 2TB, al igual que sus precios ha ido disminuyendo. Además, son muy duraderos debido a que no se ven afectados por interferencias electromagnéticas o por daños en la superficie. Actualmente, utilizan en mayor medida la tecnología USB 2.0 y la reciente USB 3.0 que permite una mayor capacidad y velocidad de transferencia de datos, lo que se traduce en mejor rendimiento, como indica (Brien, Salyers, Striegel, & Poellabauer, 2008).

- ✓ **Discos duros externos:** Son un tipo de disco duro que se diferencia de los que están integrados internamente en la computadora. Estos pueden ser *de escritorio*, los cuales requieren de una conexión a la corriente eléctrica a través de un adaptador de tensión, o *portátil* que sólo requiere de una conexión con interfaz USB 2.0 o 3.0 para conectarse a la computadora (Profeco, 2011). La capacidad de almacenamiento de estos dispositivos admite las órdenes de MB y TB, además de que son un medio útil para crear copias de respaldo de la información almacenada en la computadora, o bien, para transferir información de una computadora a otra.

Unidades de Entrada/Salida

Las unidades de E/S, también llamado *sistemas de E/S*, provee a la computadora de los medios necesarios para que pueda interactuar con el entorno (Stallings, 2010). Las unidades de E/S son dispositivos que permiten el intercambio y procesamiento de datos con el procesador, lo que por consiguiente le permite al usuario interactuar con la computadora.

Dispositivos Externos o Periféricos

Basado en las definiciones de (Pfaffenberger, 1990) y (Long & Long, 1999), los periféricos son dispositivos de hardware externos a la CPU de la computadora y que son controlados por esta. Además, como indica (Vélez Martínez, 2013), estos dispositivos no son más que herramientas que proporcionan una interfaz entre el usuario y la computadora, con el fin de satisfacer requerimientos de introducción, extracción o almacenamiento de información.

- **Categorías:** Los periféricos se clasifican en tres grandes categorías que son:
 - ✓ **Dispositivos de entrada:** Aquellos que le permiten al usuario transferir información desde el mundo exterior a la computadora, por lo que su principal característica es la introducción de datos al procesador a través de la captura de texto, escritura de instrucciones, presionando botones, entre otras acciones. Algunos ejemplos de dispositivos, mostrados en la

Figura 6, que están dentro de esta categoría son el teclado, el ratón, el micrófono, el lector de código de barras y el escáner.



Figura 6. Dispositivos de entrada. - Tomado de Imágenes de Google.

- ✓ **Dispositivos de salida:** Aquellos que le muestran al usuario los datos que han sido manipulados por el procesador, lo que quiere decir que transmiten información hacia el mundo exterior. Algunos ejemplos de dispositivos, mostrados en la Figura 7, que pertenecen a esta categoría son el monitor, la impresora, las bocinas y los auriculares.



Figura 7. Dispositivos de salida. - Tomado de Imágenes de Google.

- ✓ **Dispositivos de entrada/salida:** Aquellos dispositivos que cumplen con las funcionalidades de las categorías anteriores, lo que quiere decir que le permiten al usuario introducir datos para que sean procesados por la computadora y a la vez le muestran la información ya procesada. Algunos dispositivos, mostrados en la Figura 8, que entran dentro de esta categoría

son las pantallas táctiles y los dispositivos de comunicaciones como los módems.



Figura 8. Dispositivos de entrada/salida. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Módulos de E/S:** Son interfaces que transforman las señales de los periféricos para que puedan ser procesadas por la CPU. (Stallings, 2010) señala cinco requerimientos para los módulos de E/S:
 1. **Control y sincronización:** Coordinación del flujo de tráfico entre los recursos internos de la computadora y el dispositivo externo.
 2. **Comunicación con el procesador:** Involucra la decodificación de comandos, intercambio de datos, reporte de estados y reconocimiento de direcciones.
 3. **Comunicación con el dispositivo:** Involucra comandos, información sobre el estado del dispositivo y los datos.
 4. **Almacenamiento de datos:** Es una función esencial, ya que de esta depende que los datos procesados vayan de la memoria principal al periférico y viceversa.
 5. **Detección de errores:** Reporte de errores, mecánicos o eléctricos, sobre el dispositivo al procesador.

Elementos Internos

Para que la computadora funcione esta requiere de componentes internos, los cuales serán descritos a continuación.

La Tarjeta Madre

La tarjeta madre, *placa base* o *motherboard*, es una tarjeta que tiene un circuito integrado conformado por partes esenciales de procesamiento y su función es permitir que dichos

elemento se comuniquen entre ellos, así como recibir energía para que la computadora funcione. (Casey, 2015). Es la parte más importante de una computadora y a este se conectan otras partes internas de la computadora, tales como el procesador y la CPU. En la Figura 9 se muestra un modelo de una tarjeta madre.



Figura 9. Un modelo de tarjeta madre. - Tomado de (Casey, 2015).

- **Tipos:** Estos se basan en el *factor de forma*, que son estándares que describen la forma y el diseño de la tarjeta madre (Casey, 2015).
 - ✓ **AT:** Basada en la IBM AT y fue el primer estándar. Sólo tenía integrado el conector para el teclado y los puertos de E/S debían instalarse con tarjetas de expansión.
 - ✓ **ATX:** Fue introducida por Intel en 1995 y es el tipo más utilizado, ya que ofrece una mejor disposición de los componentes.
 - ✓ **LPX:** Fue desarrollada por Western Digital y fue ampliamente utilizado en la década de los 90, principalmente en computadoras de escritorio. Tenían integradas más periféricos que otros tipos, tales como tarjeta de red, de video y de sonido.
 - ✓ **NLX:** Fue desarrollada en conjunto por IBM, Intel y DEC. Era similar a la LPX, pero se caracterizaba por ser más fácil de retirar y sustituir.
- **Elementos integrados:** La placa base está compuesta por una serie de componentes que se definen a continuación, de acuerdo con las descripciones de (Gilster, 2001):
 - ✓ **Zócalo de la CPU:** Es la parte sobre la cual se coloca la CPU.
 - ✓ **Chipset:** Contiene muchas de los circuitos que permiten el funcionamiento de la CPU.

- ✓ **Zócalos de memoria:** Es donde va instalada la memoria RAM, además de los módulos de memoria DIMM y SIMM.
- ✓ **BIOS (basic input/output system):** Es un programa instalado dentro del ROM y su función es iniciar la computadora cuando esta recibe energía eléctrica, además de proveer enlaces de comunicación entre la computadora y los periféricos.
- ✓ **Ranuras de expansión:** Estos se componen de buses que permiten la interconexión de los dispositivos externos con la tarjeta madre y la CPU.
- ✓ **Batería CMOS:** Es un tipo de memoria que requiere poca energía para almacenar información y su función es proveer energía para el almacenamiento de la configuración del sistema durante la secuencia de inicio.
- ✓ **Conector de energía:** Permite que la energía eléctrica vaya desde la fuente de alimentación hacia la circuitería de la tarjeta madre.
- ✓ **Conectores de entrada/salida:** Son una serie de conexiones que permiten la comunicación entre la CPU y los dispositivos externos.

En la Figura 10 se muestra una tarjeta madre en la que se señalan sus elementos integrados.

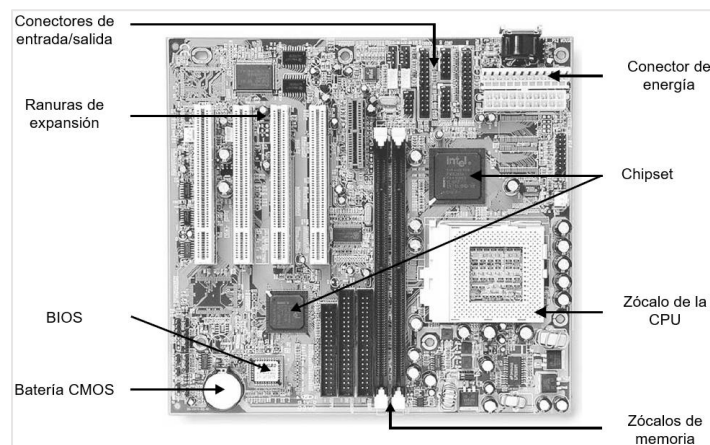


Figura 10. Elementos integrados de la tarjeta madre. - Tomado de (Gilster, 2001).

Los Microprocesadores

(Gilster, 2001) define al microprocesador, también llamado procesador, como el corazón de la computadora porque es la que realiza todas las operaciones aritméticas y lógicas, así como otros pasos que se requieren para el funcionamiento de la computadora. Este es un componente que contiene circuitos electrónicos que utiliza lógica digital para la ejecución de instrucciones de un programa.

- **Arquitectura CISC y RISC:**

- ✓ **RISC (*Reduced Instruction Set Computer*):** (Masood, 2011) indica que este tipo de arquitectura utiliza un pequeño conjunto de instrucciones, de gran optimización. Las instrucciones son de menor complejidad que las de su contraparte, al arquitectura CISC, lo cual simplifica el proceso de decodificación (Chevtchenko & Vale, 2015). Su uso se popularizó gracias a IBM, la Universidad de Stanford y la Universidad de California, Berkeley, entre la década de los 70 y 80.
- ✓ **CISC (*Complex Instruction Set Computer*):** (Chevtchenko & Vale, 2015) explica que esta arquitectura fue desarrollada con el fin de simplificar el trabajo del compilador, por lo que implementa más de cien instrucciones que varían en complejidad y cantidad de bytes. Además de esto, se caracteriza por una difícil ejecución de los procesos de decodificación y registro y sobre todo, por requerir una dirección de memoria grande debido a que puede manipular datos directamente desde la memoria.

El cuadro a continuación compara las principales características de ambas arquitecturas, adaptado de (Masood, 2011):

| RISC | CISC |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Hace énfasis en el software | Hace énfasis en el hardware |
| Códigos más pequeños, pero con alta cantidad de ciclos por segundo | Grandes tamaños de códigos, pero baja cantidad de ciclos por segundo |
| Tiene un solo reloj y una reducción de la cantidad de instrucciones | Incluye instrucciones complejas con múltiples relojes |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Basado en registro-a-registro: "LOAD" y "STORE" son instrucciones independientes | Basado en memoria-a-memoria: "LOAD" y "STORE" son instrucciones incorporadas |
| Utiliza más transistores para almacenar los registros de memoria | Los transistores almacenan las instrucciones complejas |

- **Familias:**

- ✓ **Intel:** Familia de procesadores desarrollada por Intel Corporation. Los primeros procesadores de esta familia fueron el 8086 y el 8088, que fueron lanzados en los años 1978 y 1979, respectivamente, y tenían una velocidad máxima de procesamiento de 4 MHz. Entre los modelos más recientes se pueden mencionar la Intel Core i3, i5, i7 e i9, siendo este último capaz de llegar a una velocidad de 5 GHz.
- ✓ **AMD:** Familia de procesadores desarrollada por Advanced Micro Devices, Inc. Los primeros procesadores de esta familia fueron la AMD K5, lanzada en 1996 y con una velocidad máxima de 116 MHz, y la AMD K6, lanzada en 1997 y con una velocidad máxima de 300 MHz. Estas fueron originalmente la competencia del modelo Pentium de Intel. Entre los modelos más recientes se encuentran K10, Bulldozer y Zen, siendo estos últimos capaces de alcanzar una velocidad de hasta 5.1 GHz.

Tarjetas de expansión

Son tarjetas especiales que permiten agregar nuevos tipos de puertos o añadir una nueva cantidad de puertos a la computadora y se utilizan para que haya comunicación entre los dispositivos internos y externos con los buses que componen la tarjeta madre. A continuación, se describen los diferentes tipos de tarjetas de expansión:

- **Gráficas:** También llamadas *tarjetas de video*, transforma los datos binarios que recibe desde la CPU o la GPU (unidad de procesamiento de gráficos) a imágenes que son visibles en el monitor (Casey, 2015). Estas tarjetas tienen su propia RAM y GPU. Además, esta tarjeta determina la cantidad de colores que el monitor puede desplegar, ya que la cantidad de bits que la tarjeta soporta representa a

cada píxel que el monitor muestra, por lo que a mayor cantidad de bits mejor será la calidad de la imagen.

- **Sonido:** Estas tarjetas le permiten a la computadora reproducir y grabar sonidos, aunque la mayoría de las computadoras tienen una tarjeta de sonido básica (Casey, 2015). Tienen puertos que permiten la conexión de otros dispositivos de audio como audífonos y micrófonos.
- **Comunicación:** También denominadas *tarjetas de red*, permiten que la computadora se conecte a una red, formada por otras computadoras, y que estas compartan recursos.
- **Controladoras:** Son aquellas tarjetas que controlan las unidades donde se insertan los dispositivos de memoria externa como los CD y DVD, además del disco duro.

Control de Energía

La computadora requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que también cuenta con elementos que permiten que esta energía sea controlada y llegue a todas los componentes que la requieren. Estas se definen a continuación:

- **Fuente de poder:** Es una caja de metal que tiene incluida un conector para el cable que va desde el tomacorriente y un ventilador. Realiza la conversión de corriente alterna a corriente directa que es la que la computadora necesita. (Casey, 2015)
- **Ventilador:** Es un pequeño abanico que realiza un proceso de enfriamiento activo en el que atrae aire fresco desde el exterior y expulsa aire caliente desde el interior de la computadora. También hace que fluya aire a través del disipador para que llegue a otros componentes. (Casey, 2015)
- **Disipador:** Se encarga de intercambiar aire caliente, a través de un proceso de enfriamiento pasivo, a un fluido refrigerante para regular la temperatura que generan los componentes internos de la computadora (Casey, 2015).

Capítulo II: La Interfaz del Bus

Funcionamiento del Computador

El funcionamiento del computador puede definirse de forma básica como la ejecución del conjunto de instrucciones almacenadas en memoria. Este funcionamiento consta de dos procesos: la lectura (captación) de la instrucción y su posterior ejecución. Estos procesos son los que permiten que el computador transforme la información que recibe de su entorno, la procese, la almacene y finalmente, produzca salidas; estos procesos se muestran en la Figura 11.



Figura 11. Procesos que forman parte de funcionamiento del computador. - Adaptado de (Stallings, 2010).

Ciclo de Instrucción

Los procesos de captación y ejecución forman parte del ciclo de instrucción, con lo cual se deduce que para la ejecución de un programa, es decir, de un conjunto de instrucciones, se deben repetir de forma continua estos dos procesos. El diagrama del ciclo de instrucción básico se muestra en la Figura 12.

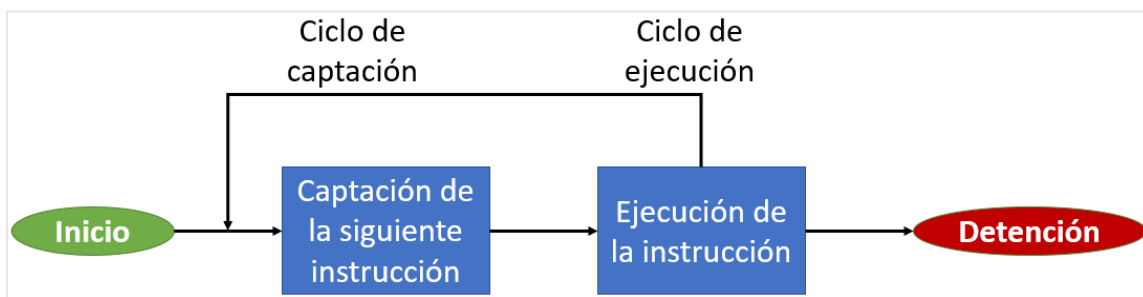


Figura 12. Ciclo de instrucción básico. - Adaptado de (Stallings, 2010).

- **Ciclo de captación:** Es el proceso requerido para la lectura de una sola instrucción y para ello se requiere el uso del registro PC, ya que este almacena la dirección de la instrucción que se debe leer. Durante este ciclo, el procesador

incrementa el valor contenido por el registro PC después de la lectura de cada instrucción para que la siguiente sea leída. (Stallings, 2010)

- **Ciclo de ejecución:** La instrucción leída se carga en el registro IR como bits que le indican al procesador la acción que debe realizar, siendo la acción cualquiera de las siguientes descritas por (Stallings, 2010):
 - **Procesador-memoria:** Transferencia de datos del procesador a la memoria o viceversa.
 - **Procesador-E/S:** Transferencias de datos desde o hacia un periférico a través del intercambio entre el procesador y el módulo de E/S.
 - **Procesamiento de datos:** A través de la ejecución de operaciones lógicas o aritméticas.
 - **Control:** Alteración de la secuencia de ejecución.

Este proceso sólo se detiene si se apaga el computador, ocurre algún error irrecuperable o una instrucción lo establece.

- **Concepto de interrupciones:** (Guijarro et al., 2018) define una interrupción como una señal enviada por un dispositivo distinto al procesador. Cuando ocurre una interrupción durante el ciclo de instrucción, este se detiene para atender a la interrupción y una vez se ha hecho esto, el ciclo de instrucción continúa con su proceso desde donde se detuvo. Tomando esto en cuenta, al ciclo de instrucción se le adiciona el ciclo de interrupción, como se muestra en la Figura 13, el cual verifica si ha ocurrido alguna interrupción a través de la señal de esta.

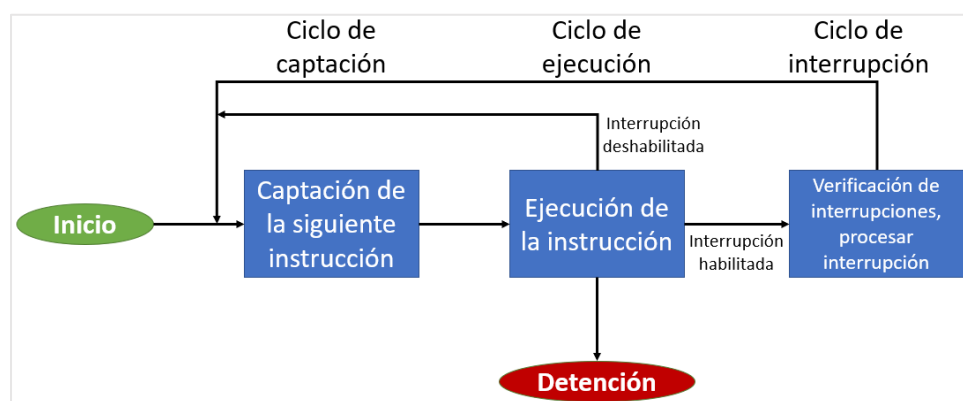


Figura 13. Ciclo de instrucción con interrupciones. - Adaptado de (Stallings, 2010).

(Stallings, 2010) define las siguientes tipos de interrupciones:

- **Programa:** Se genera por alguna condición resultante de la ejecución de una instrucción.
 - **Temporizador:** Se genera por un temporizador dentro del procesador y le permite al sistema operativo realizar ciertas funciones de forma regular.
 - **E/S:** Se genera por un controlador de E/S.
 - **Falla de hardware:** Se genera por fallas en alguno de los componentes físicos del computador.
- **Funcionamiento de E/S:** Los módulos E/S se encargan del intercambio de datos con el procesador y transformar la información que recibe el computador en señales codificadas. Como explica (Stallings, 2010), el procesador puede realizar procesos de lectura y escritura en un módulo E/S tras identificar que un dispositivo es controlado por un módulo E/S en particular.

Estructura de Interconexión

La estructura de interconexión se refiere a los caminos que permiten la comunicación entre los módulos que conectan a la computadora con la memoria, el procesador y los dispositivos E/S (Stallings, 2010). A continuación se describirán los tres tipos de módulos que componen a la computadora y los tipos de transferencias que tienen lugar entre estos módulos.

Módulos elementales

Los tres tipos de módulos que forman parte de la estructura de interconexión se describen a continuación, basado en las definiciones de (Stallings, 2010):

- **Procesador:** Se encarga de la lectura de instrucciones y de datos, así como de la escritura de datos una vez que estos han sido procesados y la admisión de señales de interrupciones. Además de esto, y tal vez su función más importante, es el envío de señales de control para gestionar el total desempeño del sistema. En la Figura 14 se muestra la estructura del módulo del procesador.

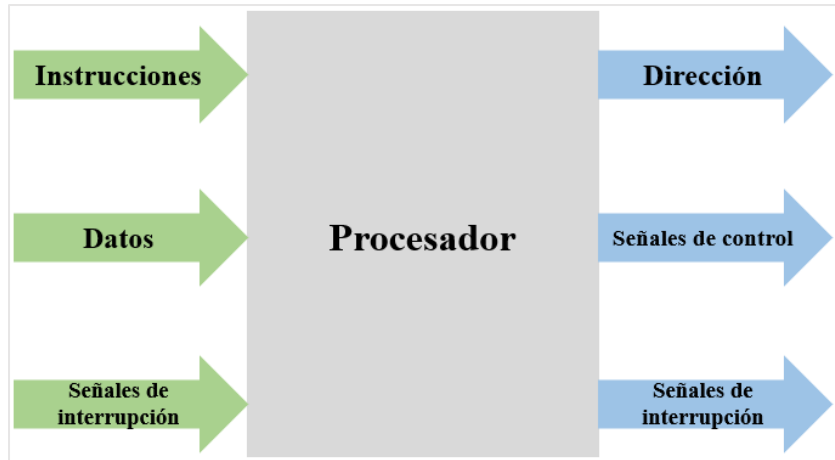


Figura 14. Módulo del procesador. - Adaptado de (Stallings, 2010).

- Memoria:** Se compone de N cantidad de palabras de igual longitud y a cada palabra se le asigna una dirección numérica única. Esta dirección es lo que hace posible que los procesos de lectura y escritura se haga sobre una palabra de datos, ya que para ello se requiere una dirección. En la Figura 15 se muestra la estructura del módulo de memoria.

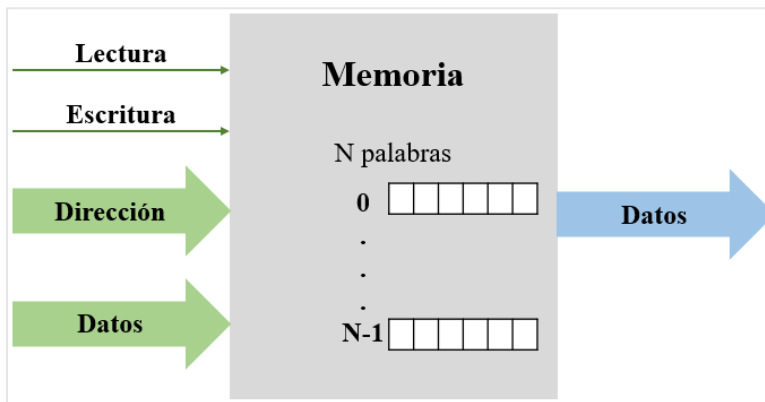


Figura 15. Módulo de la memoria. - Adaptado de (Stallings, 2010).

- E/S:** Su función es similar al del módulo de memoria, ya que también realiza procesos de lectura y escritura. Sin embargo, su principal función es controlar los dispositivos externos que se conectan a la computadora, a través de un puerto por lo cual se requiere asignarle una dirección única a cada dispositivo. También envía interrupciones solicitadas por los periféricos hacia el procesador. En la Figura 16 se puede observar la estructura del módulo E/S.

