

Organización del Procesador

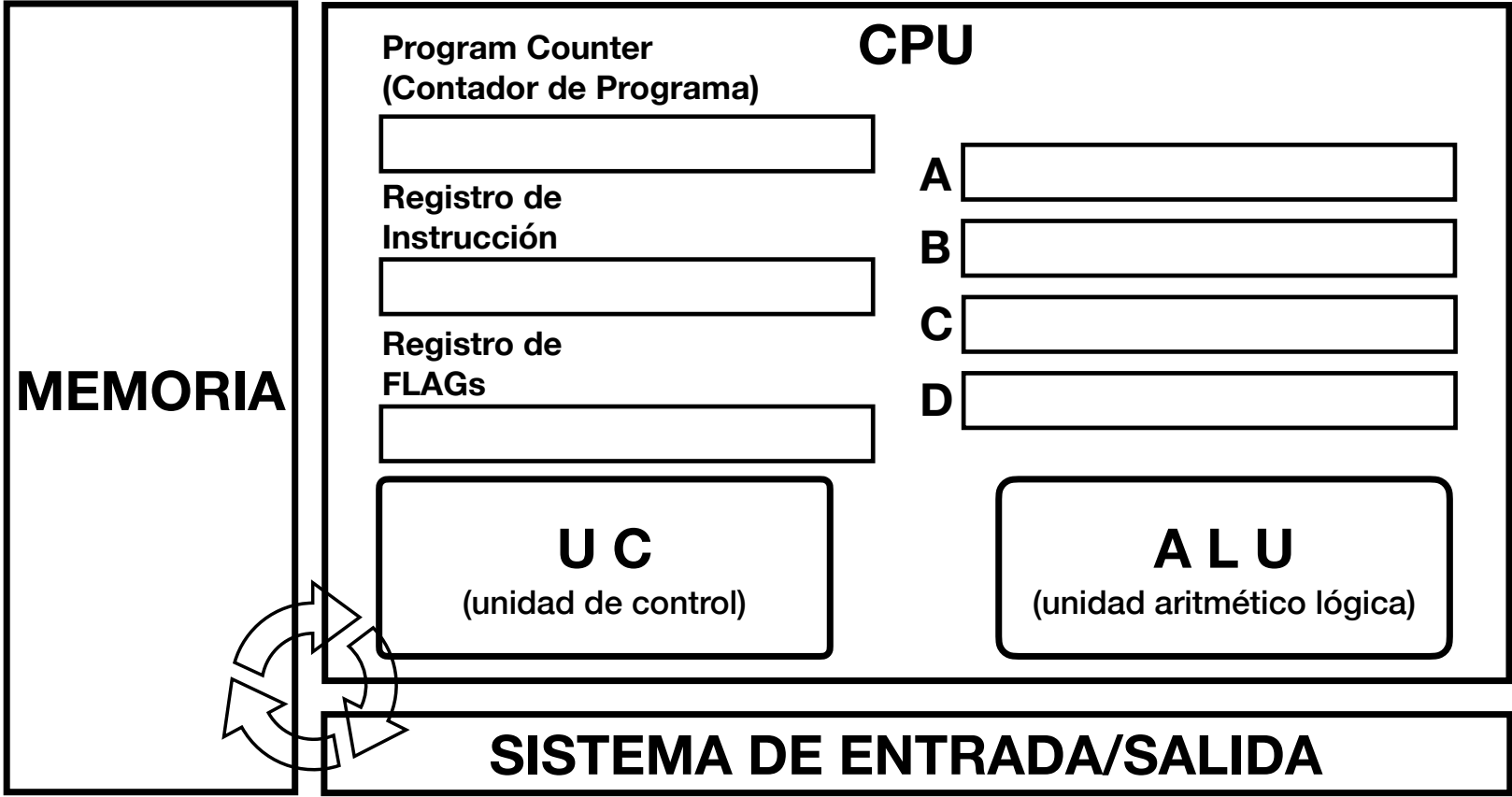
Funcionamiento abstracto de una computadora y Evolución de los procesadores