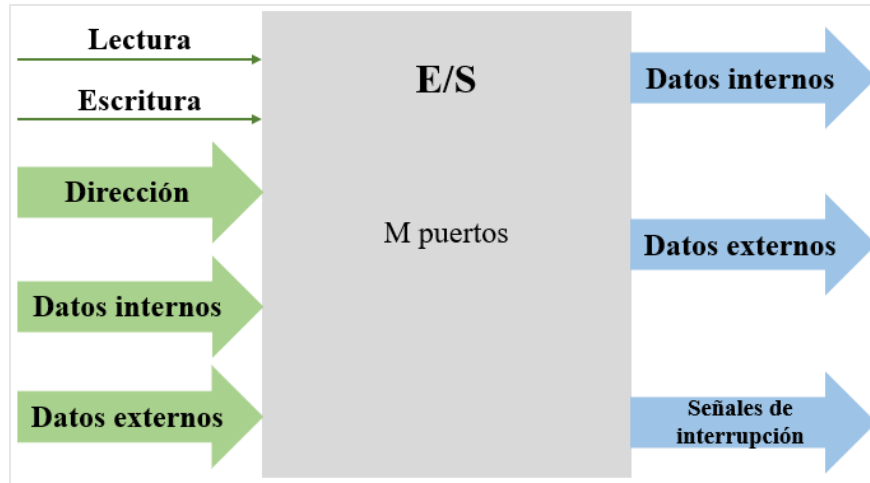


Figura 16. Módulo E/S. - Adaptado de (Stallings, 2010).

Transferencias

Las transferencias permiten el intercambio de datos. A continuación se definen estos, de acuerdo con las descripciones de (Stallings, 2010):

- **Procesador a memoria:** El procesador escribe datos en la memoria.
- **Memoria a procesador:** El procesador lee instrucciones o datos que están alojados en la memoria.
- **E/S al procesador:** El procesador lee datos de un dispositivo E/S a través de un módulo E/S.
- **Procesador a E/S:** El procesador envía datos a un dispositivo E/S.
- **E/S desde o hacia memoria:** El módulo E/S intercambia datos de forma directa con la memoria.

Interconexión con los buses

Al ser el bus una vía de comunicación que conecta distintos componentes del computador, se puede decir que un bus es un medio de transmisión compartido por el cual un dispositivo a la vez puede enviar señales que serán recibidas por los demás dispositivos conectados al bus (Stallings, 2010). El bus se compone de múltiples vías o líneas que son las encargadas de transmitir las señales codificadas en dígitos binarios y varias de estas líneas pueden transmitir las señales de forma simultánea.

Jerarquía de buses

Como explica (Mendías Cuadros, 2000), conectar varios dispositivos a un solo bus puede generar dos problemas:

1. **Disminución del rendimiento total del sistema:** Esto implica aumento en el retardo de propagación de las señales, debido a que el bus debe tener una mayor longitud para soportar más dispositivos. Esto afecta el rendimiento de forma notable porque el retardo determina el tiempo que le toma a los dispositivos coordinarse para poder utilizar el bus (Stallings, 2010), lo cual puede dar lugar a un “cuello de botella” dentro del bus porque hay mayor demanda de transferencia que la capacidad del bus.
2. **Incompatibilidad de los dispositivos con el bus:** Muchos dispositivos de E/S se diseñan para que funcionen con un bus específico, lo cual ocasiona incompatibilidad con aquellas computadoras que cuentan con un único bus.

Tomando en cuenta estos dos problemas, surge la idea de utilizar una *jerarquía de buses* con el objetivo de resolverlos, dentro de la cual se pueden describir dos tipos de arquitecturas:

- **Arquitectura tradicional:** En este tipo de arquitectura hay un bus de expansión y un bus local que conecta el procesador con la memoria caché, además de soportar la conexión de uno o más dispositivos locales. El controlador de la memoria caché conecta la memoria caché al bus local y al sistema de buses al que están conectados todos los módulos principales de la memoria principal. (Stallings, 2010) Aunque es considerada una arquitectura eficiente, puede comenzar a colapsar a medida que se requiera un mayor rendimiento por parte de los dispositivos de E/S. En la Figura 17 se muestra la estructura de los buses de la arquitectura tradicional.

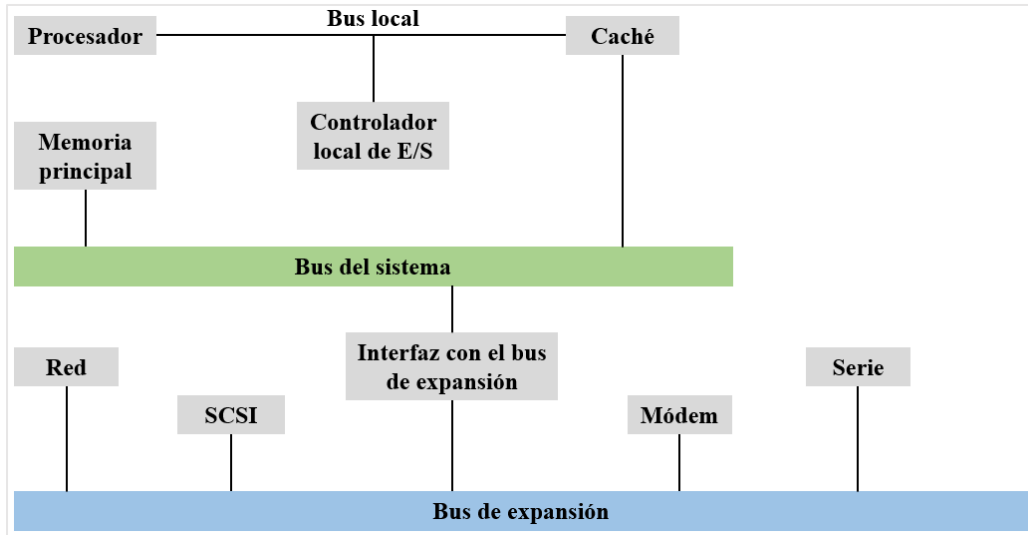


Figura 17. Arquitectura tradicional. - Adaptado de (Stallings, 2010).

- Arquitectura de altas prestaciones:** Es aquella arquitectura en la que además de contar con un bus local y un bus de expansión, también hay un bus de alta velocidad que se integra al resto del sistema a través de un puente entre el bus del procesador y entre el bus de alta velocidad (Stallings, 2010). En este caso, el controlador de la memoria caché está integrado en un puente o buffer que se conecta al bus de alta velocidad. En la Figura 18 se puede observar la estructura de la arquitectura de altas prestaciones.

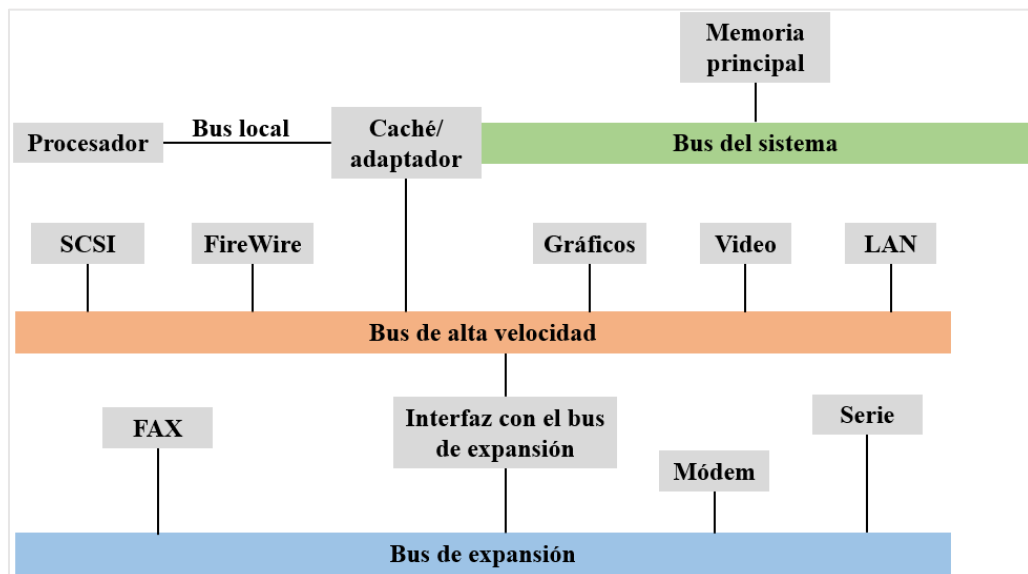


Figura 18. Arquitectura de altas prestaciones. - Adaptado de (Stallings, 2010).

Estructura del bus

De forma general, la interfaz del bus está organizada por cientos de líneas separadas y cada una de estas tiene una función particular. A continuación se describen los tres tipos de líneas que se pueden encontrar en la estructura del bus, de acuerdo con las explicaciones de (Stallings, 2010):

- **Líneas de datos:** También denominado *bus de datos*, son el camino por el cual se transmiten los datos hacia los módulos del sistema. El bus de datos se conforma por un número variable (32, 64, 128 o más) de líneas separadas, de las cuales cada una puede transmitir un bit a la vez; por consiguiente, se puede decir que la cantidad de líneas es un determinante para la cantidad de bits que pueden ser transmitidos en una determinada cantidad de tiempo y para establecer el rendimiento general del sistema.
- **Líneas de dirección:** También denominado *bus de dirección*, se utilizan para designar la fuente y el destino de los datos en el bus de datos. Al igual que sucede con el bus de datos, el ancho o la cantidad de líneas del bus de dirección determinará la capacidad máxima de la memoria del sistema. Otro uso del bus de datos es la de direccionar los puertos E/S y en este caso, hay dos tipos de bits que se transmiten:
 - Los *bits de orden superior* que son los que se utilizan para la selección de un módulo específico en el bus.
 - Los *bits de orden inferior* que son los que se utilizan para seleccionar la ubicación en la memoria o el puerto E/S dentro del módulo.
- **Líneas de control:** También denominado *bus de control*, transmiten señales que controlan el acceso y uso del bus de datos y del bus de dirección, debido a que estos son compartidos por todos los demás componentes. Las líneas de control transmiten dos tipos de señales entre los módulos del sistema:
 - **Sincronización:** Son señales que indican la validez de la información sobre los datos y las direcciones. Entre las líneas de control que corresponden a este tipo de señal se pueden mencionar: a) ACK de transferencia, b) Reloj, c) Reset, d) Solicitud de interrupción y e) ACK de interrupción.

- **Comandos:** Son señales que indican cuáles operaciones deben realizarse. Para este tipo de señal se pueden mencionar las siguientes líneas de control: a) Escritura en memoria, b) Lectura en memoria, c) Escritura E/S, d) Lectura E/S, e) Solicitud del bus y f) Concesión del bus.

Además de las líneas descritas anteriormente, dentro de la estructura del bus también existen líneas de distribución de energía cuya función es proveer de electricidad a los módulos. En la Figura 19 se muestra un esquema de la estructura del bus.

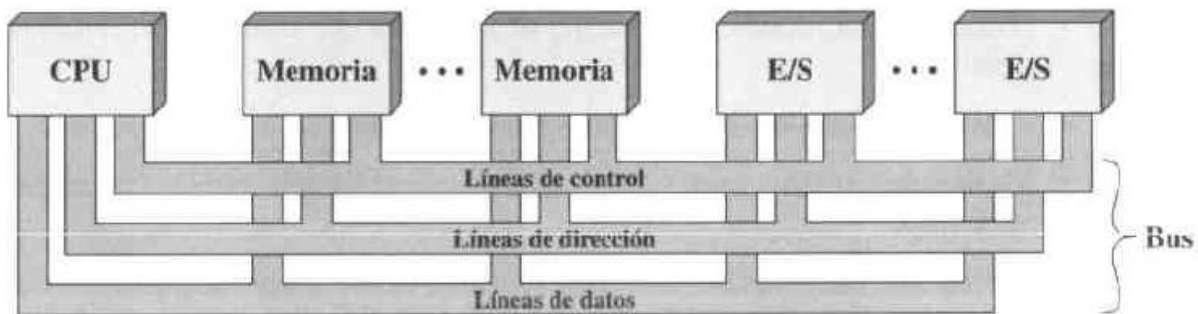


Figura 19. Estructura del bus. - Tomado de (Stallings, 2010).

Elementos de diseño

Existen ciertos parámetros que se deben considerar al momento de diseñar una estructura de bus. A continuación se describen cada uno de estos parámetros, de acuerdo con las descripciones dadas por (Stallings, 2010):

- **Tipos de buses:** Pueden ser de dos tipos:
 - **Dedicado:** A una línea de bus se le asigna una sola función o la conexión de un conjunto de módulos que interconectan componentes físicos de la computadora. Un ejemplo concreto son las líneas de datos que están dedicadas a funciones específicas y separadas de las líneas de dirección.
 - **Multiplexado:** Consiste en utilizar las mismas líneas de bus para múltiples funciones. Tal es el caso en el que específicas líneas del bus cumplan la función de las líneas de datos y de las líneas de dirección. La principal ventaja de este tipo de buses es que se requiere de menos líneas porque ocupa menos espacio, sin embargo, es necesario un circuito más complejo

dentro del módulo y lo más importante, se disminuye considerablemente el rendimiento del sistema.

- **Métodos de arbitraje:** Esto se refiere a la prioridad que se le da a cada petición que solicita acceso a un determinado bus, con el fin de poder transferir datos. Puede ser de dos tipos:
 - **Centralizado:** Consiste en un controlador central que se encarga de asignar el tiempo en el bus y el dispositivo que hace la petición al bus es un módulo separado.
 - **Distribuido:** A diferencia del método de arbitraje centralizado, este no cuenta con un controlador central, ya que los módulos comparten el bus y cada uno de ellos tiene una lógica de control de acceso.
- **Temporización:** Se refiere a la manera en la que los protocolos de transferencia de datos coordinan los diferentes eventos de lectura y escritura que tienen lugar en el bus. Se clasifica en dos tipos:
 - **Síncrona:** Se cuenta con un reloj que gestiona las actividades del bus, a través del envío regular de una secuencia de 1 y 0 alternados y de igual duración. A cada transmisión de esta secuencia binaria se le conoce como *ciclo del bus* o *ciclo del reloj*, siendo esto lo que determina el inicio de todos los eventos. Su principal ventaja es que es de simple implementación y prueba, pero el sistema no puede tomar ventaja de los avances en el rendimiento de un dispositivo porque todos los demás dispositivos dependen de la frecuencia fija del reloj.
 - **Asíncrona:** Se diferencia de la temporización síncrona porque la ejecución de los eventos no depende de un reloj, sino que para que un evento ocurra en el bus debe haber terminado la ocurrencia de un evento previo. Este tipo de temporización es más flexible, ya que los dispositivos pueden compartir un solo bus sin importar la rapidez de la tecnología del dispositivo.
- **Anchura del bus:** Anteriormente se ha mencionado que la anchura del bus de datos y del bus de dirección depende de la cantidad de líneas por el cual estos estén conformados. Como las líneas transmiten bits, la importancia de este parámetro radica en que de él depende el rendimiento general del sistema. Es

decir, mientras más ancho sea el bus de datos y el bus de dirección, mayor será el número de bits que podrán ser transmitidos a través de ellos.

- **Tipo de transferencia:** Cada bus puede ejecutar distintos tipos de transferencia de datos, pero todos pueden realizar transferencias tanto de lectura como de escritura. Es importante describir los conceptos de *master* y *esclavo*: el *master* es el dispositivo que tiene control sobre otros dispositivos, mientras que el *esclavo* es el dispositivo controlado. A continuación se define cada uno de los tipos de transferencia:
 - **Lectura:** Es de *esclavo a máster*. En buses multiplexados, para realizar la lectura debe pasar un pequeño tiempo de espera para que los datos puedan ser recuperados del esclavo para luego ser transmitidos al bus de datos. En buses dedicados, el esclavo coloca datos en el bus de datos en cuanto este ha reconocido su dirección y ha recuperado datos.
 - **Escritura:** Es de *máster a esclavo*. En buses multiplexados, puede haber un pequeño tiempo de retraso en el caso de que sea necesario aplicar un método de arbitraje para obtener el control del bus. En buses dedicados, el máster coloca los datos en el bus de datos apenas el esclavo ha reconocido su dirección.
 - **Leer-modificar-escribir:** Consiste en la lectura de datos seguida de forma inmediata por la escritura de estos en la misma dirección.
 - **Leer-después-escribir:** Consiste en la escritura de datos seguida de forma inmediata por la lectura de estos en la misma dirección.
 - **Bloqueo:** Es cuando un ciclo de direcciones es seguido por un cantidad n de ciclos de datos, lo que quiere decir que el primer elemento de datos es transferido desde o hacia la dirección especificada y los elementos de datos restantes son transferidos desde o hacia las direcciones siguientes.

Tipos de interfaces

Los tipos de interfaces se refieren a los distintos estándares o especificaciones de los buses o puertos que permiten la conexión de los dispositivos E/S con los buses de la computadora.

Serial

Consiste en una sola línea que se utiliza para la transmisión de datos, la cual debe ejecutarse bit a bit (Stallings, 2010). Esto quiere decir que sólo se puede enviar un bit a la vez hacia el bus de datos. En la actualidad se utiliza para conectar a la computadora dispositivos como módems, terminales e impresoras. En la Figura 20 se muestra un ejemplo de un puerto con interfaz del tipo serial.



Figura 20. Ejemplo de un puerto con interfaz tipo serial. - Tomado de Imágenes de Google.

Paralela

A diferencia de la interfaz de tipo serial, esta se compone de múltiples líneas que conectan el módulo E/S con el periférico (Stallings, 2010). Al contar con más de una línea (entre 8 a 64 líneas de datos) es posible transmitir múltiples bits de forma simultánea hacia el bus de datos, por lo que esta interfaz suele utilizarse para periféricos que requieran altas velocidades de transmisión. En la Figura 21 se muestra un ejemplo de un puerto con interfaz del tipo paralela.



Figura 21. Ejemplo de un puerto con interfaz de tipo paralela. - Tomado de Imágenes de Google.

SCSI

SCSI o *Small Computer System Interface* es un tipo de interfaz que permite la conexión de varios dispositivos a un solo sistema de bus (Abd-El-Barr & El-Rewini, 2005), por lo

que se suele utilizar para la conexión de dispositivos como disco duro, escáner e impresora. Puede alcanzar una tasa de transferencia de datos de hasta 160 MBps. Sin embargo, existen diferentes variedades que permiten mayores velocidades de transferencia como el Ultra SCSI y el Fast Wide SCSI que puede alcanzar una velocidad de 20 MBps y el Ultra Wide SCSI con una velocidad de hasta 40 MBps.

Como señala (Adaptec Inc., 1999), el funcionamiento del bus SCSI se basa en la asignación de un ID SCSI que permite identificar de forma única a cada dispositivo que se conecte al bus SCSI, y este ID a su vez permite establecer la prioridad cuando más de un dispositivo solicita el uso del bus. En la Figura 22 se observa un puerto con interfaz del tipo SCSI.



Figura 22. Ejemplo de un puerto con interfaz del tipo SCSI. - Tomado de Imágenes de Google.

PCI

PCI o *Peripheral Component Interconnect* es un bus que es independiente del procesador y puede realizar las funciones de un bus periférico. A continuación se describen sus principales características, de acuerdo con lo señalado por (Stallings, 2010):

- Brinda mayor velocidad en los subsistemas de E/S, a diferencia de otras interfaces.
- Su diseño cumple con los requerimientos de E/S de los sistemas modernos.
- Su diseño también permite que esta interfaz soporte distintas variedades de configuraciones basadas en microprocesadores, sin importar si estos son sistemas con un solo procesador o con múltiples procesadores.

- Proporciona una serie de funciones de propósito general.
- Hace uso de la temporización síncrona y utiliza el método de arbitraje centralizado.
- Tiene una anchura de hasta 64 bits en el bus de datos.

En la Figura 23 se muestran ejemplos de puertos con interfaz del tipo PCI.



Figura 23. Ejemplos de puertos con interfaz del tipo PCI. - Tomado de Imágenes de Google.

USB

USB o *Universal Serial Bus* es un tipo de interfaz de bus externo, la cual fue diseñada para permitir que diferentes periféricos se conectaran utilizando un solo socket estandarizado (Zlatanov, 2016), lo cual es una gran ventaja porque una gran gama de dispositivos puede conectarse a la computadora a través del uso de un solo tipo de bus externo. Es importante mencionar que además de permitir la transferencia de datos, en muchos dispositivos también permite la transferencia de energía eléctrica y se basa en la temporización de tipo asíncrona.

Esta interfaz fue desarrollada en conjunto por Intel, Compaq, DEC, IBM, NEC y Northern Telecom y lanzada en 1996 (Abd-El-Barr & El-Rewini, 2005). Desde ese entonces, la especificación más reciente es la generación del USB 3.0, siendo esta última capaz de alcanzar velocidades de transferencia de datos de hasta 5 Gbps. En la Figura 24 se muestran ejemplos de puertos con interfaz del tipo USB.



Figura 24. Ejemplos de puerto con interfaz del tipo USB. - Tomado de Imágenes de Google.

FireWire

FireWire, también conocido como el estándar IEEE 1394, es otro tipo de interfaz de bus externo que soporta altas tasas en la velocidad de transferencia de datos (Abd-El-Barr & El-Rewini, 2005). Así mismo, como señala (Stallings, 2010), además de su gran velocidad en comparación con otras interfaces, es de menor costo y de fácil implementación.

Se caracteriza por utilizar una transmisión de tipo serial y el principal objetivo de su desarrollo es proveer una sola interfaz de E/S con un conector simple que permita la conexión de varios dispositivos a través de un solo puerto (Stallings, 2010). Se configura de forma automática y la interacción entre la computadora y los dispositivos al utilizar este bus se describe en tres capas: 1) la capa física, 2) la capa de enlace y 3) la capa de transacción. En la Figura 25 se muestra un ejemplo de un puerto con interfaz del tipo FireWire.



Figura 25. Ejemplo de un puerto con interfaz del tipo FireWire. - Tomado de Imágenes de Google.

AGP

AGP o *Accelerated Graphics Port* soporta el alto rendimiento de las aplicaciones de gráficos 3D y video y como indica (Dandamudi, 2003), este no es en sí un bus debido a que no conecta múltiples dispositivos, sino que se considera un puerto porque conecta el CPU con la tarjeta de video.

AGP se caracteriza por brindar un ancho de banda máximo que es hasta cuatro veces mayor que el proporcionado por PCI y al utilizar controladores gráficos, es posible obtener una alta velocidad de acceso a la memoria. Esto se debe a que, como señala (Abd-El-Barr & El-Rewini, 2005), AGP cuenta con una única línea hacia la memoria lo cual permite que los elementos 3D sean almacenados en el sistema de memoria en lugar de la memoria de video. En la Figura 26 se observa un ejemplo de puerto con interfaz de tipo AGP.

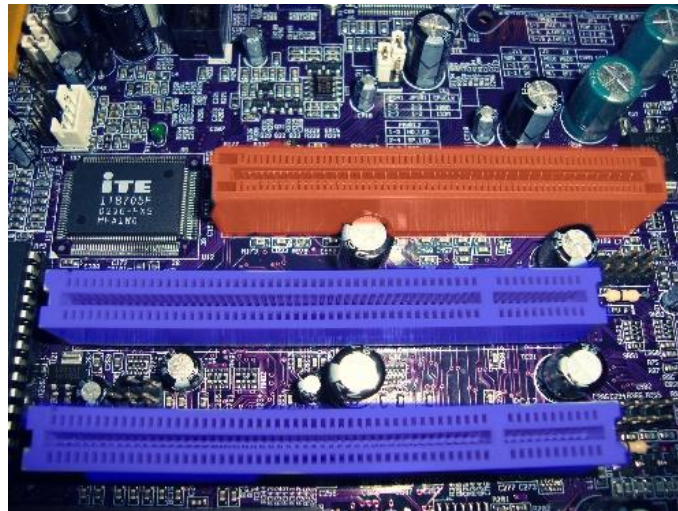


Figura 26. Ejemplo de puertos con interfaz del tipo AGP. - Tomado de Imágenes de Google.

Capítulo III: La Memoria Interna y Externa

Interna

Cuando se habla de la memoria interna de la computadora, nos referimos a aquellos tipos de memoria que pueden acceder de forma directa al procesador de una computadora. Su principal característica es que en su fabricación se utilizan semiconductores y para el programador, la visualización de los datos es a través de datos individuales o *bytes* organizados en registros (Manonellas, 2013).

Características

Todo sistema de memoria interna cuenta con ciertas propiedades, las cuales se describen a continuación:

- **Ubicación:** Al tratarse de la memoria interna, se pueden distinguir dos ubicaciones, según lo descrito por (Manonellas, 2013):
 - **Dentro del chip del procesador:** En esta se encuentran los registros y uno o más niveles de memoria caché.
 - **En la placa base de la computadora:** Esta es la memoria principal (RAM) y también uno o más niveles de memoria caché.
- **Capacidad:** Se refiere a la cantidad de información que es capaz de almacenar la memoria y esta se expresa en *bytes* o *palabras*. Un byte corresponde a 8 bits, mientras que una palabra son grupos de bits y por lo general, tienen una longitud variable de 8, 16 o 32 bits (Stallings, 2016).
- **Unidad de transferencia:** Corresponde a la cantidad de bits que se leen o escriben en un solo acceso a memoria (Stallings, 2016).
- **Métodos de acceso:** Se refiere al modo utilizado para acceder a los datos almacenados en la memoria y según (Stallings, 2016), se pueden distinguir dos tipos:
 - **Aleatorio:** Cada elemento almacenado en la memoria tiene una dirección única debido a que todos los elementos están organizados en un vector (Manonellas, 2013). Esto quiere decir que para acceder a un determinado elemento, se requiere la dirección que corresponde a la posición del

elemento dentro del vector. La dirección se selecciona al azar y tiempo para acceder al elemento no depende de los accesos anteriores.

- **Asociativo:** Se hace una comparación del valor que se quiere ubicar con parte de los valores contenidos en cada una de las posiciones de memoria (Manonellas, 2013). Esto quiere decir que no se utiliza la dirección del elemento a acceder, sino que utiliza su contenido. Este proceso se hace de forma simultánea hasta encontrar una coincidencia.
- **Prestaciones:** Se refiere al rendimiento que puede ofrecer la memoria y sobre esta propiedad se pueden distinguir tres parámetros, descritos por (Stallings, 2016):
 - **Latencia:** Se refiere al tiempo de acceso a la memoria para realizar los procesos de lectura y escritura. Es decir, el instante desde que la memoria recibe la dirección del dato, hasta el instante en que este ha sido almacenado o está disponible para ser accedido.
 - **Tiempo del ciclo de memoria:** Consiste en el tiempo de acceso más el tiempo adicional necesario antes de que ocurra otro acceso a la memoria.
 - **Tasa de transferencia:** Es la velocidad en la que los datos pueden ser transferidos a la memoria, a través de los procesos de lectura y escritura.
- **Soporte físico:** Corresponde a las características físicas de la memoria y según (Manonellas, 2013), se describe en los siguientes tipos:
 - **Volátil:** Requiere de corriente eléctrica para conservar su estado.
 - **Semiconductor:** Su fabricación está hecha a base de materiales semiconductores.

Jerarquía de memoria

La jerarquía de memoria consiste en una estructura que organiza los sistemas de memoria de la computadora en diferentes niveles, tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento, el tiempo de acceso a los datos y el costo. Cuando se diseña un sistema de memoria estos tres requisitos son los más esenciales; sin embargo, ninguna tecnología cumple con los tres de forma simultánea (Manonellas, 2013).

Basado en lo anterior, (Stallings, 2016) señala que en el espectro de las tecnologías de los sistemas de memoria pueden existir tres relaciones:

- ✓ Tiempo de acceso rápido, mayor costo por bit
- ✓ Mayor capacidad, menor costo por bit
- ✓ Mayor capacidad, tiempo de acceso más lento

En lugar de intentar diseñar una sola memoria que cumpla con los tres requisitos, se utiliza la jerarquía de memoria, ya que esta organiza cada nivel de acuerdo con la distancia de la memoria con el procesador de la computadora. En este sentido, los niveles superiores son los que se encuentran más cercanos al procesador, son los primeros en ser utilizados y los que tienen una mayor velocidad de acceso. En consecuencia, los niveles más bajos corresponden a memorias que cuentan con mayor capacidad de almacenamiento, pero con menor velocidad de acceso.

Tomando en cuenta el orden de la jerarquía, a continuación se muestra una tabla que permite comparar las tres características mencionadas anteriormente para cada nivel, según lo descrito por (Tanenbaum & Austin, 2013):

| Nivel | Tipo de memoria | Capacidad | Tiempo de acceso | Costo por bit |
|-------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| I | Registros del procesador | Aproximadamente 128 bytes. | Del orden de los nanosegundos o menos. | - |
| II | Memoria caché | Decenas de megabytes. | Un pequeño múltiplo de los registros del procesador. | - |
| III | Memoria principal | Unos cuantos gigabytes. | Aproximadamente 10 nanosegundos. | dólares/megabyte |
| IV | Memoria secundaria | Cientos de gigabytes o terabytes. | Hasta 10 o 100 veces más lento que el nivel anterior, dependiendo de la memoria. | dólares/gigabyte o centavos/gigabyte |

En la Figura 27 se muestra la estructura de la jerarquía de memoria, así como sus correspondientes niveles de acuerdo con las tres características esenciales para su diseño.

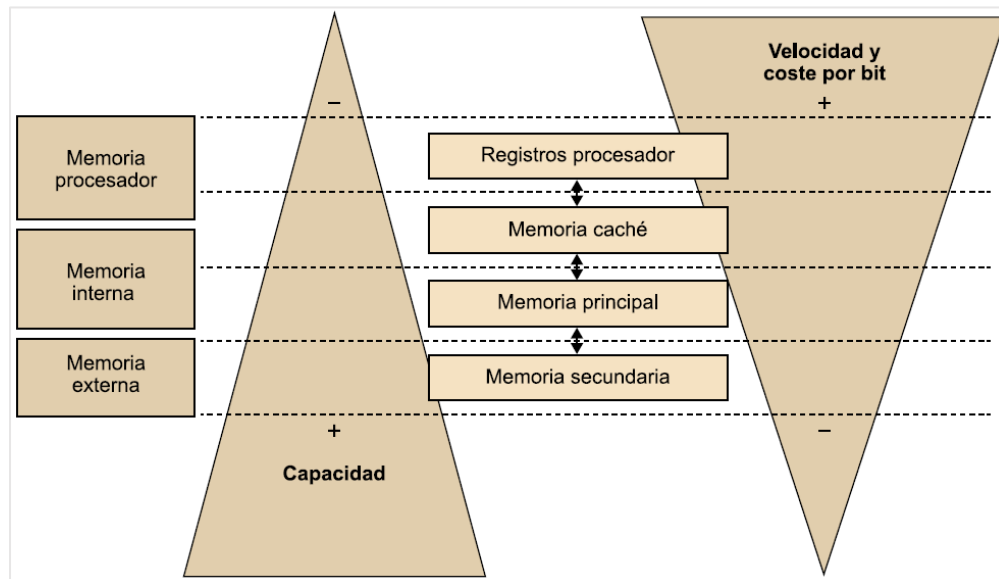


Figura 27. Jerarquía de memoria. - Tomado de (Manonellas, 2013).

Semiconductores de acceso aleatorio

Las memorias semiconductoras de acceso aleatorio son aquellas que cuentan con chips diseñados con materiales semiconductores, a diferencia de las tecnologías utilizadas en las memorias de las primeras computadoras. El uso de materiales chips semiconductores en la actualidad es prácticamente un estándar. A continuación se describen los tipos de memorias semiconductoras:

- **RAM:** Del inglés *Random Access Memory* o *memoria de acceso aleatorio* es la memoria principal de la computadora y en ella se almacenan datos e instrucciones de los programas en ejecución, de forma temporal (Rebollo, 2014). Es un tipo de memoria volátil y que utiliza un método de acceso aleatorio; el procesador la utiliza para su funcionamiento, pues de ella toma datos (lectura) y guarda los resultados (escritura). En la Figura 28 se muestra el chip de una RAM.

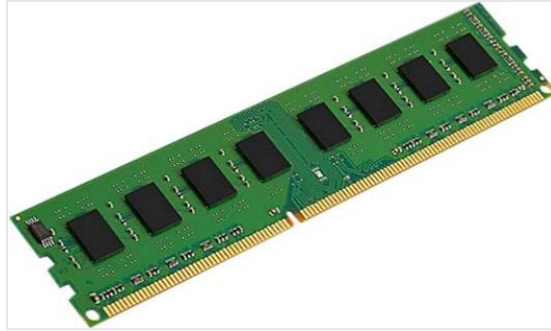


Figura 28. Chip de una RAM. - Tomado de Imágenes de Google.

Según explica (Stallings, 2016), se pueden distinguir dos tipos de tecnologías de RAM:

- **DRAM:** Del inglés *Dynamic Random Access Memory* o *memoria dinámica de acceso aleatorio*, en esta cada celda de la memoria corresponde a la carga de un capacitor. La ausencia o presencia de carga en el capacitor puede interpretarse de forma binaria como un 1 o un 0, sin embargo, como los capacitores pueden descargarse, este tipo de memoria requiere de un circuito de restauración para mantener los datos almacenados (Manonellas, 2013), de allí que en su nombre incluya el término *dinámico*. Por lo general, se utiliza para la memoria principal.
- **SRAM:** Del inglés *Static Read Access Memory* o *memoria estática de acceso aleatorio*, en esta se utiliza la lógica de compuertas a través de flip-flops, lo cual permite almacenar los valores binarios. Sin embargo, a diferencia de la DRAM, este tipo de memoria mantiene sus datos mientras reciba energía eléctrica y es considerada el tipo de memoria RAM más rápida. En tamaño, este tipo de memoria es más grande que la DRAM y suele utilizarse para la memoria caché.
- **ROM:** Del inglés *Read-Only Memory* o *memoria de sólo lectura*, es un tipo de memoria no volátil en la que sólo se puede realizar el proceso de lectura, lo que significa que los datos que esta contiene no se pueden modificar ni borrar. Este tipo de memoria suelen utilizarse para el almacenamiento de microprogramas o en dispositivos que requieran utilizar siempre la misma información (Manonellas, 2013), con lo cual se puede concluir que la información almacenada en una

memoria ROM se hace durante el proceso de fabricación. En la Figura 29 se muestra el chip de una ROM.



Figura 29. Chip de una ROM. - Tomado de Imágenes de Google.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de ROM:

- **PROM:** Del inglés *Programmable Read-Only Memory* o *memoria programable de sólo lectura*, son aquellas en las que el almacenamiento de la información no forma parte del proceso de fabricación, sino que se hace a través de un proceso eléctrico con el uso de un equipo especializado después de la fabricación de la memoria (Stallings, 2016). Esto hace que, en comparación con la ROM tradicional, la PROM sea más conveniente, sin embargo el proceso de programar la memoria puede hacer una sola vez.
- **EPROM:** Del inglés *Erasable Programmable Read-Only Memory*, es una memoria que se puede ejecutar el proceso de lectura, pero los datos pueden ser borrados y almacenados nuevamente. Sin embargo, cuando se borran los datos, la información de la memoria se borra completamente y no sólo una parte de ella (Manonellas, 2013). El proceso de borrado se hace aplicando luz ultravioleta en una pequeña ventana que tiene el chip de la memoria.
- **EEPROM:** Del inglés *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*, es un tipo de memoria que, al igual que la EPROM, la información se puede borrar y almacenar nuevamente, con la diferencia de que se hace a través de procesos eléctricos (Manonellas, 2013). Además de esto, los datos pueden ser modificados de forma directa sin necesidad de borrarlos previamente.

- **Flash:** En este tipo de memoria, el proceso de borrado y almacenamiento de los datos es rápido, en comparación con el tiempo que toma realizar estos mismos procesos en la EPROM y la EEPROM. Sin embargo, es similar a la EEPROM, ya que utiliza la electricidad para borrar la información. Cuando se borran datos, toda una sección de una celda de memoria se borra en una sola acción, de ahí deriva el nombre “flash” (Stallings, 2016).
- **Organización:** Toda memoria semiconductora cuenta con un elemento básico denominado *celda de la memoria* y esta tiene ciertas propiedades, descritas por (Stallings, 2016):
 - ✓ Tienen dos estados estables o semiestables que pueden utilizarse para la representación binaria de 1 y 0.
 - ✓ Pueden ser escritos, al menos una vez, para establecer el estado.
 - ✓ Pueden ser leídos para determinar el estado.

La celda de la memoria cuenta con tres terminales funcionales que se encargan de llevar las señales eléctricas: 1) una terminal de selección que escoge la celda sobre la que se hará el proceso de lectura o escritura, 2) una terminal de control que indica si se va a leer o a escribir, y 3) una terminal que indica establece (escritura) o determina (lectura) el estado de la celda. Por otro lado, en cuanto al funcionamiento y la temporización de la celda, depende de la tecnología que compone la construcción del circuito integrado, tal como especifica (Manonellas, 2013).

- **Lógica del chip:** Cada chip de memoria se compone, de forma lógica, de matrices dentro de las celdas. Cada una de estas matrices se organiza en P palabras de B bits y esto es lo que determina la cantidad de bits que se pueden escribir o leer a la vez (Stallings, 2016).

Memoria caché

Es un tipo de memoria que se encuentra entre el procesador y la memoria principal, con un tiempo de acceso y un tamaño más pequeño que el de la memoria principal. El objetivo de utilizar una memoria caché dentro de la computadora, es disminuir el tiempo necesario para acceder a la memoria principal, ya que para acceder a esta se requiere

un tiempo mayor. Por ello, la memoria caché almacena información que se utiliza con frecuencia para reducir la cantidad de accesos a la memoria principal.

Otras características importantes son que esta memoria es solamente gestionada por el hardware y el sistema operativo de la computadora y puede estar organizada en uno o más niveles, en donde el nivel más cercano a la memoria principal es de mayor tamaño y más lento que los niveles anteriores, como se visualiza en la Figura 30.

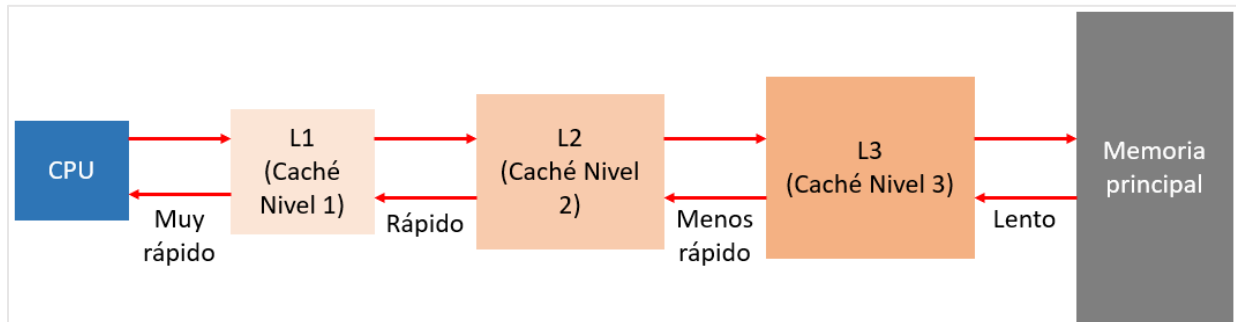


Figura 30. Organización de tres niveles de una memoria caché. - Adaptado de (Stallings, 2016).

- **Principios:** Como explica (Manonellas, 2013), el procesador puede acceder a los datos almacenados en la memoria caché, sin necesidad de acceder previamente a la memoria principal. Sin embargo, si un dato determinado no está en la memoria caché, el dato pasa de la memoria principal a la memoria caché y luego es recuperado por el procesador. La memoria caché se organiza en líneas y cada una de ellas se compone de un conjunto de palabras más una etiqueta de una pequeña cantidad de bits. Esto le permite a la memoria caché trabajar con la memoria principal, la cual se organiza en bloques de palabras. La etiqueta de la memoria caché identifica al bloque de la memoria principal en la que se encuentra cada una de las líneas de la memoria caché. En la Figura 31 se compara la organización de la memoria principal (izquierda) y de la memoria caché (derecha).

| Dirección | Memoria principal | Bloque | Palabra |
|-----------|-------------------|----------------------|---------|
| 0 | | Bloque 0 | 0 |
| 1 | | | 1 |
| ... | | | ... |
| $k - 1$ | | | $k - 1$ |
| k | | Bloque 1 | 0 |
| $k + 1$ | | | 1 |
| ... | | | ... |
| $2k - 1$ | | | $k - 1$ |
| ... | ... | ... | ... |
| $2^n - k$ | | Bloque $(2^n/k) - 1$ | 0 |
| | | | 1 |
| ... | | | ... |
| $2^n - 1$ | | | $k - 1$ |

| Memoria caché | | | | |
|---------------|-----------------------|----------------------|-----|---------|
| Línea | Etiqueta del bloque x | Palabras de la línea | | |
| | | 0 | ... | $k - 1$ |
| 0 | | | ... | |
| 1 | | | ... | |
| ... | ... | | ... | |
| $m - 1$ | | | ... | |

Figura 31. Organización de la memoria principal y de la memoria caché. - Tomado de (Manonellas, 2013).

- **Elementos de diseño:** Se refiere a los parámetros que se deben considerar al momento de diseñar una memoria caché, de modo que le permita a la memoria tener un buen rendimiento. Cada uno de estos parámetros se describirán en los puntos a continuación.
- **Correspondencia:** Se refiere a la técnicas utilizadas por la memoria caché para determinar a qué bloque de la memoria principal corresponde una determinada línea en la memoria caché, debido a que la cantidad de líneas en la memoria caché es menor que la cantidad de bloques en la memoria principal (Stallings, 2016). Estas técnicas permiten relacionar una determinada posición en la memoria caché con su correspondiente dirección en la memoria principal. Sobre cada una de estas técnicas es necesario mencionar el concepto de *tasa de fallos* que se define de la siguiente manera:

$$T_f = \frac{\text{Número de fallos}}{\text{Número de accesos a la memoria}}$$

El principal objetivo durante el diseño de una memoria caché es lograr que la tasa de fallos sea lo más baja posible.

A continuación se describen las técnicas de correspondencia, basado en las explicaciones de (Manonellas, 2013):

- **Directa:** Cada bloque de la memoria principal corresponde a una única línea en la memoria caché. A pesar de ser la técnica más simple debido a su facilidad de gestión, es la que tiene la tasa de fallo más alta.
 - **Asociativa:** Cada bloque de la memoria principal puede estar en cualquiera de las líneas de la memoria caché. A diferencia de la técnica anterior, es la que tiene la tasa de fallo más baja, pero su gestión es compleja.
 - **Asociativa por conjuntos:** Es una combinación de las ventajas de las técnicas anteriores que consiste en que un bloque de la memoria principal está en cualquier posición dentro de un subconjunto de las líneas de la memoria caché.
- **Políticas de escritura:** Se refiere a las políticas que permiten mantener la coherencia de los datos que se escriben en la memoria caché, ya que estos corresponden a porciones de datos de la memoria principal. A continuación, se definen estas políticas, basado en las descripciones de (Manonellas, 2013):
 - **Escritura inmediata o write through:** Todo dato que se escriba en la memoria caché, se escribe en la memoria principal a través del bloque completo en el cual se encuentra el dato modificado.
 - **Escritura aplazada o write back:** El dato se escribe solamente en la memoria caché, la memoria principal se modifica cuando se elimina la línea que contiene el dato en la memoria caché. Esta política requiere del uso de bits adicionales que indican si la línea en la memoria caché se ha modificado.
 - **Tamaño de línea:** Una línea es la unidad de transferencia entre la memoria caché y la memoria principal, y el tamaño de esta determina la cantidad de palabras que puede almacenar (Manonellas, 2013). El tamaño de una línea puede variar entre valores 32 bytes y 128 bytes.
 - **Número de cachés:** Inicialmente, las computadoras contaban con una sola memoria caché. Sin embargo, tecnologías recientes hacen uso de diferentes

niveles de memoria caché: L1, L2 y L3. Por lo general, estos niveles vienen implementados en el chip del procesador y L3, el nivel más cercano al procesador, tiene dos partes unificadas: una para las instrucciones y otra para los datos (Manonellas, 2013).

Externa

La memoria externa abarca es todo aquel dispositivo de almacenamiento secundario que es gestionado por el sistema operativo de la computadora, a través de los módulos E/S. Como señala (Manonellas, 2013), sus características son:

- Ser de tipo no volátil, es decir, que no requieren de la energía eléctrica para mantener almacenada la información; los datos se mantienen de forma permanente.
- Dependiendo del dispositivo, utilizan diferentes métodos de acceso a los datos.
- Los datos son visibles para el programador como bloques de datos.

Entre los principales sistemas de memoria externa se encuentran los discos y cintas magnéticos, la memoria óptica y nuevas tecnologías que han surgido de la evolución de otros sistemas.

Discos magnéticos

- **Definición:** Consiste en un conjunto de platos circulares de aluminio con un recubrimiento de material magnético y un cabezal que se utiliza para los procesos de lectura y escritura, lo que permite grabar datos en el dispositivo. Como explica (Manonellas, 2013), este dispositivo requiere de motores eléctricos para ser accionado, lo que posteriormente produce un movimiento de rotación continua bajo un brazo mecánico. En la Figura 32 se muestra un disco magnético con el brazo mecánico bajo el cual rotan los platos.



Figura 32. Disco magnético. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Organización y formato:** Como explica (Stallings, 2016), cuando el cabezal realiza los procesos de lectura y escritura sobre el plato en rotación, los datos se organizan en una serie de anillos concéntricos denominados *pistas*. Todas las pistas son de igual anchura y en la superficie del plato puede haber cientos de pistas. Las pistas adyacentes son separadas por espacios que minimizan la probabilidad de errores por desalineación o por interferencia de campos magnéticos. Además de esto, la información que se transfiere desde y hacia el disco magnético se hace a través de sectores, que pueden ser cientos por cada pista y de longitud variable. En la Figura 33 se observa un diagrama que representa la organización y el formato de los discos magnéticos, señalando lo que es una pista y un sector.

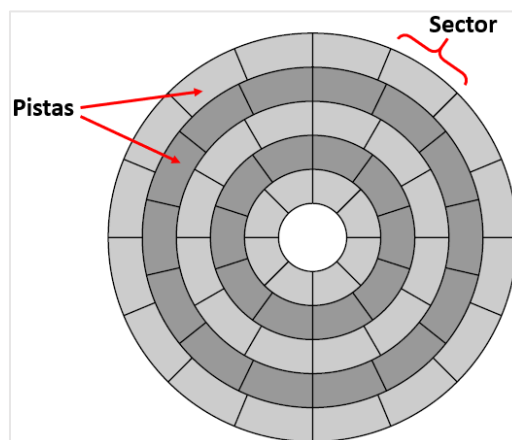


Figura 33. Diagrama de la organización y formato de un disco magnético. - Adaptado de (Tanenbaum & Austin, 2013).