Departamento de Computación - UNRC

El camino a recorrer

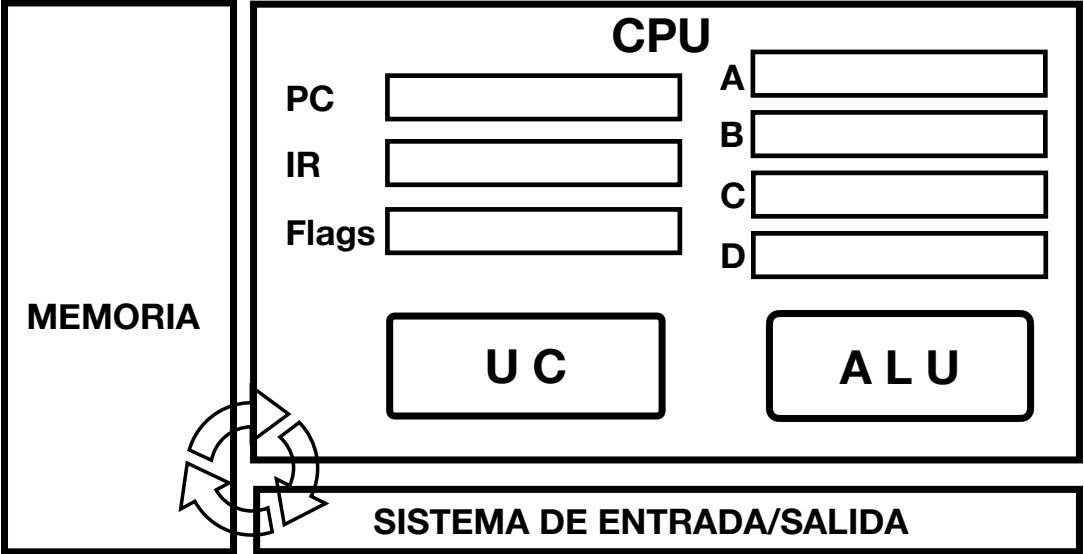
- Un poco de Historia y Sistemas Numéricos
- Introducción a la Electrónica
- Representación de Información
- Cómo computar utilizando la electricidad
- **Evolución y funcionamiento abstracto de una computadora**
- Assembly X86
- Micro-programación (cómo fabricar un procesador)
- Eficiencia
 - Pipelines
 - Memoria Caché
 - Memoria Virtual

Arquitectura von Neumann



John von Neumann: (1903-1957) Físico Matemático Húngaro, Estadounidense. Participó activamente en el proyecto ENIAC y en el desarrollo de la EDVAC, donde propuso el concepto de almacenamiento de programas y datos en la memoria de la computadora, sentando las bases de la arquitectura de von Neumann, que se convirtió en el modelo predominante en las computadoras modernas.