- **Características físicas:** A continuación se resumen las características físicas de los discos magnéticos, basado en las descripciones de (Stallings, 2016):

| Característica | Clasificación | Definición |
|------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Movimiento del cabezal | Fijo | Por cada pista hay un cabezal para la ejecución de las operaciones de lectura y escritura. |
| | Móvil | Hay un solo cabezal para realizar la lectura y escritura del disco. |
| Portabilidad del disco | Extraíble | El disco puede quitarse y sustituirse por otro disco magnético. |
| | No extraíble | Está de forma permanente en la unidad del disco. |
| Caras | Una cara | El recubrimiento magnético se aplica en una sola cara del disco. |
| | Dos caras | El recubrimiento magnético se aplica en ambas caras del disco. |
| Platos | Un plato | Un único plato forma parte del dispositivo. |
| | Múltiples platos | Varios platos están apilados de forma vertical y separados por una pequeña distancia (aproximadamente una pulgada). |

- **Parámetros para medir prestaciones:** Son parámetros que permite medir el rendimiento de un disco magnético y de acuerdo con (Stallings, 2016), estos parámetros se describen a continuación:
 - **Tiempo de búsqueda:** Es el tiempo que le toma al brazo del disco moverse hasta la pista requerida. Esto depende de dos elementos: 1) el tiempo inicial y 2) el tiempo requerido para atravesar las pistas cuando el brazo está a la velocidad adecuada.

- **Retardo rotacional:** Es el tiempo que le toma a un determinado sector alcanzar el cabezal. Se mide en milisegundos (ms).
 - **Tiempo de acceso:** Es la suma del tiempo de búsqueda y el retardo rotacional.
 - **Tiempo de transferencia de datos:** Es el tiempo requerido para transferir los datos desde y hacia el disco magnético.
- **Conjunto redundante de discos independientes:** Mejor conocido como RAID (del inglés *Redundant Array of Independent Disks*), es un sistema conformado por una colección de discos que funcionan de forma paralela almacenando los datos de manera distribuida, con el fin de mejorar el rendimiento y la integridad de la información (Manonellas, 2013). Sin embargo, el RAID es visto por el sistema operativo como un solo disco lógico, por lo que se puede considerar como un sistema de almacenamiento virtualizado. El almacenamiento distribuido de información ofrece la ventaja de recuperar datos en caso de fallo, debido a que utiliza información redundante. El RAID se compone de 7 niveles que van desde RAID 0 hasta RAID 6 y cada uno tiene una configuración distinta. En la siguiente tabla se comparan cada uno de estos niveles, basado en las descripciones hechas por (Villa Cuetos, Alonso Murias, & García Camporro, 2011):

| Nivel | Nombre del nivel | Características |
|-------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | RAID 0 | <ul style="list-style-type: none"> • Mejora el rendimiento, ya que la transferencia de datos es alta debido a que se hace de forma simultánea en todos los discos. • Poca tolerancia a los fallos debido a que no hay redundancia de datos. • Para su implementación se requieren al menos dos unidades de disco. • Se utiliza en aplicaciones de tratamiento de imágenes, video y audio. |

| | | |
|---|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | RAID 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la redundancia de datos y los datos son copiados en discos adicionales cada vez que se modifican; hay mayor integridad de los datos. • Mayor tolerancia a fallos. • Su implementación es costosa porque las unidades deben añadirse en pares. |
| 2 | RAID 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza el código Hamming para la detección y corrección de errores. • Los datos se almacenan como bits. • Los discos funcionan de forma simultánea. • Su implementación es muy costosa, ya que se necesitan muchos discos para el almacenamiento de los bits y otros pocos discos para uso del código Hamming. |
| 3 | RAID 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Los datos se almacenan como bytes. • El acceso a los datos se hace de forma síncrona. • Uno de los discos debe estar dedicado a paridad, es decir, a la detección de errores. • Los discos no pueden trabajar de forma independiente, se necesitan todos los discos para realizar operaciones de lectura y escritura. |
| 4 | RAID 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Los discos pueden trabajar de forma independiente. • Necesita que uno de los discos se dedique a paridad, es decir, a la detección de errores. En esto se basa su tolerancia a fallos. • Su implementación requiere de al menos tres unidades de disco. |
| 5 | RAID 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Los datos se almacenan como bloques. • Para la detección de errores utiliza la paridad distribuida, lo que ofrece una alta tolerancia a fallos. • El acceso a los discos se hace de manera independiente. |

| | | |
|---|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Es el nivel más eficiente y el más utilizado para el uso de aplicaciones de servidores en empresas. • La relación entre rendimiento y costo es superior a la de otros niveles. |
| 6 | RAID 6 | <ul style="list-style-type: none"> • El acceso a los discos se hace de forma independiente. • Para la detección de errores utiliza la doble paridad distribuida, lo cual ofrece una tolerancia a fallos extremadamente alta. • Provee dos niveles de redundancia. • Su implementación es muy costosa. |

Cintas magnéticas

Es un dispositivo que utiliza discos magnéticos con una cinta de poliéster de superficie magnética, sobre la cual se guarda la información. En la Figura 34 se muestran un cassette y un VHS, los cuales son dispositivos de almacenamiento que hacen uso de cintas magnéticas. Es importante que el VHS ya no produce como dispositivo de almacenamiento, sin embargo, permite ilustrar el uso de las cintas magnéticas; por otro lado, el cassette aún se utiliza para almacenar archivos de audio.



Figura 34. Ejemplos de dos dispositivos de almacenamiento que utilizan cintas magnéticas. - Tomado y adaptado de Imágenes de Google.

(IBM, 2010) señala las características más importantes de este dispositivo de almacenamiento externo y se resumen a continuación:

- ✓ Comparado con otros sistemas de almacenamiento externo, su costo por gigabyte es bastante reducido.
- ✓ La protección de los datos es sencilla, ya que sólo se requiere almacenar las copias de seguridad en un lugar donde no sufran daños.
- ✓ Se puede aumentar la capacidad de almacenamiento, agregando más cinta al dispositivo.
- ✓ Las cintas son reutilizables, sin embargo, pueden dañarse con el paso del tiempo. Esto implica la necesidad de sustituir la cinta magnética para evitar la pérdida de datos.
- ✓ El acceso a los datos se hace de forma secuencial. Esto quiere decir que el acceso a los datos se hace en el mismo orden en el que fueron grabados en la cinta.
- ✓ Son útiles para almacenar grandes volúmenes de información.

Memoria óptica

Una memoria óptica es un dispositivo de almacenamiento extraíble que requiere de una luz láser para ejecutar las operaciones de lectura y escritura de datos (Manonellas, 2013). Los dispositivos que utilizan este tipo de memoria son económicos y capaces de almacenar grandes volúmenes de información, dependiendo del formato. A diferencia de los dispositivos que utilizan cintas magnéticas, utilizan el método aleatorio para acceder a los datos, además de una mayor velocidad de lectura de la información.

A pesar de sus ventajas, este tipo de memoria es más conveniente para la lectura de datos, ya que el proceso de escritura es un poco lento debido a que puede tomar algunos minutos, dependiendo del volumen de información que se desee almacenar.

- **CD:** Del inglés *Compact Disk* o *disco compacto*, es un tipo de disco que puede almacenar información de audio digitalizada (Stallings, 2016). Se pueden grabar hasta 700 MB que pueden ser reproducidos de forma ininterrumpida. Sin embargo, la información no se puede borrar.
- **Dispositivos:** A continuación se describen los formatos o configuraciones más comunes para dispositivos de almacenamiento óptico, basado en las explicaciones de (Stallings, 2016):

- **CD-ROM:** Del inglés *Compact Disk Read-Only Memory*, tiene una capacidad de almacenamiento de hasta 900 MB de datos de computadora, que no pueden ser borrados posteriormente.
- **CD-RW:** Del inglés *Compact Disk Rewritable*, es similar al CD-ROM, con la diferencia de que la información no sólo puede leerse y escribirse, sino que también puede borrarse para escribir otros datos.
- **DVD:** Del inglés *Digital Versatile Disk*, permite almacenar hasta 17 GB de información digital de video comprimida. Es uno de los dispositivos ópticos con mayor capacidad de almacenamiento.
- **WORM:** Del inglés *Write Once Read Many*, en este tipo de dispositivo los datos que se escriben no se pueden modificar, pero se pueden leer varias veces. Esto les provee integridad a los datos almacenados.
- **Blu-ray:** Es utilizado para almacenar datos de video de alta definición y 4K, por lo que provee una gran capacidad de almacenamiento. Dependiendo del tipo de disco Blu-ray puede almacenar entre 25 GB y 300 GB.

Nuevas tecnologías

La evolución de la tecnología ha permitido el diseño, desarrollo y fabricación de otros dispositivos de almacenamiento, brindándole a los usuarios otras opciones para guardar información. Aunque los medios de almacenamiento descritos anteriormente no han dejado de utilizarse, el uso de algunas de las nuevas tecnologías ha aumentado considerablemente con el paso de los años. A continuación se describen estas nuevas tecnologías:

- **Unidad Zip:** Son unidades de discos removibles en cuyo interior se coloca un disco zip sobre una placa rígida, muy parecida a la de las unidades de discos duros (Lepe, 2005). Los discos zip son parecidos a los ya inexistentes disquetes o floppy disks, pero de tamaño un poco mayor, más robustos y con una mayor capacidad de almacenamiento de datos (100 MB, 250 MB y 750 MB). Sin embargo, debido a la necesidad de mayores capacidades de almacenamiento, su uso se ha ido sustituyendo por otros sistemas de almacenamiento. En la Figura 35 se muestra un disco zip y la unidad utilizada para su lectura y escritura.



Figura 35. Disco zip y su correspondiente unidad de lectura/escritura. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Memory Stick:** Es un formato de tarjeta de memoria desarrollado por la empresa Sony, que se utiliza en dispositivos portátiles como celulares y cámaras digitales. Su principal característica es que es removible, por lo que un memory stick puede utilizarse entre diferentes dispositivos si estos utilizan la misma versión, los dispositivos cuentan con un lector de tarjetas de memoria compatible o si se cuenta con un adaptador. En este caso se pueden mencionar a las computadoras portátiles, ya que muchas integran este tipo de lector mientras otras integran una conexión para uso del adaptador. El memory stick tiene una alta transferencia de datos y su capacidad de almacenamiento puede llegar hasta los 2 TB. En la Figura 36 se muestra un memory stick, mientras que en la Figura 37 se muestra su correspondiente adaptador.



Figura 36. Memory stick. - Tomado de Imágenes de Google.

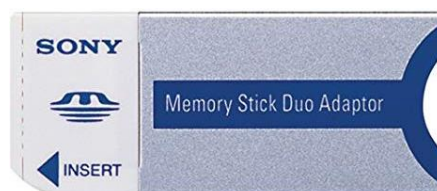


Figura 37. Adaptador de memory stick. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Discos portátiles USB:** Dentro de esta tecnología se encuentra el flash drive, que es un dispositivo que en su interior tiene integrada una memoria flash (Brien et al., 2008), con una interfaz USB. Su principal ventaja es su pequeño tamaño, lo cual facilita el traslado de información de una computadora a otra, en comparación con los discos duros. Esto los ha convertido es dispositivos de almacenamiento muy populares (Espineli & Niquidula, 2017), sin embargo, su capacidad de almacenamiento es mucho menor que la de un disco duro. Pueden almacenar hasta 2 TB de información y su costo aumenta con la capacidad del dispositivo. En la Figura 38 se muestra un ejemplo de un flash drive.



Figura 38. Flash drive. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Mini Disc:** Es un dispositivo con la forma de un CD, pero de menor tamaño, que utiliza una tecnología magneto-óptica y que está recubierta por una pequeña caja delgada, lo cual le brinda protección (DADC Austria, 1998). La tecnología utilizada por los mini discs consiste en una luz láser que enfoca sobre una capa magnética. Utiliza el método de acceso aleatorio, tiene una gran durabilidad y para poder utilizarlo es necesario colocarlo en una unidad de mini disc. En la Figura 39 se muestra un mini disc.

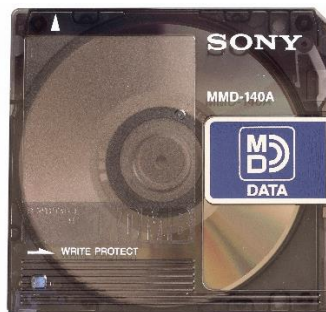


Figura 39. Mini disc. - Tomado de Imágenes de Google.

Capítulo IV: Entrada/Salida

Dispositivos Externos – Periféricos

Los periféricos son dispositivos electromecánicos y electromagnéticos de gran complejidad, que bajo el control directo de la computadora, pueden leer información almacenada en la memoria de esta para mostrar salidas o introducir datos para que sean procesados (Mano, 1993). Sin los periféricos, la computadora no podría recibir datos de su entorno y mostrar resultados a partir de ellos.

Cuando se habla sobre los periféricos es importante tomar dos aspectos en cuenta, como señala (Stallings, 2016):

1. Desde el punto de vista funcional, estos dispositivos forman parte de la jerarquía de memoria.
2. Desde el punto de vista estructural, estos dispositivos son controlados por los módulos de E/S.

Categorías

(Stallings, 2016) organiza a los periféricos en tres grandes categorías:

- I. De interacción con los humanos:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con el usuario. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es la impresora.
- II. De interacción con la máquina:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con el equipo. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es el disco magnético.
- III. De comunicación:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con otros dispositivos de forma remota. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es el módem.

Señales de comunicación

Las señales de comunicación conforman la interfaz entre el periférico y el módulo E/S. Se pueden distinguir tres tipos de señales de comunicación, las cuales se describen a continuación basado en la definiciones de (Stallings, 2016) y (Mano, 1993):

- **Control:** Activan el periférico y le indican qué función realizar, es decir, funciones como envío y recepción de datos, reporte de su estado o ejecución de alguna función de control.
- **Estado:** Indican el estado del dispositivo y de la interfaz, para detectar errores antes de iniciar la transferencia de datos desde y hacia el periférico.
- **Datos:** Puede ser de dos tipos: 1) *de salida de datos*, que causa que la interfaz responda a través de la transferencia de datos desde el bus hacia uno de sus registros y 2) *de entrada de datos*, que causa que la interfaz reciba datos desde el periférico para luego almacenarlos en el registro de la CPU.

Tipos básicos

- **Teclado:** Se compone de teclas que al presionarse utilizan métodos mecánicos o electromagnéticos (Tanenbaum & Austin, 2013), para que el usuario produzca entrada de datos en la computadora. Los teclados también son un componente de las computadoras personales y tienen la misma función. Los datos que se introducen con este dispositivo producen salidas en el monitor. En la Figura 40 se muestra un teclado.



Figura 40. Teclado. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Ratón:** Es una pequeña caja de plástico que al moverse sobre una superficie plana, un puntero se mueve en el monitor (Tanenbaum & Austin, 2013). Esto le permite al usuario ver el movimiento del puntero. El ratón tiene, generalmente, tres botones que permiten seleccionar objetos que aparecen en la pantalla. Se distinguen tres tipos de ratones, clasificados según la tecnología utilizada para su funcionamiento: 1) mecánicos, 2) ópticos y 3) una combinación de los

mecanismos anteriores: óptico-mecánicos. En la Figura 41 se puede observar un ratón, el cual se considera un dispositivo de entrada.



Figura 41. Ratón. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Monitor:** El monitor muestra los datos que provee la computadora una vez que estos se han procesados, por lo que este es considerado un dispositivo de salida. Los monitores muestran las salidas por medio de pixeles, los cuales son puntos de colores que componen a todas la imágenes digitales (Tanenbaum & Austin, 2013). En la Figura 42 se muestra un monitor.



Figura 42. Monitor. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Impresora:** Provee la posibilidad de obtener un registro permanente en papel de texto o imágenes (Tanenbaum & Austin, 2013) que son resultado del procesamiento de datos ejecutado por la computadora, esto convierte a la impresora en un dispositivo de salida. Existen diferentes tipos de impresoras y entre las más comunes están la impresora láser, la de inyección de tinta, la de matriz de puntos y los plotters, los cuales permiten la impresión de imágenes vectoriales. En la Figura 43 se puede observar una impresora, mientras que en la Figura 44 se muestra un plotter.



Figura 43. Impresora. - Tomado de Imágenes de Google.



Figura 44. Plotter. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Escáner:** Permite enviar imágenes de un papel hacia la computadora, lo cual lo convierte en un dispositivo de entrada. Aunque otros periféricos pueden servir para este propósito, el escáner es menos costoso y más conveniente (Englander, 2009). Se pueden distinguir tres tipos de escáneres, los cuales difieren en la forma en la que se mueve el dispositivo con respecto al papel: 1) de superficie plana, 2) alimentado por hojas y 3) de uso manual. En la Figura 45 se muestra un escáner de superficie plana.



Figura 45. Escáner. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Bocinas y micrófono:** Las bocinas son dispositivos de salida que amplifican la salida del sonido de audio o video, transmitido desde la computadora. Estos necesitan de energía eléctrica para funcionar y pueden obtener a través de baterías, por su conexión a la energía eléctrica o por su conexión a la computadora a través de una conexión USB. Por otro lado, el micrófono es un dispositivo de entrada de sonidos, que puede utilizarse para grabación de voz, reconocimiento de voz o para comunicarse con otros usuarios. En la Figura 46 se muestra un ejemplo de bocina y de micrófono.



Figura 46. Bocina y micrófono. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Otros:** Los dispositivos descritos anteriormente son los periféricos que usualmente se utilizan con la computadora, para poder ejecutar la entrada y salida de datos. Sin embargo, existen otros periféricos que realizan estas mismas funciones y a continuación se describen algunos de ellos.
 - **Módem:** Del inglés *MOdulator DEModulator*, es un dispositivo de telecomunicación que transforma señales digitales en señales analógicas (modulación) y viceversa, es decir, de señales analógicas a señales binarias (demodulación). Estas señales se envían a través de una línea telefónica que es el medio que permite la comunicación con una red de computadoras. En la Figura 47 se muestra un módem.



Figura 47. Módem. - Tomado de Imágenes de Google.

- **Pantalla táctil:** Tienen la misma función de un monitor convencional, es decir, funcionar como un dispositivo de salida para mostrar salidas. Sin embargo, presenta una función adicional como dispositivo de entrada, ya que el usuario puede tocar la pantalla con el dedo o con una pluma stylus, para realizar la entrada de datos o para controlar lo que se muestra en la pantalla. Como explica (Tanenbaum & Austin, 2013), cuando el dedo o la pluma stylus tocan la pantalla, un sensor detecta esta señal y las procesa como coordenadas. En la Figura 48 se muestra un monitor con pantalla táctil.



Figura 48. Pantalla táctil. - Tomado de Imágenes de Google.

Módulos de E/S

Los módulos de E/S es requerido para comunicar los periféricos con el sistema de la computadora. Considerando esto, (Stallings, 2016) indica dos funciones principales de los módulos de E/S:

1. Servir como interfaz entre el procesador y la memoria, a través del sistema de buses.
2. Servir como interfaz entre uno o más periféricos a través del enlace específico de datos.

En la Figura 49 se muestra un modelo genérico de un módulo de E/S.

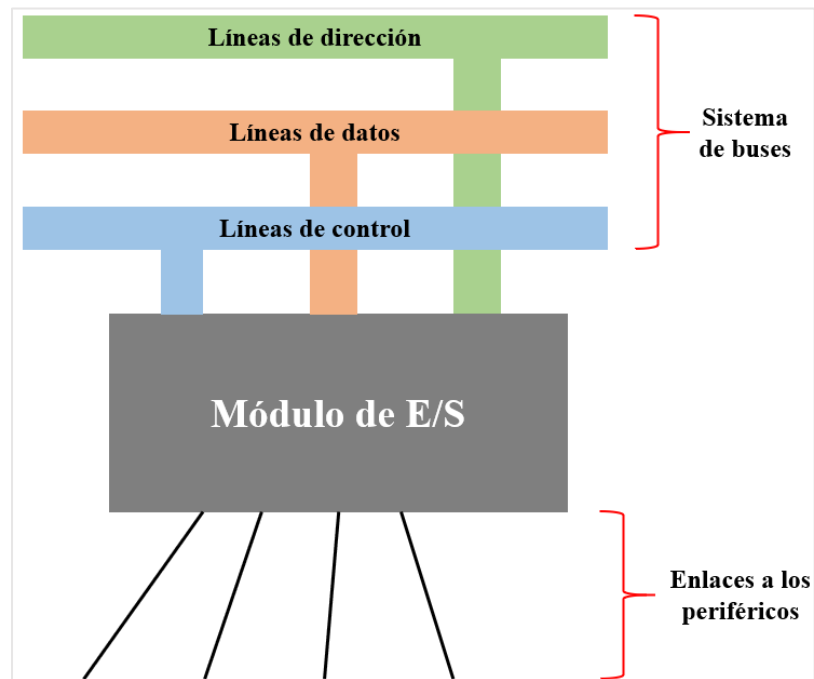


Figure 49. Modelo genérico de un módulo E/S. - Adaptado de (Stallings, 2016).

Funciones

Las funciones de los módulos de E/S se categorizan de la siguiente manera, con en lo descrito por (Stallings, 2016):

- **Control y temporización:** Consiste en la coordinación del flujo de datos entre el dispositivo y los recursos internos de la computadora.
- **Comunicación con el procesador:** Corresponde al intercambio que ocurre entre el procesador y el dispositivo e incluye:
 - **Decodificación de comandos:** El módulo E/S recibe comandos enviados por el procesador, los cuales llegan como señales en el bus de control.
 - **Datos:** Hay intercambio de información entre el procesador y el módulo E/S, a través del bus de datos.
 - **Reporte de estados:** Debido a que los periféricos tienen una lenta velocidad de transmisión, el módulo E/S debe dar a conocer su estado porque así se verifica si el módulo está ocupado o preparado para ejecutar una orden. Además, de esto algunas señales pueden indicar si hay errores.

- **Reconocimiento de direcciones:** Cada dispositivos de E/S tiene una dirección que debe ser reconocido por el módulo para poder controlar el periférico.
- **Comunicación con el dispositivo:** Es intercambio de comandos, estados y datos que ejecuta el módulo E/S con el dispositivo.
- **Almacenamiento temporal de datos:** Debido a que cada dispositivo tiene velocidades de transferencia distintas, los datos que envía la memoria se almacenan de forma temporal en el módulo E/S para evitar mantener a la memoria ocupada.
- **Detección de errores:** No sólo se debe reconocer la presencia de errores físicos o lógicos, sino también informar al procesador sobre ellos.

Estructura

La estructura del módulo se compone de un conjunto de líneas que permiten su conexión con el resto de la computadora. Estas líneas son como las líneas que conforman el sistema de buses, ya que las líneas pueden ser de datos, de control o de dirección.

El módulo cuenta con dos tipos de registros: 1) los registros de datos, que almacenan de forma temporal los datos transferidos hacia y desde el módulo y 2) los registros de estado/control, que proveen información sobre el estado del módulo e información de control desde el procesador. Los registros utilizan a las líneas de datos.

Además de las líneas, el módulo cuenta con una lógica de E/S que interactúa con el procesador a través de las líneas de control. Por estas líneas, el procesador envía comandos hacia el módulo. De igual manera, hay líneas de dirección que le permiten al módulo asociar los dispositivos con las direcciones que genera o reconoce. Cada módulo E/S tiene una dirección única o un conjunto único de direcciones.

En la Figura 50 se muestra un diagrama de bloque que representa la estructura de un módulo E/S.

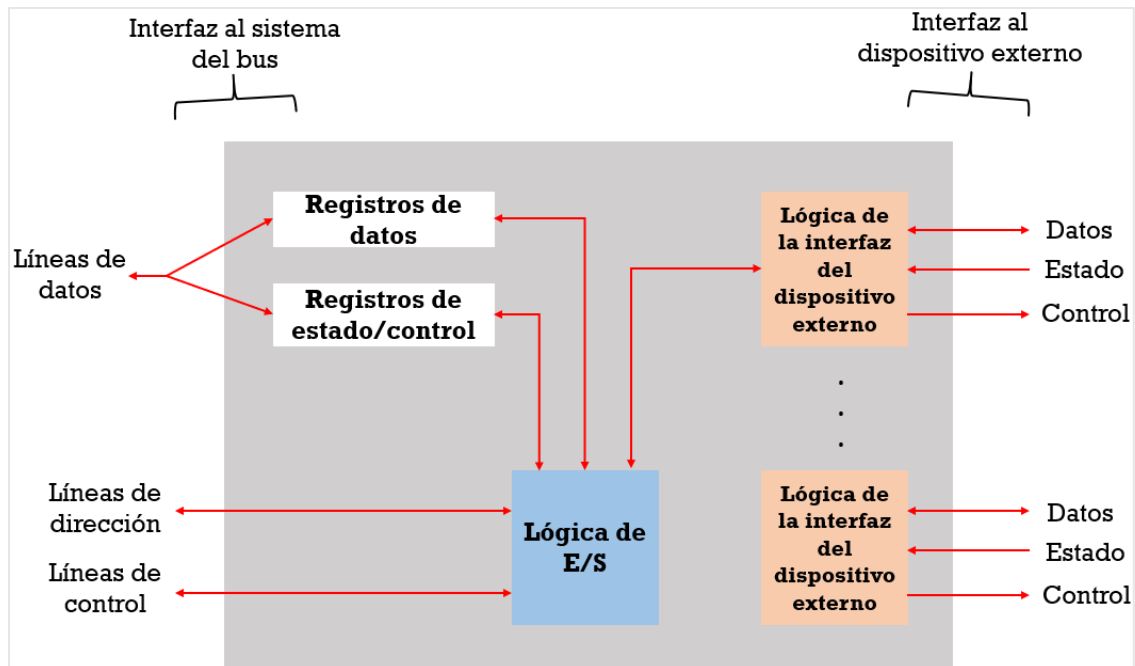


Figure 50. Estructura de un módulo E/S. - Adaptado de (Stallings, 2016).

E/S Programada

Es una de las técnicas utilizadas para la ejecución de las operaciones de E/S y consiste en el intercambio de datos entre el procesador y el módulo E/S. El procesador obtiene el control de la operación de E/S y brinda información sobre el estado del dispositivo, transfiere datos y envía señales sobre comandos de lectura y escritura. Cuando un comando es emitido por el procesador, este debe esperar que se termine de ejecutar la operación de E/S. (Stallings, 2016)

Como señala (Null & Lobur, 2003), en la E/S programada, al menos uno de los registros es dedicado para uso del dispositivo E/S y este registro es continuamente controlado por la CPU, en espera de la llegada de datos. Esta técnica utiliza comandos e instrucciones que se describirán a continuación.

Órdenes de E/S

Son comandos que permiten la ejecución de las instrucciones concernientes a la dirección del módulo y el dispositivo E/S. Estos comandos son enviados por el procesador hacia el módulo E/S y a continuación se describen, basado en las definiciones de (Stallings, 2016):

- **Control:** Activa el periférico y le indica qué debe hacer; son específicos para cada tipo de periférico.
- **Prueba:** Comprueba distintas condiciones de estados, las cuales se asocian con el módulo E/S y sus periféricos. Esto incluye verificar si una operación de E/S ha sido completado sin errores o si el dispositivo está disponible para ser utilizado.
- **Lectura:** El módulo E/S obtiene datos desde el periférico y luego los almacena en el registro de datos, para que sean utilizados por el procesador. Para ello, el procesador solicita que el módulo coloque los datos en el bus de datos.
- **Escritura:** El módulo E/S envía datos al periférico, desde el bus de datos.

Instrucciones de E/S

[28 indica que las instrucciones que el procesador obtiene de la memoria se relacionan estrechamente con los comandos que el procesador transmite al módulo E/S y cada instrucción depende de la manera en que se direcciona cada dispositivo. A cada dispositivo conectado a un módulo E/S se le asigna una dirección única que el procesador utiliza para el envío de comandos a ese dispositivo.

En el caso de que el procesador, la memoria principal y el módulo E/S compartan un solo bus, se pueden identificar dos modos de direccionamiento, como los describe (Stallings, 2016):

- **E/S asignada a memoria:** El procesador toma los registros de estado y de datos del módulo E/S como posiciones de memoria; las instrucciones permiten acceder tanto a la memoria como a los dispositivos E/S.
- **E/S aislada:** Los puertos de E/S sólo puede ser accedidos por comandos especiales que activan las líneas de comandos en el bus. En este caso, el espacio de la dirección para el dispositivo E/S está aislado de la memoria.

E/S mediante Interrupciones

En la técnica de E/S mediante interrupciones, el dispositivo le avisa a la CPU que tiene datos para enviar (Null & Lobur, 2003). Por otro lado, como señala (Stallings, 2016), si se compara esta técnica con la de E/S programa se obtiene un mejor rendimiento del

sistema, ya que en la E/S mediante interrupciones no se requiere comprobar continuamente el estado del módulo E/S.

Procesamiento

Considerando la definición de la técnica de E/S mediante interrupciones, es importante mencionar que la CPU ejecuta otras tareas hasta que un dispositivo E/S le envíe una solicitud de servicio y la interrumpa (Null & Lobur, 2003). A continuación se muestran los pasos que componen el procesamiento esta técnica, basado en lo descrito por (Stallings, 2016):

1. El dispositivo E/S o el controlador de un periférico envía una señal de interrupción al procesador.
2. El procesador finaliza la ejecución de la instrucción actual.
3. El procesador le envía al dispositivo una señal de reconocimiento de la interrupción.
4. El procesador almacena información sobre el programa en curso en el punto en el que se interrumpió, guarda los valores de los registros PSW y PC en una pila de control.
5. El procesador guarda en el registro PC la posición de inicio de la rutina que gestionará la interrupción solicitada.
6. Se guarda el resto de la información sobre el estado del procesador, ya que puede ser utilizada por la rutina de interrupción.
7. La interrupción es procesada por la rutina de gestión y analiza la información sobre el estado de la operación de E/S u otro evento que haya causado la interrupción. También se incluye el envío de señales adicionales como comandos o de reconocimiento al dispositivo.
8. Cuando se completa el proceso de interrupción, se toman los valores almacenados en la pila de control y se vuelven a almacenar en los registros correspondientes.
9. Se recuperan los valores que los registros PSW y PC tenían antes de la interrupción y la siguiente instrucción a ejecutar será del programa previo a la interrupción.

Aspectos de Diseño

Dos aspectos deben considerarse durante la implementación de la técnica E/S:

1. Cómo el procesador determinación cuál dispositivo envió la interrupción.
2. Cómo el procesador determina cuál interrupción procesar primero, en el caso de que ocurran múltiples interrupciones.

Para resolver estos problema, se pueden aplicar cuatro técnicas que se definen a continuación, basado en las descripciones de (Stallings, 2016):

- **Múltiples líneas de interrupción:** Se proporcionan varias líneas de interrupción entre el procesador y los módulos E/S, sin embargo, no es una técnica efectiva porque es probable que cada línea se conecte a múltiples módulos E/S y sería necesario aplicar alguna de las otras técnicas. Cuando ocurren múltiples interrupciones, el procesador atiende la interrupción en la línea con mayor prioridad.
- **Consulta a software:** Cuando el procesador detecta una interrupción, envía una señal a una rutina que se encarga de consultar a cada módulo E/S, con el fin de determinar cuál módulo produjo la interrupción. El inconveniente de esta técnica es que consumo mucho tiempo. Cuando ocurren múltiples interrupciones, se toma en cuenta el orden en el que se consultan los módulos.
- **Conexión en cadena:** Todos los módulos E/S comparten una sola línea de solicitud de interrupciones y cuando una interrupción es reconocida, se envía la señal de reconocimiento a todos los módulos de la línea de solicitud. El objetivo de esto es que la señal llegue al módulo que envió la interrupción. Cuando ocurren múltiples interrupciones, se toma en cuenta el orden de los módulos que reciben la señal de reconocimiento.
- **Arbitraje de bus:** El módulo E/S que quiere enviar la señal de interrupción, debe obtener el control del bus antes de enviar la interrupción. En consecuencia, la línea del bus puede ser utilizada por un módulo a la vez. Cuando ocurren múltiples interrupciones, el sistema de prioridad es igual al utilizado por la interfaz del bus.

Acceso Directo a Memoria

En la técnica de Acceso Directo a Memoria (DMA), el módulo E/S intercambia datos directamente con la memoria principal de la computadora (Stallings, 2016). Esto quiere decir, que a diferencia de las otras técnicas, el procesador no forma parte de las operaciones de E/S.

Inconvenientes de E/S programada y con interrupciones

(Stallings, 2016) identifica dos inconvenientes que presenta la utilización de las técnicas de E/S programa y de E/S mediante interrupciones:

1. La tasa de transferencia de E/S se limita a la velocidad de comprobación del procesador y el tiempo que le toma darle servicio al dispositivo.
2. El procesador debe dedicarse a la gestión de las transferencia de E/S, por lo que por cada transferencia se deben ejecutar transferencias de E/S.

Funcionamiento del DMA

Para el funcionamiento la técnica DMA, como explica (Stallings, 2016), es necesario un módulo adicional en el bus del sistema, el cual puede imitar el funcionamiento del procesador. El DMA utiliza el mismo bus que el procesador, siempre que este último no lo esté utilizando.

A continuación se resume el funcionamiento del DMA, basado en las descripciones hechas por (Stallings, 2016):

1. Cuando el procesador quiere leer o escribir un bloque de datos, este le envía al módulo DMA un comando con la siguiente información, como indica (Stallings, 2016):
 - La dirección del dispositivo E/S, que se envía a través de las líneas de datos.
 - La posición de inicio en la memoria desde la cual se ejecutará la lectura y escritura de datos, esto se envía a través de las líneas de datos y se almacena en el registro de direcciones del DMA.

- La cantidad de palabras de deben ser leídas o escritas, este valor se envía a través de las líneas de datos y se almacena en el registro contador de datos.
2. El DMA continua realizando las operaciones de E/S, mientras el procesador continúa ejecutando otras tareas.
 3. El DMA transfiere bloques de datos directamente desde y hacia la memoria principal.
 4. Cuando finaliza la transferencia, el módulo DMA envía una señal de interrupción al procesador.
 5. El DMA le cede el control al procesador y este utiliza los datos almacenados en la memoria.

Canales y Procesadores de E/S

Evolución

El avance de la tecnología ha contribuido al aumento de la complejidad de los distintos dispositivos E/S. En este sentido, se habla de una evolución, la cual puede resumirse de la siguiente manera (Stallings, 2016):

- ✓ La CPU controla de forma directa al periférico, principalmente en dispositivos controlados por un microcontrolador.
- ✓ Se utiliza un controlador o un módulo E/S y se utiliza, principalmente, la técnica de E/S programada sin interrupciones. Se utiliza esta misma configuración, pero con interrupciones.
- ✓ El módulo E/S utiliza la técnica DMA, de modo que el procesador sólo se involucra al inicio y al final del proceso.
- ✓ Hay una mejora en el módulo E/S, de modo que este se comporte como si fuese un procesador.
- ✓ El módulo E/S cuenta con una memoria local, lo cual implica que el procesador se involucre menos en el control de los dispositivos E/S.

Características

Un canal E/S es capaz de ejecutar instrucciones relacionadas a los dispositivos E/S, por lo que puede tener el control total de las operaciones de E/S (Stallings, 2016). Esto indica que el canal E/S toma el control de la transferencia de los datos.

Se pueden identificar dos tipos de canales, de acuerdo con (Stallings, 2016):

- **Canal selector:** Controla diferentes tipos de dispositivos de alta velocidad y si es necesario, se puede encargar de la transferencia de datos con alguno de estos dispositivos. En este tipo de canal se requiere de un *controlador*, que funciona como un módulo E/S.
- **Canal multiplexor:** Controla múltiples dispositivos E/S al mismo tiempo y dependiendo de la velocidad del dispositivo, se puede clasificar en:
 - **Multiplexor de byte:** Consiste en la transmisión de caracteres hacia múltiples dispositivos, tan rápido como sea posible. Se utiliza en dispositivos lentos.
 - **Multiplexor de bloque:** Consiste en intercalar bloques de datos de diferentes dispositivos; se utiliza en dispositivos de alta velocidad.

Arquitectura Apple vs. PC

Existen algunas diferencias entre la arquitectura utilizada en las computadoras que utilizan el sistema operativo macOS y los que utilizan el sistema operativo Windows. Debido a esto, conviene señalar las principales características de cada arquitectura, las cuales se resumirán a continuación.

- **Arquitectura PC**
 - ✓ Utiliza el sistema operativo Microsoft Windows, desarrollado por la compañía Microsoft Corporation.
 - ✓ Le permite a un solo usuario interactuar con el sistema operativo, con la posibilidad de ejecutar múltiples tareas a la vez.
 - ✓ El software del sistema operativo se separa en dos grandes capas, como señala (Stallings, 2005):

1. **Modo núcleo:** Parte del software que puede acceder a los datos del sistema y al hardware. Dentro de este se encuentra el núcleo que contiene los componentes principales del sistema operativo.
 2. **Modo usuario:** Parte del software que está orientado a las aplicaciones que utiliza el usuario. En este modo se tiene un acceso limitado a los datos del sistema.
- ✓ Se basa en una *arquitectura micronúcleo modificada*, lo cual quiere decir que cada una de las funciones es gestionada por un solo componente del sistema operativo (Stallings, 2005). Debido a esto, Windows es considerado un sistema modular.
- **Arquitectura Mac**
 - ✓ Utiliza el sistema operativo macOS, desarrollado por la empresa Apple Inc.
 - ✓ Se basa en la *multitarea apropiativa*, que consiste en la asignación de periodos de ejecución a los procesos (Apple Computer Inc., 2001).
 - ✓ A cada proceso se le asigna un *espacio de dirección*, de modo que estos no comparten memoria. Cada espacio de dirección está protegido, ya que ninguna otra aplicación puede modificar o acceder a la memoria (Apple Computer Inc., 2001).
 - ✓ El núcleo tiene su propio espacio de dirección y ninguna aplicación puede modificar la memoria del software del sistema.
 - ✓ El núcleo se compone de tres partes, definidas de acuerdo con las definiciones de (Apple Computer Inc., 2001):
 1. **Mach:** Gestiona los recursos del procesador. Está basado en una arquitectura modular.
 2. **BSD:** Provee las aplicaciones y servicios que utiliza el usuario como archivos del sistema, comunicación entre redes y políticas básicas de seguridad.
 3. **Kit E/S:** Provee un marco de referencia para el desarrollo de controladores para diversos dispositivos.

Bibliografía

- Abd-El-Barr, M., & El-Rewini, H. (2005). Fundamentals of Computer Organization and Architecture. In *Fundamentals of Computer Organization and Architecture*. <https://doi.org/10.1002/0471478326>
- Adaptec Inc. (1999). *Guía de referencia del usuario.Tarjeta SCSI 39160*.
- Apple Computer Inc. (2001). *Inside Mac OS X Performance*. (March).
- Baba, A. (2019). *Computer Architecture Von-Neumann vs Harvard*. (February).
- Brien, K. O., Salyers, D. C., Striegel, A. D., & Poellabauer, C. (2008). *Power and performance characteristics of USB flash drives Power and Performance Characteristics of USB Flash Drives*. (July). <https://doi.org/10.1109/WOWMOM.2008.4594868>
- Casey, J. (2015). *Computer Hardware: Hardware Components and Internal PC Connections*.
- Chevtchenko, S. F., & Vale, R. F. (2015). *A Comparison of RISC and CISC Architectures*.
- DADC Austria. (1998). *Minidisc manual*.
- Dandamudi, S. P. (2003). *Fundamentals of Computer Organization and Design (Google eBook)*. 1060. <https://doi.org/10.1002/0471478326>
- Englander, I. (2009). *The Architecture Of Computer Hardware, Systems Software, & Networking An Information Technology Approach 4th Edition*.
- Espineli, J. D., & Niquidula, J. (2017). *INFORMATION THEORY IN USB FLASH MEMORY DEVICE*. (April), 1–6.
- Facultad de Informática UCM. (2011). Tema 10: Buses de comunicación. *Estructura de Computadoras*, pp. 1–20. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300322>
- Gilster, R. (2001). *PC Hardware: A Beginner's Guide*.
- Guijarro, A., García, P., & Yanza, Á. (2018). *Organización y arquitectura computacional. Un enfoque práctico*.

- IBM. (2010). *Soluciones de almacenamiento | McPhy*. Retrieved from <https://mcphy.com/en/our-products-and-solutions/storage-solutions/>
- Islam, M. (2017). *8086 Architecture*.
- Knoblauch, M., López, Ó., & Clemente, J. (2014). *Sistemas operativos avanzados: Memoria virtual* (pp. 1–41). pp. 1–41.
- Lee, J., Kr, D., Chan, H., Kr, J., & Koh, J. S. (2016). *United States Patent US 9,198,314 B2*. 2(12).
- Lepe, A. (2005). *Manual de Procedimiento: Dispositivos de almacenamiento y transportación de datos*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/110.21043/equilibrium.v3i2.1268>
- Long, L., & Long, N. (1999). *Introducción a las computadoras y a los sistemas de información*.
- Mano, M. M. (1993). *Computer system architecture* (Vol. 3).
- Manonellas, G. E. (2013). *Sistema de memoria*.
- Masood, F. (2011). *RISC and CISC. Computer Architectu*.
- Mendías Cuadros, J. M. (2000). *Estructura y Tecnología de Computadores Módulo D . Buses del computador*.
- Norton, P. (2006). *Introducción a la computación*.
- Null, L., & Lobur, J. (2003). *The Essentials of Computer Organization and Architecture*.
- Orenga, M. A., & Manonellas, G. E. (2017). El procesador. *Universitat Oberta de Catalunya*, 1–42. Retrieved from https://docplayer.es/21731475-El-procesador-miquel-albert-orenga-gerard-enrique-manonellas-pid_00177072.html
- Pfaffenberger, B. (1990). *Que's computer user's dictionary*. Que Corp.
- Profeco. (2011). Estudio de calidad: discos duros externos. *Revista Del Consumidor*, pp. 48–56.

- Rebollo, M. (2014). *La memoria*. (October).
- Stallings, W. (2005). *Sistemas operativos Aspectos internos y principios de diseño. 5ta. Edición*. Retrieved from <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/SistemasOperativos.pdf>
- Stallings, W. (2010). *Computer Organization and Architecture. Eighth Edition*.
- Stallings, W. (2016). *Computer Organization and Architecture. Tenth Edition*.
- Tanenbaum, A. S., & Austin, T. (2013). *Structured Computer Organization. Sixth Edition*.
- Technical Committee SD Card Association. (2017). *SD Specifications Part 1 Physical Layer Simplified Specification*.
- Truex, M. M. (1985). *United States Patent (19)*.
- Tutorialspoint.com. (2013). *Assembly Language Tutorial*.
- Vélez Martínez, C. (2013). *Cápsula TI: Dispositivos periféricos* (pp. 1–2). pp. 1–2.
- Villa Cuetos, L., Alonso Murias, D., & García Camporro, D. (2011). *RAID*.
- Zlatanov, N. (2016). *Computer Busses, Ports and Peripheral Devices*. (February).

Anexos 1: Pruebas Rápidas

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #1

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. La _____ corresponde a los elementos lógicos de la computadora, mientras que la _____ se refiere a los componentes físicos.

2. Se pueden distinguir tres tipos de registros generales:

- a) _____: Accede a la memoria y almacena direcciones.
- b) _____: Almacena datos que pueden ser instrucciones o datos del operando, obtenidos durante el ciclo de ejecución.
- c) _____: Guarda el resultado de la última operación realizada por la ALU.

3. Nombre del circuito que ejecuta operaciones aritméticas y lógicas, con números enteros y reales: _____.

4. Indique el nombre de las siguientes unidades funcionales de la computadora:

- a) _____: Componente principal de la computadora que controla su operación y ejecuta el procesamiento de datos.
- b) _____: Componente controla todas las funciones que se llevan a cabo dentro del procesador y le indica a la ALU sobre cuál operación aritmética y lógica debe realizarse.
- c) _____: Área de almacenamiento local y temporal para los datos provenientes de la RAM.

5. La computadora utiliza recursos interconectados que trabajan de forma coordinada para realizar procesos que consisten en cuatro funciones básicas: _____, _____, _____ y _____.

II Parte. Desarrollo.

1. ¿Cuál es la diferencia entre la arquitectura Von Neumann y la arquitectura Harvard?

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #2

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. Según su función y modo de acceso, la memoria interna se puede clasificar en:
_____, _____ y
_____.

2. Mencione tres ejemplos de memoria externa: _____,
_____ y _____.

3. La Unidad de Interfaz del Bus se divide según la jerarquía de los buses y estos pueden ser: _____,
_____ y _____.

4. Indique el nombre de los siguientes registros de estados:

- a) _____: Contiene los datos que se van a escribir en memoria o los que se han leído más recientemente.
- b) _____: Contiene la dirección de una ubicación en memoria.
- c) _____: Contiene la instrucción extraída más recientemente.
- d) _____: Contiene la dirección de una instrucción que se va a extraer.

II Parte. Desarrollo.

1. Mencione las seis banderas o flags más comunes que utiliza el registro de estados.

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #3

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. Mencione dos tipos de tarjetas de expansión: _____ y _____.

2. Elemento interno de la computadora que es una tarjeta que tiene un circuito integrado y a la cual se conectan otras partes internas de la computadora: _____.

3. Programa instalado dentro de la memoria ROM, cuya función es iniciar la computadora cuando esta recibe energía eléctrica: _____.

4. Los elementos que controlan la energía eléctrica que la computadora necesita para su funcionamiento son: _____, _____ y _____.

5. Mencione las tres categorías en las que se clasifican los periféricos: _____, _____ y _____.

II Parte. Desarrollo.

1. Mencione los cinco requerimientos para los módulos de E/S.

2. ¿Cuál es la diferencia entre la arquitectura CISC y la arquitectura RISC?

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #4

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Cierto (C) y falso (F).

1. ____ Durante el ciclo de ejecución, la instrucción leída se carga en el registro PC.
2. ____ Todos los módulos de la estructura de interconexión pueden realizar los procesos de lectura y escritura.
3. ____ Durante el ciclo de captación, el procesador incrementa el valor contenido por el registro PC después de la lectura de cada instrucción.
4. ____ Los módulos que forman parte de la estructura de interconexión son el procesador y la memoria, solamente.
5. ____ El módulo que controla los dispositivos externos que se conectan a la computadora es el procesador.
6. ____ Durante el ciclo de instrucción, se pueden distinguir cuatro tipos de interrupciones: programa, E/S, falla de hardware y temporizador.
7. ____ El funcionamiento del computador consta de dos procesos: captación y ejecución.
8. ____ Los módulos E/S intercambian datos con el procesador y transforman la información en señales codificadas.
9. ____ El módulo de memoria consta de N cantidad de palabras de diferente longitud y a cada una se le asigna una dirección numérica única.
10. ____ Una interrupción es una señal enviada por un dispositivo distinto al procesador.

II Parte. Desarrollo.

1. Haga un diagrama que represente un ciclo de instrucción con interrupciones.

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #5

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Cierto (C) y falso (F).

1. ____ El bus de control puede transmitir dos tipos de señales: de sincronización y comandos.
2. ____ En un bus con temporización de tipo síncrona, las actividades son gestionadas por un reloj.
3. ____ La estructura de bus puede presentar dos tipos de métodos de arbitraje: centralizado y descentralizado.
4. ____ El bus de control designa la fuente y el destino de los datos en el bus de datos.
5. ____ En la arquitectura de altas prestaciones hay un bus local, un bus de expansión y un bus de alta velocidad.
6. ____ Todos los buses pueden realizar transferencias de datos de tipo lectura y escritura.
7. ____ Un bus con temporización de tipo asíncrona puede ser compartido por varios dispositivos sin importar la rapidez de la tecnología del dispositivo.
8. ____ El bus de datos se compone de un número variable de líneas separadas (32 o 64) que transmiten un bit a la vez.
9. ____ El objetivo de la jerarquía de buses es resolver la disminución del rendimiento total del sistema y la incompatibilidad de los dispositivos con el bus.
10. ____ El rendimiento general del sistema depende de la anchura del bus de datos y del bus de dirección.

II Parte. Desarrollo.

1. Mencione cuatro tipos de interfaces de buses.
2. Mencione y describa los dos tipos de buses que pueden se pueden distinguir.

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #6

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. La memoria interna puede presentar dos métodos de acceso a los datos: _____ y _____.

2. La memoria caché puede utilizar tres técnicas de correspondencia para relacionar una posición en ella con su correspondiente dirección en la memoria principal. Estas técnicas son: _____, _____ y _____.

3. Es un tipo de memoria en la que sólo se puede realizar el proceso de lectura: _____.

4. Es un tipo de memoria en la que se almacenan datos e instrucciones de los programas en ejecución, de forma temporal: _____.

5. El rendimiento que puede ofrecer la memoria interna depende de tres parámetros: _____, _____ y _____.

6. Tipo de memoria que se encuentra entre el procesador y la memoria principal, con un tiempo de acceso y un tamaño más pequeño que el de la memoria principal: _____.

7. Mencione un tipo de memoria RAM: _____.

8. Mencione un tipo de memoria ROM: _____.

II Parte. Desarrollo.

1. Mencione y describa las políticas de escritura que utiliza la memoria caché.

2. Indique la ecuación que describe la tasa de fallos de las técnicas de correspondencia utilizadas por la memoria caché.

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #7

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. Dispositivo de almacenamiento extraíble que requiere de una luz láser para ejecutar las operaciones de lectura y escritura de datos: _____.

2. El rendimiento de un disco magnético puede medirse con los siguientes parámetros: _____, _____, _____ y _____.

3. Mencione tres ejemplos de formatos de memoria óptica: _____, _____ y _____.

4. Los discos magnéticos organizan los datos en una serie de anillos concéntricos denominados: _____.

5. Dispositivo que utiliza discos magnéticos con una cinta de poliéster de superficie magnética, sobre la cual se guarda la información: _____.

6. Mencione tres características físicas que distinguen a los discos magnéticos: _____, _____ y _____.

II Parte. Desarrollo.

1. ¿Qué es una memoria externa?

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #8

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto

Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. La comunicación entre un periférico y el módulo E/S puede presentar tres tipos de señales que son: _____, _____ y _____.

2. El módulo E/S consta de dos tipos de registros que son: _____ y _____.

3. Mencione un ejemplo para cada punto indicado a continuación:

a) Un dispositivo de entrada: _____.

b) Un dispositivo de salida: _____.

c) Un dispositivo de entrada/salida: _____.

4. Los periféricos se clasifican en tres categorías que son: _____, _____ y _____.

5. Mencione cuatro funciones de los módulos de E/S:

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

II Parte. Desarrollo.

1. ¿Qué son los periféricos?

Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Organización y Arquitectura de Computadoras

Prueba #9

Nombre: _____ Cédula: _____ Grupo: _____

Profesor: Dr. Carlos A. Rovetto Puntos Obtenidos: _____ /

I Parte. Llene los espacios.

1. La órdenes de E/S son las siguientes:

- a) _____: El módulo E/S obtiene datos desde el periférico y luego los almacena en el registro de datos, para que sean utilizados por el procesador. lectura
- b) _____: El módulo E/S envía datos al periférico, desde el bus de datos. escritura
- c) _____: Comprueba distintas condiciones de estados, las cuales se asocian con el módulo E/S y sus periféricos. prueba
- d) _____: Activa el periférico y le indica qué debe hacer; son específicos para cada tipo de periférico. Control

2. Las instrucciones de E/S pueden presentar dos modos de direccionamiento:
_____ y _____.

3. Los canales E/S pueden ser de dos tipos: _____ y _____.

4. Se pueden distinguir tres técnicas para ejecutar las operaciones de E/S. Estas técnicas son: _____, _____ y _____.

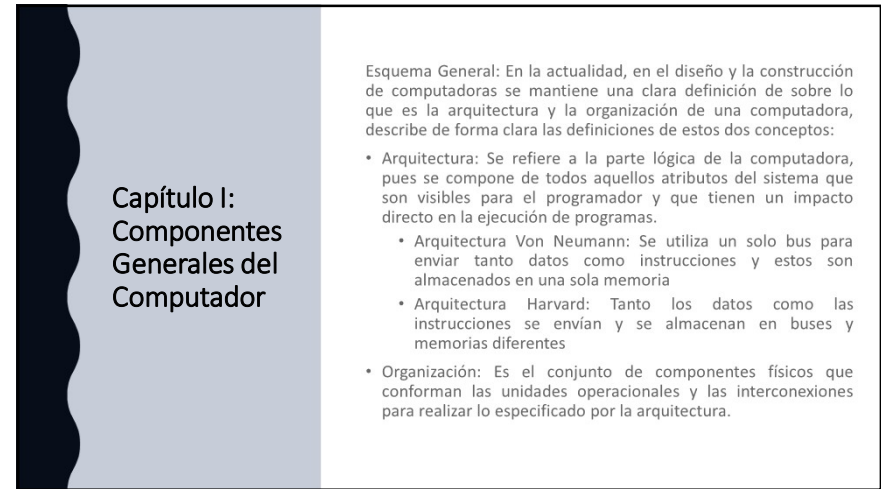
II Parte. Desarrollo.

- 1. Mencione las cuatro técnicas que se pueden utilizar para resolver los problemas en la implementación de la técnica E/S.

Anexos 2: Presentaciones



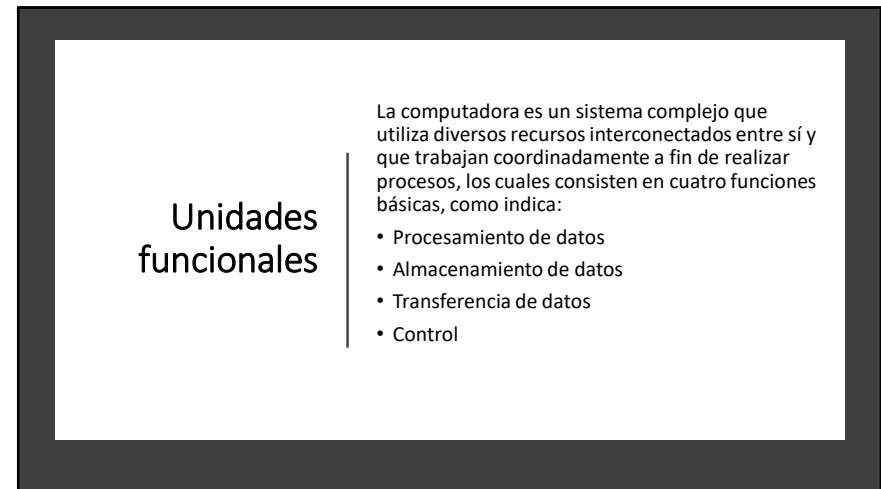
1



3



2



4

Basados en las funciones básicas, se puede establecer la siguiente lista de unidades funcionales de la computadora:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU): Es el componente principal de una computadora, pues controla la operación de la computadora y ejecuta el procesamiento de datos que producirá una salida que podrá ser almacenada por una aplicación o visualizada en la pantalla.
- Unidad de Interfaz del Bus: Es la parte del procesador que permite la interconexión con el resto de la computadora y tiene la función de mover información sobre el bus de datos del procesador.
- Memoria: Su función es almacenar los datos que son producto de la ejecución de un programa y las operaciones que realiza la computadora. Existen distintos tipos de memoria: registros, caché, ROM, RAM, entre otras.
- Unidades de entrada/salida (E/S): Estos componentes son los de mayor tamaño en la computadora y se dividen de la siguiente manera: *Dispositivos de entrada, Dispositivos de salida, Dispositivos de almacenamiento*
- Tarjeta madre o placa base: Es una placa que tiene un circuito impreso y este es la base de una computadora, ya que permite la comunicación de todos los componentes de hardware.
- Unidad de control (CU): Este componente controla todas las funciones que se llevan a cabo dentro del procesador y le indica a la *unidad aritmética lógica (ALU)* sobre cuál operación aritmética y lógica debe realizarse.
- Registros: Es un área de almacenamiento local y temporal para los datos provenientes de la RAM, los cuales dan instrucciones al procesador para la ejecución, y los datos provenientes del procesador, después de ser procesados. *Registros internos, Registros externos*
- Tarjetas de expansión: También llamada puerto de expansión, es una conexión que se encuentra dentro del ordenador en la placa base.

5

Unidad Central de Procesamiento – CPU

La unidad central de procesamiento o CPU, también denominada *procesador* o *microprocesador*, cumple las funciones de ejecución e interpretación de un sistema informático y esto hace que pueda considerarse como un componente complejo.

La estructura de la CPU se compone de una serie de otros componentes que trabajan en conjunto para el llevar a cabo el procesamiento de operaciones.

7

Proceso de Arranque – POST

El proceso de arranque o Power On Self Test (POST) consiste en la ejecución de un conjunto de instrucciones contenidas en la BIOS (Basic Input Output System), que diagnostican y comprueban que el hardware está completo y en buen funcionamiento, antes de que la BIOS inicie un arranque real.

Por este motivo, el POST se considera una autoprueba de encendido y luego de este proceso, procede a realizar otras pruebas a medida que se inicia el proceso de arranque.

6

Unidad Central de Procesamiento – CPU

- Unidad de Ejecución: Controla las operaciones del CPU y por consiguiente, a la computadora. Esto quiere decir que realiza operaciones y cálculos según las instrucciones de un programa informático, por lo que sus funciones se pueden resumir como indica: decodificación y ejecución de instrucciones.
 - Registros Generales: También denominados registros de propósito general, son los operandos en la ejecución de instrucciones y pueden funcionar en el almacenamiento temporal de datos o direcciones.
 - Registro de datos: Almacena datos que pueden ser instrucciones o datos del operando, ambos obtenidos durante el ciclo de ejecución.
 - Registro de direccionamiento: Enlazan la CPU con el canal de direcciones y cuando sucede el acceso a la memoria, la dirección es colocada en la MAR por la unidad de control y esta permanecerá ahí hasta que se complete la transacción.
 - Registro acumulador: Guarda el resultado de la última operación realizada por la ALU.

8

Unidad Central de Procesamiento – CPU

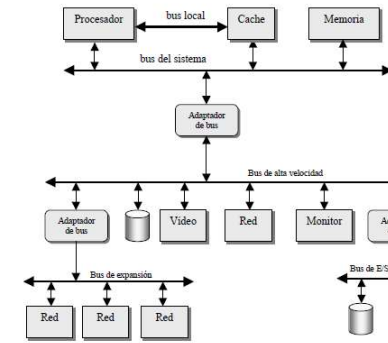
- **Unidad de Control:** La unidad de control o CU (Control Unit), es un decodificador de instrucciones leídas en memoria y a partir de esto, genera señales de control.
- **Unidad Aritmética Lógica:** La unidad aritmética lógica o ALU (Arithmetic Logic Unit), es un circuito que posibilita la ejecución de operaciones aritméticas y lógicas, tanto con número enteros como con número reales.
 - **Números enteros:** Se representan en notación de signo magnitud, complemento a 1 y complemento a 2 (representación más comúnmente utilizada); todas en código binario
 - **Números reales:** Se representan en notación de punto fijo o en punto flotante.

9

Unidad de Interfaz del Bus

La unidad de interfaz del bus o *Bus Interface Unit (BIU)* es la responsable de realizar todas las operaciones de los buses. Un bus puede definirse como una vía de comunicación que interconecta varios dispositivos, por lo que este proporciona la interfaz adecuada para la transferencia de información entre las diferentes unidades de una computadora.

La BIU se divide según la jerarquía de los buses y estos pueden ser: bus del sistema, buses locales, buses de expansión o de E/S y bus de alta velocidad.



11

Unidad Central de Procesamiento – CPU

- **Registro de Estados (banderas):** El registro de estados almacena información sobre el estado del procesador, lo que se puede entender como el almacenamiento del resultado de la última operación realizada por la ALU describe cuatro registros que son esenciales para la ejecución de una instrucción, pues se utilizan para movilizar datos entre el procesador y la memoria:
 - Contador de programa (Program counter - PC) que contiene la dirección de una instrucción que se va a extraer.
 - Registro de instrucciones (Instruction register - IR) que contiene la instrucción extraída más recientemente.
 - Registro de dirección de memoria (Memory address register - MAR) que contiene la dirección de una ubicación en memoria.
 - Registro de datos de memoria (Memory buffer register - MBR) que contiene los datos que se van a escribir en memoria o los que se han leído más recientemente.
- Las banderas más comunes son:
 - Cero (Zero Flag - ZF): Indica cuando el resultado de una operación aritmética o de comparación es igual a cero.
 - Desbordamiento (Overflow Flag - OF): Indica que hay desbordamiento en el resultado de una operación aritmética.
 - Signo (Sign Flag - SF): Indica el signo del resultado de una operación aritmética.
 - Transporte (Carry Flag - CF): Indica si hay transporte en el resultado de una operación aritmética, ya sea dentro de una suma o cuando hay acarreo en una resta.
 - Interrupción (Interrupt Flag - IF): Determinar cuándo se habilitan o deshabilitan las interrupciones.
 - Dirección (Direction Flag - DF): Determina la dirección en la que se deben mover o comparar una cadena de datos.

10

Unidad de Interfaz del Bus

• Bus del Sistema

El bus del sistema o *backplane* es un bus que permite la interconexión entre la CPU y la memoria. El rendimiento de este bus puede disminuir si aumenta la cantidad de dispositivos conectados a él, lo cual puede ser debido a dos motivos: 1) por el aumento del retardo de propagación de las señales y 2) por el aumento de la demanda de acceso a los dispositivos

• Bus Local

A diferencia del bus del sistema, el bus local se caracteriza por tener menor longitud, ser más rápido y por adaptarse a la arquitectura específica del sistema para permitir un mayor ancho de banda entre el procesador y la memoria caché

• Bus de Expansión

Los buses de expansión, también denominados buses E/S, permiten la reducción del tráfico del sistema, de modo que sea más eficiente la transferencia entre el procesador y la memoria caché. Estos buses son independientes de la computadora y tienen sus propias características, además permiten la conexión de una gran variedad de periféricos siempre que estos sean compatibles.

• Bus de Alta Velocidad

Los buses de alta velocidad permiten la transferencia de datos a alta velocidad entre distintos controladores del sistema, lo que permite la reducción del uso de recursos. En otras palabras, estos buses tienen una alta tasa de transferencia de datos, lo que se traduce en una frecuencia en el envío y cantidad de datos.

12

Memoria

La memoria de una computadora es uno de sus componentes más importantes porque permite el almacenamiento de información relevante, tales como instrucciones y datos, que posteriormente puede ser consultada y utilizada.

Este sistema tiene una serie de características importantes que se describen a continuación, basándose en las descripciones de:

- **Localización:** Depende de su ubicación dentro de la computadora
- **Capacidad:** Se refiere al tamaño de la memoria y por consiguiente, hace referencia a la cantidad de información que puede almacenar.
- **Método de acceso:** Se refiere al método que utiliza la memoria para acceder a las diferentes posiciones de memoria
- **Organización de los datos:** Es la manera en la que las memorias en el chip del procesador y en la memoria interna organizan los datos, ya que las memorias externas utilizan otras formas de organización
- **Tiempo de acceso:** También llamado latencia, es la cantidad de tiempo que pasa desde que una dirección de memoria es visible para los circuitos hasta que el dato es almacenado o está disponible
- **Velocidad de transferencia:** Es el tiempo que pasa entre la lectura o escritura de un dato en la memoria.

13

Memoria

Memoria Secundaria o Externa: Como se mencionó anteriormente, la memoria externa corresponde a aquellos dispositivos de almacenamiento secundario, los cuales son gestionados por el sistema operativo a través del sistema de E/S. Este tipo de memoria puede clasificarse como:

Magnéticas: Dentro de esta clasificación están los discos y las cintas magnéticas. Los discos magnéticos son dispositivos conformados por un conjunto de platos con superficies magnéticas sobre las que se graba la información, además de tener cabezales de lectura y escritura que son accionados por motores eléctricos

Ópticas: Son dispositivos que utilizan luz láser para la lectura y escritura de la información sobre una superficie reflectora y su capacidad de almacenamiento puede ir desde los MB hasta los GB, dependiendo del tipo de soporte del dispositivo.

Nuevas tecnologías: En la actualidad, existen muchos otros tipos de memorias externas que han surgido como parte de la evolución de estos dispositivos.

- **Tarjetas SD (Secure Digital Card):** Es una tarjeta de memoria diseñada con propiedades específicas de seguridad, capacidad y ejecución.
- **Memoria USB:** Es un pequeño dispositivo que tiene integrado una interfaz USB (Universal Serial Bus) y generalmente se utilizan para el almacenamiento de datos, para realizar copias de respaldo o para fácilmente transferir archivos entre computadoras.
- **Discos duros externos:** Son un tipo de disco duro que se diferencia de los que están integrados internamente en la computadora.

15

Memoria Principal o Interna: Describe a la memoria principal o interna como aquella que se encarga del almacenamiento de los programas a ejecutar y sus respectivos datos, por lo que es visible para el programador como un conjunto de direcciones. A continuación, se especifican las diferentes clasificaciones de la memoria interna:

Según su función y modo de acceso: Se pueden clasificar en tres tipos de memoria y se describen a continuación

- **RAM (Random access memory):** Considerada la memoria de trabajo del procesador porque almacena de forma temporal los datos y las instrucciones de los programas en ejecución
- **ROM (Read only memory):** Es la memoria de sólo lectura y esto indica que en ella no se pueden escribir datos ni instrucciones, sin embargo, viene grabada de fábrica por lo que contiene información que no es modificable
- **Caché:** Es una pequeña memoria de gran velocidad que se ubica entre la RAM y el procesador, la cual permite almacenar partes de programa con el fin de que el procesador pueda acceder antes a la siguiente instrucción a ejecutar.

Según los segmentos de desplazamiento: La memoria interna utiliza un proceso denominado *segmentación* que le permite al programador ver la memoria como un conjunto de espacios de direcciones

- **CS (Code Segment):** Contiene el código con las instrucciones a ejecutar del programa.
- **DS (Data Segment):** Almacena datos y constantes.
- **SS (Stack Segment):** Almacena temporalmente en una pila, los valores de los datos y las direcciones por las que se estos pasan a funciones o subrutinas dentro del programa.
- **ES (Extra Segment):** Es utilizada para el direccionamiento y la ejecución de operaciones con cadenas de caracteres.

Según el mapa de memoria del sistema operativo: Se dividen en cuatro tipos que se describen a continuación:

- **Convencional:** Es utilizada por el procesador para realizar los procesos de lectura y escritura para el uso del sistema operativo y aplicaciones de la computadora.
- **Superior:** Almacena datos, pero no instrucciones de código a ejecutar.
- **Extendida:** Es una parte de la RAM y permite cargar los controladores del hardware.
- **Virtual:** Ejecuta procesos que no se han cargado completamente en la memoria principal

14

Unidades de Entrada/Salida

Las unidades de E/S, también llamadas *sistemas de E/S*, provee a la computadora de los medios necesarios para que pueda interactuar con el entorno. Las unidades de E/S son dispositivos que permiten el intercambio y procesamiento de datos con el procesador, lo que por consiguiente le permite al usuario interactuar con la computadora.

- **Dispositivos Externos o Periféricos:** los periféricos son dispositivos de hardware externos a la CPU de la computadora y que son controlados por esta. Además, como indica, estos dispositivos no son más que herramientas que proporcionan una interfaz entre el usuario y la computadora, con el fin de satisfacer requerimientos de introducción, extracción o almacenamiento de información.
- **Categorías:** Los periféricos se clasifican en tres grandes categorías que son:
 - **Dispositivos de entrada:** Aquellos que le permiten al usuario transferir información desde el mundo exterior a la computadora, por lo que su principal característica es la introducción de datos al procesador a través de la captura de texto, escritura de instrucciones, presionando botones, entre otras acciones.
 - **Dispositivos de salida:** Aquellos que le muestran al usuario los datos que han sido manipulados por el procesador, lo que quiere decir que transmiten información hacia el mundo exterior.
 - **Dispositivos de entrada/salida:** Aquellos dispositivos que cumplen con las funcionalidades de las categorías anteriores, lo que quiere decir que le permiten al usuario introducir datos para que sean procesados por la computadora y a la vez le muestran la información ya procesada.
- **Módulos de E/S:** Son interfaces que transforman las señales de los periféricos para que puedan ser procesadas por la CPU, señala cinco requerimientos para los módulos de E/S:
 - **Control y sincronización:** Coordinación del flujo de tráfico entre los recursos internos de la computadora y el dispositivo externo.
 - **Comunicación con el procesador:** Involucra la decodificación de comandos, intercambio de datos, reporte de estados y reconocimiento de direcciones.
 - **Comunicación con el dispositivo:** Involucra comandos, información sobre el estado del dispositivo y los datos.
 - **Almacenamiento de datos:** Es una función esencial, ya que de esta depende que los datos procesados vayan de la memoria principal al periférico y viceversa.
 - **Detección de errores:** Reporte de errores, mecánicos o eléctricos, sobre el dispositivo al procesador.

16

Elementos Internos

Para que la computadora funcione esta requiere de componentes internos, los cuales serán descritos a continuación.

- La Tarjeta Madre: La tarjeta madre, *placa base* o *motherboard*, es una tarjeta que tiene un circuito integrado conformado por partes esenciales de procesamiento y su función es permitir que dichos elemento se comuniquen entre ellos, así como recibir energía para que la computadora funcione

Tipos: Estos se basan en el *factor de forma*, que son estándares que describen la forma y el diseño de la tarjeta madre (Casey, 2015).

- AT: Basada en la IBM AT y fue el primer estándar. Sólo tenía integrado el conector para el teclado y los puertos E/S debían instalarse con tarjetas de expansión.
- ATX: Fue introducida por Intel en 1995 y es el tipo más utilizado, ya que ofrece una mejor disposición de los componentes.
- LPX: Fue desarrollada por Western Digital y fue ampliamente utilizado en la década de los 90, principalmente en computadoras de escritorio. Tenían integradas más periféricos que otros tipos, tales como tarjeta de red, de video y de sonido.
- NLX: Fue desarrollada en conjunto por IBM, Intel y DEC. Era similar a la LPX, pero se caracterizaba por ser más fácil de retirar y sustituir.

Elementos integrados: La placa base está compuesta por una serie de componentes que se definen a continuación, de acuerdo con las descripciones de (Gilster, 2001):

- Zócalo de la CPU: Es la parte sobre la cual se coloca la CPU.
- Chipset: Contiene muchas de los circuitos que permiten el funcionamiento de la CPU.
- Zócalos de memoria: Es donde va instalada la memoria RAM, además de los módulos de memoria DIMM y SIMM.
- BIOS (basic input/output system): Es un programa instalado dentro del ROM y su función es iniciar la computadora cuando esta recibe energía eléctrica, además de proveer enlaces de comunicación entre la computadora y los periféricos.
- Ramas de expansión: Estos se componen de buses que permiten la interconexión de los dispositivos externos con la tarjeta madre y la CPU.
- Batería CMOS: Es un tipo de memoria que requiere poca energía para almacenar información y su función es proveer energía para el almacenamiento de la configuración del sistema durante la secuencia de inicio.
- Conector de energía: Permite que la energía eléctrica vaya desde la fuente de alimentación hacia la circuitería de la tarjeta madre.
- Conectores de entrada/salida: Son una serie de conexiones que permiten la comunicación entre la CPU y los dispositivos externos.

17

Tarjetas de expansión

Son tarjetas especiales que permiten agregar nuevos tipos de puertos o añadir una nueva cantidad de puertos a la computadora y se utilizan para que haya comunicación entre los dispositivos internos y externos con los buses que componen la tarjeta madre. A continuación, se describen los diferentes tipos de tarjetas de expansión:

- Gráficas: También llamadas *tarjetas de video*, transforma los datos binarios que recibe desde la CPU o la GPU (unidad de procesamiento de gráficos) a imágenes que son visibles en el monitor. Estas tarjetas tienen su propia RAM y GPU. Además, esta tarjeta determina la cantidad de colores que el monitor puede desplegar, ya que la cantidad de bits que la tarjeta soporta representa a cada píxel que el monitor muestra, por lo que a mayor cantidad de bits mejor será la calidad de la imagen.
- Sonido: Estas tarjetas le permiten a la computadora reproducir y grabar sonidos, aunque la mayoría de las computadoras tienen una tarjeta de sonido básica. Tienen puertos que permiten la conexión de otros dispositivos de audio como audífonos y micrófonos.
- Comunicación: También denominadas *tarjetas de red*, permiten que la computadora se conecte a una red, formada por otras computadoras, y que estas compartan recursos.
- Controladoras: Son aquellas tarjetas que controlan las unidades donde se insertan los dispositivos de memoria externa como los CD y DVD, además del disco duro.

19

Los Microprocesadores

Se define al microprocesador, también llamado procesador, como el corazón de la computadora porque es la que realiza todas las operaciones aritméticas y lógicas, así como otros pasos que se requieren para el funcionamiento de la computadora.

Arquitectura CISC y RISC:

- RISC (*Reduced Instruction Set Computer*): (Masood, 2011) indica que este tipo de arquitectura utiliza un pequeño conjunto de instrucciones, de gran optimización.
- CISC (*Complex Instruction Set Computer*): (Chevtchenko & Vale, 2015) explica que esta arquitectura fue desarrollada con el fin de simplificar el trabajo del compilador, por lo que implementa más de cien instrucciones que varían en complejidad y cantidad de bytes

Familias:

- Intel: Familia de procesadores desarrollada por Intel Corporation. Los primeros procesadores de esta familia fueron el 8086 y el 8088, que fueron lanzados en los años 1978 y 1979, respectivamente, y tenían una velocidad máxima de procesamiento de 4 MHz. Entre los modelos más recientes se pueden mencionar la Intel Core i3, i5, i7 e i9, siendo este último capaz de llegar a una velocidad de 5 GHz.
- AMD: Familia de procesadores desarrollada por Advanced Micro Devices, Inc. Los primeros procesadores de esta familia fueron la AMD K5, lanzada en 1996 y con una velocidad máxima de 116 MHz, y la AMD K6, lanzada en 1997 y con una velocidad máxima de 300 MHz. Estas fueron originalmente la competencia del modelo Pentium de Intel. Entre los modelos más recientes se encuentran K10, Bulldozer y Zen, siendo estos últimos capaces de alcanzar una velocidad de hasta 5.1 GHz.

18

Control de Energía

La computadora requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que también cuenta con elementos que permiten que esta energía sea controlada y llegue a todas los componentes que la requieren. Estas se definen a continuación:

Fuente de poder: Es una caja de metal que tiene incluida un conector para el cable que va desde el tomacorriente y un ventilador. Realiza la conversión de corriente alterna a corriente directa que es la que la computadora necesita.

Ventilador: Es un pequeño abanico que realiza un proceso de enfriamiento activo en el que atrae aire fresco desde el exterior y expulsa aire caliente desde el interior de la computadora. También hace que fluya aire a través del disipador para que llegue a otros componentes.

Disipador: Se encarga de intercambiar aire caliente, a través de un proceso de enfriamiento pasivo, a un fluido refrigerante para regular la temperatura que generan los componentes internos de la computadora.

20



Capítulo II: La Interfaz de Bus

21

Estructura de Interconexión

La estructura de interconexión se refiere a los caminos que permiten la comunicación entre los módulos que conectan a la computadora con la memoria, el procesador y los dispositivos E/S. A continuación se describirán los tres tipos de módulos que componen a la computadora y los tipos de transferencias que tienen lugar entre estos módulos.

Módulos elementales: Los tres tipos de módulos que forman parte de la estructura de interconexión se describen a continuación, basado en:

- **Procesador:** Se encarga de la lectura de instrucciones y de datos, así como de la escritura de datos una vez que estos han sido procesados y la admisión de señales de interrupciones.
- **Memoria:** Se compone de N cantidad de palabras de igual longitud y a cada palabra se le asigna una dirección numérica única.
- **E/S:** Su función es similar al del módulo de memoria, ya que también realiza procesos de lectura y escritura.

23

Capítulo II: La Interfaz del Bus

Funcionamiento del Computador

El funcionamiento del computador puede definirse de forma básica como la ejecución del conjunto de instrucciones almacenadas en memoria. Este funcionamiento consta de dos procesos: la lectura (captación) de las instrucciones, se deben repetir de forma continua estos dos procesos.

- **Ciclo de Instrucción:** Los procesos de captación y ejecución forman parte del ciclo de instrucción, con lo cual se deduce que para la ejecución de un programa, es decir, de un conjunto de instrucciones, se deben repetir de forma continua estos dos procesos.
- **Ciclo de captación:** Es el proceso requerido para la lectura de una sola instrucción y para ello se requiere el uso del registro PC, ya que este almacena la dirección de la instrucción que se debe leer.
- **Ciclo de ejecución:** La instrucción leída se carga en el registro IR como bits que le indican al procesador la acción que debe realizar, siendo la acción cualquiera de las siguientes descritas por:
 - **Procesador-memoria:** Transferencia de datos del procesador a la memoria o viceversa.
 - **Procesador-E/S:** Transferencias de datos desde o hacia un periférico a través del intercambio entre el procesador y el módulo de E/S.
 - **Procesamiento de datos:** A través de la ejecución de operaciones lógicas o aritméticas.
 - **Control:** Alteración de la secuencia de ejecución.
- **Concepto de interrupciones:** (Guijarro et al., 2018) define una interrupción como una señal enviada por un dispositivo distinto al procesador.
 - **Programa:** Se genera por alguna condición resultante de la ejecución de una instrucción.
 - **Temporizador:** Se genera por un temporizador dentro del procesador y le permite al sistema operativo realizar ciertas funciones de forma regular.
 - **E/S:** Se genera por un controlador de E/S.
 - **Falla de hardware:** Se genera por fallas en alguno de los componentes físicos del computador.
- **Funcionamiento de E/S:** Los módulos E/S se encargan del intercambio de datos con el procesador y transformar la información que recibe el computador en señales codificadas.

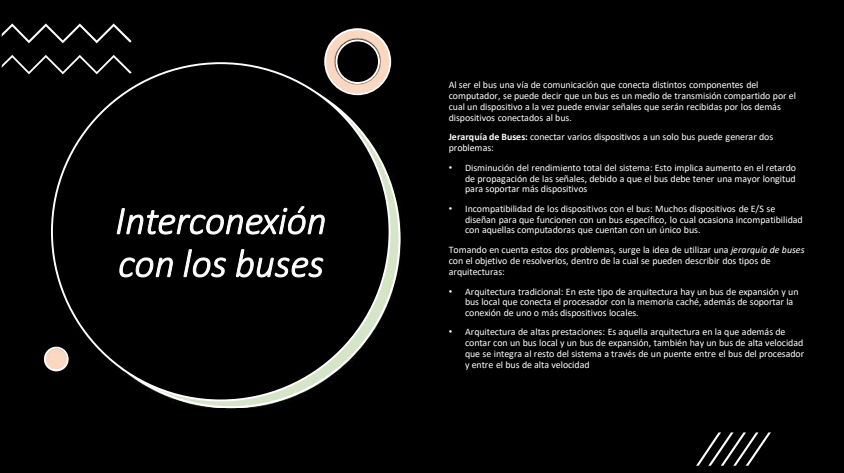
22

Transferencias

Las transferencias permiten el intercambio de datos. A continuación se definen estos:

- **Procesador a memoria:** El procesador escribe datos en la memoria.
- **Memoria a procesador:** El procesador lee instrucciones o datos que están alojados en la memoria.
- **E/S al procesador:** El procesador lee datos de un dispositivo E/S a través de un módulo E/S.
- **Procesador a E/S:** El procesador envía datos a un dispositivo E/S.
- **E/S desde o hacia memoria:** El módulo E/S intercambia datos de forma directa con la memoria.

24



Interconexión con los buses

Al ser el bus una vía de comunicación que conecta distintos componentes del computador, se puede decir que un bus es un medio de transmisión compartido por el cual un dispositivo a la vez puede enviar señales que serán recibidas por los demás dispositivos conectados al bus.

Jerarquía de Buses: conectar varios dispositivos a un solo bus puede generar dos problemas:

- **Disminución del rendimiento total del sistema:** Esto implica aumento en el retardo de propagación de las señales, debido a que el bus debe tener una mayor longitud para soportar más dispositivos.
- **Incompatibilidad de los dispositivos con el bus:** Muchos dispositivos de E/S se diseñan para que funcionen con un bus específico, lo cual ocasiona incompatibilidad con aquellas computadoras que cuentan con un único bus.

Tomando en cuenta estos dos problemas, surge la idea de utilizar una *jerarquía de buses* con el objetivo de resolverlos, dentro de la cual se pueden describir dos tipos de arquitecturas:

- **Arquitectura tradicional:** En este tipo de arquitectura hay un bus de expansión y un bus local que conecta el procesador con la memoria caché, además de soportar la conexión de uno o más dispositivos locales.
- **Arquitectura de altas prestaciones:** Es aquella arquitectura en la que además de contar con un bus local y un bus de expansión, también hay un bus de alta velocidad que se integra al resto del sistema a través de un puente entre el bus del procesador y entre el bus de alta velocidad.

25

Elementos de diseño

Existen ciertos parámetros que se deben considerar al momento de diseñar una estructura de bus. A continuación se describen cada uno de estos parámetros, de acuerdo con las descripciones dadas por:

- **Tipos de buses:** Pueden ser de dos tipos:
 - **Dedicado:** A una línea de bus se le asigna una sola función o la conexión de un conjunto de módulos que interconectan componentes físicos de la computadora.
 - **Multiplexado:** Consiste en utilizar las mismas líneas de bus para múltiples funciones.
- **Métodos de arbitraje:** Esto se refiere a la prioridad que se le da a cada petición que solicita acceso a un determinado bus, con el fin de poder transferir datos. Puede ser de dos tipos:
 - **Centralizado:** Consiste en un controlador central que se encarga de asignar el tiempo en el bus y el dispositivo que hace la petición al bus es un módulo separado.
 - **Distribuido:** A diferencia del método de arbitraje centralizado, este no cuenta con un controlador central, ya que los módulos comparten el bus y cada uno de ellos tiene una lógica de control de acceso.
- **Temporización:** Se refiere a la manera en la que los protocolos de transferencia de datos coordinan los diferentes eventos de lectura y escritura que tienen lugar en el bus. Se clasifica en dos tipos:
 - **Síncrona:** Se cuenta con un reloj que gestiona las actividades del bus, a través del envío regular de una secuencia de 1 y 0 alternados y de igual duración.
 - **Asíncrona:** Se diferencia de la temporización síncrona porque la ejecución de los eventos no depende de un reloj, sino que para que un evento ocurra en el bus debe haber terminado la ocurrencia de un evento previo.
- **Anchura del bus:** Anteriormente se ha mencionado que la anchura del bus de datos y del bus de dirección depende de la cantidad de líneas por el cual estos estén conformados.
- **Tipo de transferencia:** Cada bus puede ejecutar distintos tipos de transferencia de datos, pero todos pueden realizar transferencias tanto de lectura como de escritura.
 - **Lectura:** Es de *esclavo a máster*. En buses multiplexados, para realizar la lectura debe pasar un pequeño tiempo de espera para que los datos puedan ser recuperados del esclavo para luego ser transmitidos al bus de datos.
 - **Escritura:** Es de *máster a esclavo*. En buses multiplexados, puede haber un pequeño tiempo de retraso en el caso de que sea necesario aplicar un método de arbitraje para obtener el control del bus.
 - **Leer-modificar-escibir:** Consiste en la lectura de datos seguida de forma inmediata por la escritura de estos en la misma dirección.
 - **Leer-después-escibir:** Consiste en la escritura de datos seguida de forma inmediata por la lectura de estos en la misma dirección.
 - **Bloqueos:** Es cuando un ciclo de direcciones es seguido por una cantidad n de ciclos de datos, lo que quiere decir que el primer elemento de datos es transferido desde o hacia la dirección especificada y los elementos de datos restantes son transferidos desde o hacia las direcciones siguientes.

27

Estructura del bus

De forma general, la interfaz del bus está organizada por cientos de líneas separadas y cada una de estas tiene una función particular.

- **Líneas de datos:** También denominado *bus de datos*, son el camino por el cual se transmiten los datos hacia los módulos del sistema.
- **Líneas de dirección:** También denominado *bus de dirección*, se utilizan para designar la fuente y el destino de los datos en el bus de datos.
- **Líneas de control:** También denominado *bus de control*, transmiten señales que controlan el acceso y uso del bus de datos y del bus de dirección, debido a que estos son compartidos por todos los demás componentes. Las líneas de control transmiten dos tipos de señales entre los módulos del sistema:
 - **Sincronización:** Son señales que indican la validez de la información sobre los datos y las direcciones.
 - **Comandos:** Son señales que indican cuáles operaciones deben realizarse. Para este tipo de señal se pueden mencionar las siguientes líneas de control: *a) Escritura en memoria, b) Lectura en memoria, c) Escritura E/S, d) Lectura E/S, e) Solicitud del bus y f) Concesión del bus.*

26

Tipos de interfaces

Los tipos de interfaces se refieren a los distintos estándares o especificaciones de los buses o puertos que permiten la conexión de los dispositivos E/S con los buses de la computadora.

- **Serial:** Consiste en una sola línea que se utiliza para la transmisión de datos, la cual debe ejecutarse bit a bit.
- **Paralela:** A diferencia de la interfaz de tipo serial, ese se compone de múltiples líneas que conectan el módulo E/S con el periférico.
- **SCSI:** SCSI o *Small Computer System Interface* es un tipo de interfaz que permite la conexión de varios dispositivos a un solo sistema de bus.
- **USB:** USB o *Universal Serial Bus* es un tipo de interfaz de bus externo, la cual fue diseñada para permitir que diferentes periféricos se conectaran utilizando un solo socket estandarizado, lo cual es una gran ventaja porque una gran gama de dispositivos puede conectarse a la computadora a través del uso de un solo tipo de bus externo.
- **FireWire:** FireWire, también conocido como el estándar IEEE 1394, es otro tipo de interfaz de bus externo que soporta altas tasas en la velocidad de transferencia de datos.
- **AGP:** AGP o *Accelerated Graphics Port* soporta el alto rendimiento de las aplicaciones de gráficos 3D y video y como indica, este no es en sí un bus debido a que no conecta múltiples dispositivos, sino que se considera un puerto porque conecta el CPU con la tarjeta de video.

28



Capítulo III: La Memoria Interna y Externa

29

Memoria Interna - Características

Todo sistema de memoria interna cuenta con ciertas propiedades, las cuales se describen a continuación:

- **Ubicación:** Al tratarse de la memoria interna, se pueden distinguir dos ubicaciones:
 - Dentro del chip del procesador: En esta se encuentran los registros y uno o más niveles de memoria caché.
 - En la placa base de la computadora: Esta es la memoria principal (RAM) y también uno o más niveles de memoria caché.
- **Capacidad:** Se refiere a la cantidad de información que es capaz de almacenar la memoria y esta se expresa en *bytes* o *palabras*. Un byte corresponde a 8 bits, mientras que una palabra son grupos de bits y por lo general, tienen una longitud variable de 8, 16 o 32 bits.
- **Unidad de transferencia:** Corresponde a la cantidad de bits que se leen o escriben en un solo acceso a memoria.
- **Métodos de acceso:** Se refiere al modo utilizado para acceder a los datos almacenados en la memoria y se pueden distinguir dos tipos:
 - **Aleatorio:** Cada elemento almacenado en la memoria tiene una dirección única debido a que todos los elementos están organizados en un vector.
 - **Asociativo:** Se hace una comparación del valor que se quiere ubicar con parte de los valores contenidos en cada una de las posiciones de memoria. Esto quiere decir que no se utiliza la dirección del elemento a acceder, sino que utiliza su contenido. Este proceso se hace de forma simultánea hasta encontrar una coincidencia.
- **Prestaciones:** Se refiere al rendimiento que puede ofrecer la memoria y sobre esta propiedad se pueden distinguir tres parámetros, descritos por (Stallings, 2016):
 - **Latencia:** Se refiere al tiempo de acceso a la memoria para realizar los procesos de lectura y escritura. Es decir, el instante desde que la memoria recibe la dirección del dato, hasta el instante en que este ha sido almacenado o está disponible para ser accedido.
 - **Tiempo del ciclo de memoria:** Consiste en el tiempo de acceso más el tiempo adicional necesario antes de que ocurra otro acceso a la memoria.
 - **Tasa de transferencia:** Es la velocidad en la que los datos pueden ser transferidos a la memoria, a través de los procesos de lectura y escritura.
- **Soporte físico:** Corresponde a las características físicas de la memoria, se describe en los siguientes tipos:
 - **Volátil:** Requiere de corriente eléctrica para conservar su estado.
 - **Semiconductor:** Su fabricación está hecha a base de materiales semiconductores.

31

Memoria Interna

Quando se habla de la memoria interna de la computadora, nos referimos a aquellos tipos de memoria que pueden acceder de forma directa al procesador de una computadora. Su principal característica es que en su fabricación se utilizan semiconductores y para el programador, la visualización de los datos es a través de datos individuales o *bytes* organizados en registros

30

Memoria Interna - Jerarquía de memoria

La jerarquía de memoria consiste en una estructura que organiza los sistemas de memoria de la computadora en diferentes niveles, tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento, el tiempo de acceso a los datos y el costo. Cuando se diseña un sistema de memoria estos tres requisitos son los más esenciales; sin embargo, ninguna tecnología cumple con los tres de forma simultánea

Basado en lo anterior, señala que en el espectro de las tecnologías de los sistemas de memoria pueden existir tres relaciones:

- Tiempo de acceso rápido, mayor costo por bit
- Mayor capacidad, menor costo por bit
- Mayor capacidad, tiempo de acceso más lento

32

Memoria Interna - Semiconductoras de acceso aleatorio

Las memorias semiconductoras de acceso aleatorio son aquellas que cuentan con chips diseñados con materiales semiconductores, a diferencia de las tecnologías utilizadas en las memorias de las primeras computadoras.

- RAM: Del inglés Random Access Memory o memoria de acceso aleatorio es la memoria principal de la computadora y en ella se almacenan datos e instrucciones de los programas en ejecución, de forma temporal, se pueden distinguir dos tipos de tecnologías de RAM:
 - DRAM: Del inglés Dynamic Random Access Memory o memoria dinámica de acceso aleatorio, en esta cada celda de la memoria corresponde a la carga de un capacitor.
 - SRAM: Del inglés Static Read Access Memory o memoria estática de acceso aleatorio, en esta se utiliza la lógica de compuertas a través de flip-flops, lo cual permite almacenar los valores binarios.
- ROM: Del inglés Read-Only Memory o memoria de sólo lectura, es un tipo de memoria no volátil en la que sólo se puede realizar el proceso de lectura, lo que significa que los datos que esta contiene no se pueden modificar ni borrar. Se pueden distinguir los siguientes tipos de ROM:
 - PROM: Del inglés Programmable Read-Only Memory o memoria programable de sólo lectura, son aquellas en las que el almacenamiento de la información no forma parte del proceso de fabricación, sino que se hace a través de un proceso eléctrico.
 - EPROM: Del inglés Erasable Programmable Read-Only Memory, es una memoria que se puede ejecutar el proceso de lectura, pero los datos pueden ser borrados y almacenados nuevamente.
 - EEPROM: Del inglés Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, es un tipo de memoria que, al igual que la EPROM, la información se puede borrar y almacenar nuevamente, con la diferencia de que se hace a través de procesos eléctricos
 - Flash: En este tipo de memoria, el proceso de borrado y almacenamiento de los datos es rápido, en comparación con el tiempo que toma realizar estos mismos procesos en la EPROM y la EEPROM.
- Organización: Toda memoria semiconductora cuenta con un elemento básico denominado celda de la memoria y esta tiene ciertas propiedades, descritas por:
 - Tienen dos estados estables o semiestables que pueden utilizarse para la representación binaria de 1 y 0.
 - Pueden ser escritos, al menos una vez, para establecer el estado.
 - Pueden ser leídos para determinar el estado.
- Lógica del chip: Cada chip de memoria se compone, de forma lógica, de matrices dentro de las celdas.

33

Memoria Externa

La memoria externa abarca es todo aquel dispositivo de almacenamiento secundario que es gestionado por el sistema operativo de la computadora, a través de los módulos E/S. Como señala (Manonellas, 2013), sus características son:

- Ser de tipo no volátil, es decir, que no requieren de la energía eléctrica para mantener almacenada la información; los datos se mantienen de forma permanente.
- Dependiendo del dispositivo, utilizan diferentes métodos de acceso a los datos.
- Los datos son visibles para el programador como bloques de datos.

Entre los principales sistemas de memoria externa se encuentran los discos y cintas magnéticos, la memoria óptica y nuevas tecnologías que han surgido de la evolución de otros sistemas.

35

Memoria Interna - Memoria caché

Es una tipo de memoria que se encuentra entre el procesador y la memoria principal, con un tiempo de acceso y un tamaño o más pequeño que el de la memoria principal.

Principios: el procesador puede acceder a los datos almacenados en la memoria caché, sin necesidad de acceder previamente a la memoria principal.

Elementos de diseño: Se refiere a los parámetros que se deben considerar al momento de diseñar una memoria caché, de modo que le permita a la memoria tener un buen rendimiento.

Correspondencia: Se refiere a la técnicas utilizadas por la memoria caché para determinar a qué bloque de la memoria principal corresponde una determinada línea en la memoria caché.

Políticas de escritura: Se refiere a las políticas que permiten mantener la coherencia de los datos que se escriben en la memoria caché, ya que estos corresponden a porciones de datos de la memoria principal

Tamaño de línea: Una línea es la unidad de transferencia entre la memoria caché y la memoria principal, y el tamaño de esta determina la cantidad de palabras que puede almacenar

Número de cachés: Inicialmente, las computadoras contaban con una sola memoria caché.

34

Discos magnéticos

Definición: Consiste en un conjunto de platos circulares de aluminio con un recubrimiento de material magnético y un cabezal que se utiliza para los procesos de lectura y escritura, lo que permite grabar datos en el dispositivo.

Organización y formato: Cuando el cabezal realiza los procesos de lectura y escritura sobre el plato en rotación, los datos se organizan en una serie de anillos concéntricos denominados *pistas* .

Características físicas: A continuación se resumen las características físicas de los discos magnéticos

Parámetros para medir prestaciones: Son parámetros que permite medir el rendimiento de un disco magnético

Conjunto redundante de discos independientes: Mejor conocido como RAID (del inglés *Redundant Array of Independent Disks*), es un sistema conformado por una colección de discos que funcionan de forma paralela almacenando los datos de manera distribuida, con el fin de mejorar el rendimiento y la integridad de la información

| Característica | Clasificación | Definición |
|------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Movimiento del cabezal | Fijo | Por cada pista hay un cabezal para la ejecución de las operaciones de lectura y escritura. |
| | Móvil | Hay un solo cabezal para realizar la lectura y escritura del disco. |
| Portabilidad del disco | Extraíble | El disco puede quitarse y sustituirse por otro disco magnético. |
| | No extraíble | Está de forma permanente en la unidad del disco. |
| Caras | Una cara | El recubrimiento magnético se aplica en una sola cara del disco. |
| | Dos caras | El recubrimiento magnético se aplica en ambas caras del disco. |
| Platos | Un plato | Un único plato forma parte del dispositivo. |
| | Múltiples platos | Varios platos están apilados de forma vertical y separados por una pequeña distancia (aproximadamente una pulgada). |

36

Cassette



Cintas magnéticas

Es un dispositivo que utiliza discos magnéticos con una cinta de poliéster de superficie magnética, sobre la cual se guarda la información. En la Figura se muestran un cassette y un VHS, los cuales son dispositivos de almacenamiento que hacen uso de cintas magnéticas. Es importante que el VHS ya no produce como dispositivo de almacenamiento, sin embargo, permite ilustrar el uso de las cintas magnéticas; por otro lado, el cassette aún se utiliza para almacenar archivos de audio.

37

Nuevas tecnologías

La evolución de la tecnología ha permitido el diseño, desarrollo y fabricación de otros dispositivos de almacenamiento, brindándole a los usuarios otras opciones para guardar información.

- Unidad Zip: Son unidades de discos removibles en cuyo interior se coloca un disco zip sobre una placa rígida, muy parecida a la de las unidades de discos duros
- Memory Stick: Es un formato de tarjeta de memoria desarrollado por la empresa Sony, que se utiliza en dispositivos portátiles como celulares y cámaras digitales.
- Discos portátiles USB: Dentro de esta tecnología se encuentra el flash drive, que es un dispositivo que en su interior tiene integrada una memoria flash (Brien et al., 2008), con una interfaz USB.
- Mini Disc: Es un dispositivo con la forma de un CD, pero de menor tamaño, que utiliza una tecnología magneto-óptica y que está recubierta por una pequeña caja delgada, lo cual le brinda protección



39

Memoria óptica

Una memoria óptica es un dispositivo de almacenamiento extraíble que requiere de una luz láser para ejecutar las operaciones de lectura y escritura de datos. A pesar de sus ventajas, este tipo de memoria es más conveniente para la lectura de datos, ya que el proceso de escritura es un poco lento debido a que puede tomar algunos minutos, dependiendo del volumen de información que se desee almacenar.

- CD: Del inglés *Compact Disk* o *disco compacto*, es un tipo de disco que puede almacenar información de audio digitalizada.
- Dispositivos: A continuación se describen los formatos o configuraciones más comunes para dispositivos de almacenamiento óptico
- CD-ROM: Del inglés *Compact Disk Read-Only Memory*, tiene una capacidad de almacenamiento de hasta 900 MB de datos de computadora, que no pueden ser borrados posteriormente.
- CD-RW: Del inglés *Compact Disk Rewritable*, es similar al CD-ROM, con la diferencia de que la información no sólo puede leerse y escribirse, sino que también puede borrarse para escribir otros datos.
- DVD: Del inglés *Digital Versatile Disk*, permite almacenar hasta 17 GB de información digital de video comprimida. Es uno de los dispositivos ópticos con mayor capacidad de almacenamiento.
- WORM: Del inglés *Write Once Read Many*, en este tipo de dispositivo los datos que se escriben no se pueden modificar, pero se pueden leer varias veces. Esto les provee integridad a los datos almacenados.
- Blu-ray: Es utilizado para almacenar datos de video de alta definición y 4K, por lo que provee una gran capacidad de almacenamiento.

38

Capítulo IV: Entrada / Salida



40

Capítulo IV: Entrada/Salida

• Dispositivos Externos – Periféricos

Los periféricos son dispositivos electromecánicos y electromagnéticos de gran complejidad, que bajo el control directo de la computadora, pueden leer información almacenada en la memoria de esta para mostrar salidas o introducir datos para que sean procesados. Sin los periféricos, la computadora no podría recibir datos de su entorno y mostrar resultados a partir de ellos. Cuando se habla sobre los periféricos es importante tomar dos aspectos en cuenta:

1. Desde el punto de vista funcional, estos dispositivos forman parte de la jerarquía de memoria.
2. Desde el punto de vista estructural, estos dispositivos son controlados por los módulos de E/S.

41

Señales de comunicación

Las señales de comunicación conforman la interfaz entre el periférico y el módulo E/S. Se pueden distinguir tres tipos de señales de comunicación, las cuales se describen a continuación basado en la definiciones de (Stallings, 2016) y (Mano, 1993):

- **Control:** Activan el periférico y le indican qué función realizar, es decir, funciones como envío y recepción de datos, reporte de su estado o ejecución de alguna función de control.
- **Estado:** Indican el estado del dispositivo y de la interfaz, para detectar errores antes de iniciar la transferencia de datos desde y hacia el periférico.
- **Datos:** Puede ser de dos tipos: *1) de salida de datos*, que causa que la interfaz responda a través de la transferencia de datos desde el bus hacia uno de sus registros y *2) de entrada de datos*, que causa que la interfaz reciba datos desde el periférico para luego almacenarlos en el registro de la CPU.

43

Categorías

- De interacción con los humanos:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con el usuario. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es la impresora.
- De interacción con la máquina:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con el equipo. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es el disco magnético.
- De comunicación:** Aquellos que tienen el propósito de permitir la comunicación con otros dispositivos de forma remota. Un ejemplo de dispositivo dentro de esta categoría es el módem.

42

Tipos básicos

- **Teclado:** Se compone de teclas que al presionarse utilizan métodos mecánicos o electromagnéticos, para que el usuario produzca entrada de datos en la computadora.
- **Ratón:** Es una pequeña caja de plástico que al moverse sobre una superficie plana, un puntero se mueve en el monitor.
- **Monitor:** El monitor muestra los datos que provee la computadora una vez que estos se han procesados, por lo que este es considerado un dispositivo de salida.
- **Impresora:** Provee la posibilidad de obtener un registro permanente en papel de texto o imágenes que son resultado del procesamiento de datos ejecutado por la computadora.



44

Tipos básicos

- Escáner: Permite enviar imágenes de un papel hacia la computadora, lo cual lo convierte en un dispositivo de entrada.
- Bocinas y micrófono: Las bocinas son dispositivos de salida que amplifican la salida del sonido de audio o video, transmitido desde la computadora.
- Otros: Los dispositivos descritos anteriormente son los periféricos que usualmente se utilizan con la computadora, para poder ejecutar la entrada y salida de datos.
 - Módem: Del inglés *MO*dulator *DE*Modulator, es un dispositivo de telecomunicación que transforma señales digitales en señales analógicas
 - Pantalla táctil: Tienen la misma función de un monitor convencional, es decir, funcionar como un dispositivo de salida para mostrar salidas.



45

Funciones

- Las funciones de los módulos de E/S se categorizan de la siguiente manera:
- Control y temporización: Consiste en la coordinación del flujo de datos entre el dispositivo y los recursos internos de la computadora.
- Comunicación con el procesador: Corresponde al intercambio que ocurre entre el procesador y el dispositivo e incluye:
 - Decodificación de comandos: El módulo E/S recibe comandos enviados por el procesador, los cuales llegan como señales en el bus de control.
 - Datos: Hay intercambio de información entre el procesador y el módulo E/S, a través del bus de datos.
 - Reporte de estados: Debido a que los periféricos tienen una lenta velocidad de transmisión, el módulo E/S debe dar a conocer su estado porque así se verifica si el módulo está ocupado o preparado para ejecutar una orden.
 - Reconocimiento de direcciones: Cada dispositivo de E/S tiene una dirección que debe ser reconocido por el módulo para poder controlar el periférico.
- Comunicación con el dispositivo: Es intercambio de comandos, estados y datos que ejecuta el módulo E/S con el dispositivo.
- Almacenamiento temporal de datos: Debido a que cada dispositivo tiene velocidades de transferencia distintas, los datos que envía la memoria se almacenan de forma temporal en el módulo E/S para evitar mantener a la memoria ocupada.
- Detección de errores: No sólo se debe reconocer la presencia de errores físicos o lógicos, sino también informar al procesador sobre ellos.

47

Módulos de E/S

Los módulos de E/S es requerido para comunicar los periféricos con el sistema de la computadora. Considerando esto, (Stallings, 2016) indica dos funciones principales de los módulos de E/S:

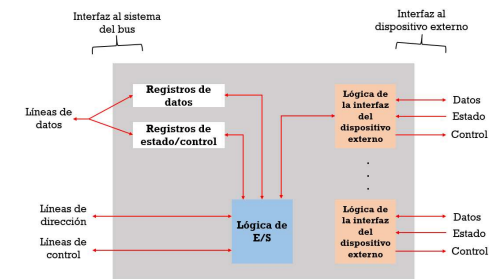
Servir como interfaz entre el procesador y la memoria, a través del sistema de buses.

Servir como interfaz entre uno o más periféricos a través del enlace específico de datos.

46

Estructura

La estructura del módulo se compone de un conjunto de líneas que permiten su conexión con el resto de la computadora. Estas líneas son como las líneas que conforman el sistema de buses, ya que las líneas pueden ser de datos, de control o de dirección.



48

E/S Programada

Es una de las técnicas utilizadas para la ejecución de las operaciones de E/S y consiste en el intercambio de datos entre el procesador y el módulo E/S.

El procesador obtiene el control de la operación de E/S y brinda información sobre el estado del dispositivo, transfiere datos y envía señales sobre comandos de lectura y escritura.

Cuando un comando es emitido por el procesador, este debe esperar que se termine de ejecutar la operación de E/S.

49

Instrucciones de E/S

instrucciones que el procesador obtiene de la memoria se relacionan estrechamente con los comandos que el procesador transmite al módulo E/S y cada instrucción depende de la manera en que se direcciona cada dispositivo. A cada dispositivo conectado a un módulo E/S se le asigna una dirección única que el procesador utiliza para el envío de comandos a ese dispositivo.

En el caso de que el procesador, la memoria principal y el módulo E/S compartan un solo bus, se pueden identificar dos modos de direccionamiento, como los describe:

- **E/S asignada a memoria:** El procesador toma los registros de estado y de datos del módulo E/S como posiciones de memoria; las instrucciones permiten acceder tanto a la memoria como a los dispositivos E/S.
- **E/S aislada:** Los puertos de E/S sólo puede ser accedidos por comandos especiales que activan las líneas de comandos en el bus. En este caso, el espacio de la dirección para el dispositivo E/S está aislado de la memoria.

51

Órdenes de E/S

Son comandos que permiten la ejecución de las instrucciones concernientes a la dirección del módulo y el dispositivo E/S. Estos comandos son enviados por el procesador hacia el módulo E/S y a continuación se describen:


- **Control:** Activa el periférico y le indica qué debe hacer; son específicos para cada tipo de periférico.
- **Prueba:** Comprueba distintas condiciones de estados, las cuales se asocian con el módulo E/S y sus periféricos. Esto incluye verificar si una operación de E/S ha sido completado sin errores o si el dispositivo está disponible para ser utilizado.
- **Lectura:** El módulo E/S obtiene datos desde el periférico y luego los almacena en el registro de datos, para que sean utilizados por el procesador. Para ello, el procesador solicita que el módulo coloque los datos en el bus de datos.
- **Escritura:** El módulo E/S envía datos al periférico, desde el bus de datos.

50

E/S mediante Interrupciones

En la técnica de E/S mediante interrupciones, el dispositivo le avisa a la CPU que tiene datos para enviar. Por otro lado, como señala, si se compara esta técnica con la de E/S programa se obtiene un mejor rendimiento del sistema, ya que en la E/S mediante interrupciones no se requiere comprobar continuamente el estado del módulo E/S.

52



Procesamiento

Considerando la definición de la técnica de E/S mediante interrupciones, es importante mencionar que la CPU ejecuta otras tareas hasta que un dispositivo E/S le envíe una solicitud de servicio y la interrumpa. A continuación se muestran los pasos que componen el procesamiento esta técnica, basado en lo descrito por

53

Aspectos de Diseño

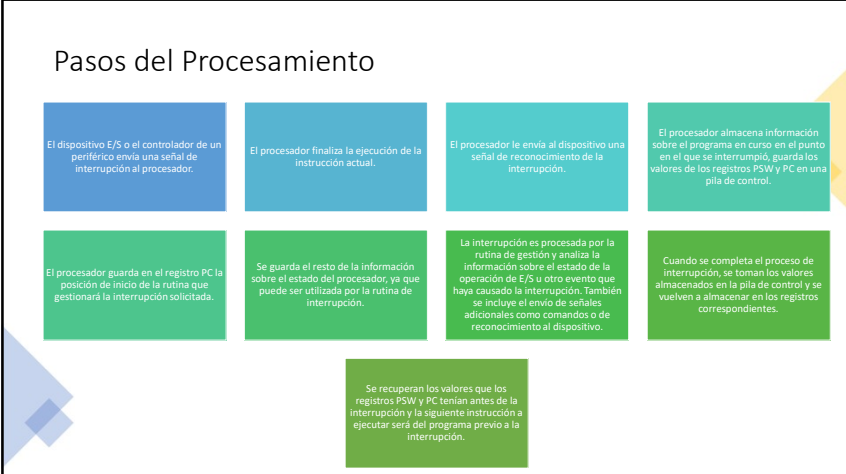
Dos aspectos deben considerarse durante la implementación de la técnica E/S: Cómo el procesador determina cuál dispositivo envió la interrupción y Cómo el procesador determina cuál interrupción procesar primero, en el caso de que ocurran múltiples interrupciones.

Para resolver estos problemas, se pueden aplicar cuatro técnicas que se definen a continuación:

- **Múltiples líneas de interrupción:** Se proporcionan varias líneas de interrupción entre el procesador y los módulos E/S, sin embargo, no es una técnica efectiva porque es probable que cada línea se conecte a múltiples módulos E/S y sería necesario aplicar alguna de las otras técnicas. Cuando ocurren múltiples interrupciones, el procesador atiende la interrupción en la línea con mayor prioridad.
- **Consulta a software:** Cuando el procesador detecta una interrupción, envía una señal a una rutina que se encarga de consultar a cada módulo E/S, con el fin de determinar cuál módulo produjo la interrupción. El inconveniente de esta técnica es que consume mucho tiempo. Cuando ocurren múltiples interrupciones, se toma en cuenta el orden en el que se consultan los módulos.
- **Conexión en cadena:** Todos los módulos E/S comparten una sola línea de solicitud de interrupciones y cuando una interrupción es reconocida, se envía la señal de reconocimiento a todos los módulos de la línea de solicitud. El objetivo de esto es que la señal llegue al módulo que envió la interrupción. Cuando ocurren múltiples interrupciones, se toma en cuenta el orden de los módulos que reciben la señal de reconocimiento.
- **Arbitraje de bus:** El módulo E/S que quiere enviar la señal de interrupción, debe obtener el control del bus antes de enviar la interrupción. En consecuencia, la línea del bus puede ser utilizada por un módulo a la vez. Cuando ocurren múltiples interrupciones, el sistema de prioridad es igual al utilizado por la interfaz del bus.

55

Pasos del Procesamiento



- El dispositivo E/S o el controlador de un periférico envía una señal de interrupción al procesador.
- El procesador finaliza la ejecución de la instrucción actual.
- El procesador le envía al dispositivo una señal de reconocimiento de la interrupción.
- El procesador almacena información sobre el programa en curso en el punto en el que se interrumpió, guarda los valores de los registros PSW y PC en una pila de control.
- La interrupción es procesada por la rutina de gestión y analiza la información sobre el estado de la operación de E/S u otro evento que haya causado la interrupción. También se incluye el envío de señales adicionales como comandos o de reconocimiento al dispositivo.
- El procesador guarda en el registro PC la posición de inicio de la rutina que gestionará la interrupción solicitada.
- Se guarda el resto de la información sobre el estado del procesador, ya que puede ser utilizada por la rutina de interrupción.
- Cuando se completa el proceso de interrupción, se toman los valores almacenados en la pila de control y se vuelven a almacenar en los registros correspondientes.
- Se recuperan los valores que los registros PSW y PC tenían antes de la interrupción y la siguiente instrucción a ejecutar será del programa previo a la interrupción.

54

Acceso Directo a Memoria

En la técnica de Acceso Directo a Memoria (DMA), el módulo E/S intercambia datos directamente con la memoria principal de la computadora. Esto quiere decir, que a diferencia de las otras técnicas, el procesador no forma parte de las operaciones de E/S.

- **Inconvenientes de E/S programada y con interrupciones**

Se identifican dos inconvenientes que presenta la utilización de las técnicas de E/S programada y de E/S mediante interrupciones: La tasa de transferencia de E/S se limita a la velocidad de comprobación del procesador y el tiempo que le toma darle servicio al dispositivo.

El procesador debe dedicarse a la gestión de las transferencias de E/S, por lo que por cada transferencia se deben ejecutar transferencias de E/S.

- **Funcionamiento del DMA**

Para el funcionamiento de la técnica DMA, es necesario un módulo adicional en el bus del sistema, el cual puede imitar el funcionamiento del procesador. El DMA utiliza el mismo bus que el procesador, siempre que este último no lo esté utilizando.

56

Canales y Procesadores de E/S

Evolución

- El avance de la tecnología ha contribuido al aumento de la complejidad de los distintos dispositivos E/S. En este sentido, se habla de una evolución, la cual puede resumirse de la siguiente manera (Stallings, 2016):
- La CPU controla de forma directa al periférico, principalmente en dispositivos controlados por un microcontrolador.
- Se utiliza un controlador o un módulo E/S y se utiliza, principalmente, la técnica de E/S programada sin interrupciones. Se utiliza esta misma configuración, pero con interrupciones.
- El módulo E/S utiliza la técnica DMA, de modo que el procesador sólo se involucra al inicio y al final del proceso.
- Hay una mejora en el módulo E/S, de modo que este se comporte como si fuese un procesador.
- El módulo E/S cuenta con una memoria local, lo cual implica que el procesador se involucre menos en el control de los dispositivos E/S.

57

Arquitectura Apple vs Pc

Existen algunas diferencias entre la arquitectura utilizada en las computadoras que utilizan el sistema operativo macOS y los que utilizan el sistema operativo Windows. Debido a esto, conviene señalar las principales características de cada arquitectura, las cuales se resumirán a continuación.

59

Un canal E/S es capaz de ejecutar instrucciones relacionadas a los dispositivos E/S, por lo que puede tener el control total de las operaciones de E/S. Esto indica que el canal E/S toma el control de la transferencia de los datos.

Se pueden identificar dos tipos de canales:

- Canal selector: Controla diferentes tipos de dispositivos de alta velocidad y si es necesario, se puede encargar de la transferencia de datos con alguno de estos dispositivos. En este tipo de canal se requiere de un *controlador*, que funciona como un módulo E/S.
- Canal multiplexor: Controla múltiples dispositivos E/S al mismo tiempo y dependiendo de la velocidad del dispositivo, se puede clasificar en:
 - Multiplexor de byte: Consiste en la transmisión de caracteres hacia múltiples dispositivos, tan rápido como sea posible. Se utiliza en dispositivos lentos.
 - Multiplexor de bloque: Consiste en intercalar bloques de datos de diferentes dispositivos; se utiliza en dispositivos de alta velocidad.

Características

58

Arquitectura PC

- Utiliza el sistema operativo Microsoft Windows, desarrollado por la compañía Microsoft Corporation.
- Le permite a un solo usuario interactuar con el sistema operativo, con la posibilidad de ejecutar múltiples tareas a la vez.
- El software del sistema operativo se separa en dos grandes capas:
 - **Modo núcleo:** Parte del software que puede acceder a los datos del sistema y al hardware. Dentro de este se encuentra el núcleo que contiene los componentes principales del sistema operativo.
 - **Modo usuario:** Parte del software que está orientado a las aplicaciones que utiliza el usuario. En este modo se tiene un acceso limitado a los datos del sistema.
- Se basa en una arquitectura micrónúcleo modificada, lo cual quiere decir que cada una de las funciones es gestionada por un solo componente del sistema operativo. Debido a esto, Windows es considerado un sistema modular.

Arquitectura PC

- Utiliza el sistema operativo macOS, desarrollado por la empresa Apple Inc.
- Se basa en la *multitarea apropiativa*, que consiste en la asignación de periodos de ejecución a los procesos (Apple Computer Inc., 2001).
- A cada proceso se le asigna un *espacio de dirección*, de modo que estos no comparten memoria. Cada espacio de dirección está protegido, ya que ninguna otra aplicación puede modificar o acceder a la memoria (Apple Computer Inc., 2001).
- El núcleo tiene su propio espacio de dirección y ninguna aplicación puede modificar la memoria del software del sistema.
- El núcleo se compone de tres partes, definidas de acuerdo con las definiciones de (Apple Computer Inc., 2001):
 - **Mach:** Gestiona los recursos del procesador. Está basado en una arquitectura modular.
 - **BSD:** Provee las aplicaciones y servicios que utiliza el usuario como archivos del sistema, comunicación entre redes y políticas básicas de seguridad.
 - **Kit E/S:** Provee un marco de referencia para el desarrollo de controladores para diversos dispositivos.

60