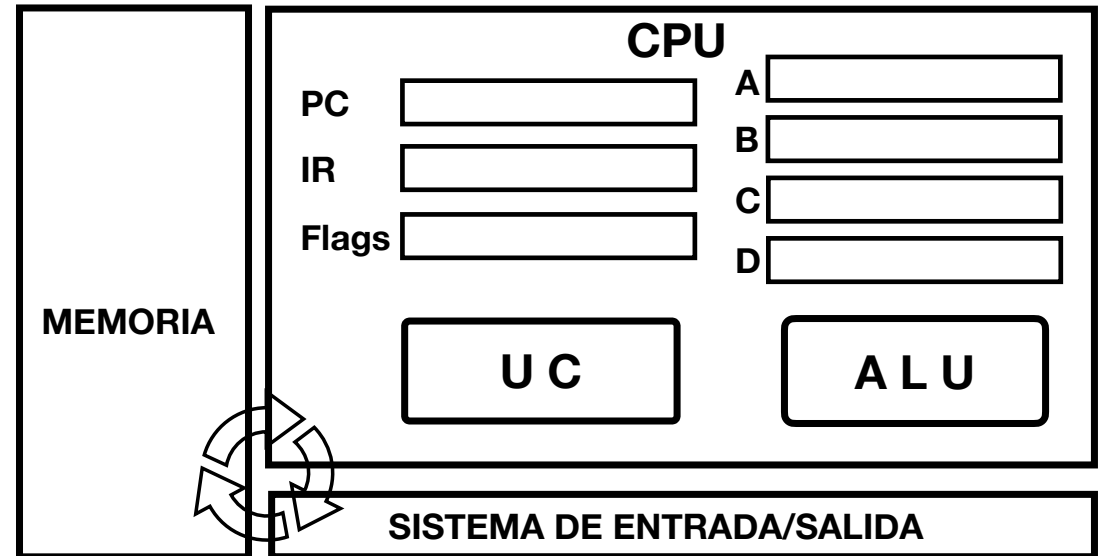
Arquitectura von Neumann



Arquitectura von Neumann

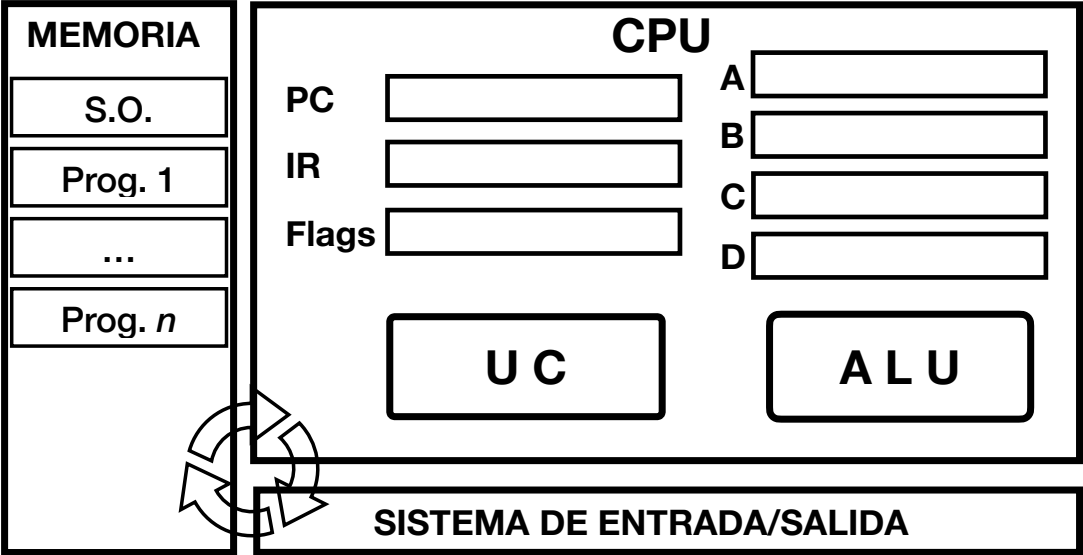
Fetch: La Unidad de control obtiene de la memoria la próxima instrucción que indica el *contador de programa* (**PC**) y la almacena en el Registro de Instrucción (**IR**). Finalmente actualiza el **PC** indicando la dirección de la próxima instrucción.

Decode: La Unidad de control decodifica la instrucción y obtiene de la memoria (si fuere necesario) la información que involucra dicha instrucción.



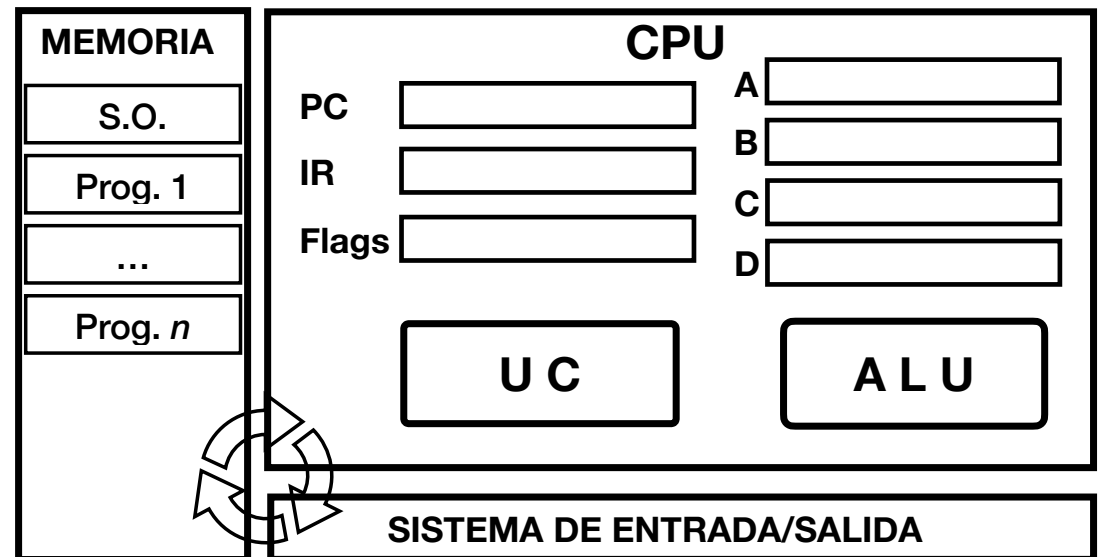
Execute: La ALU ejecuta (calcula) el resultado de la operación y lo almacena en un registro o memoria.

Funcionamiento abstracto de una computadora



Funcionamiento abstracto de una computadora

En su gran mayoría las computadoras modernas ejecutan constantemente un programa/proceso particular “**Sistema Operativo**” que se encarga de administrar el uso de los recursos utilizados por **otros programas** que ejecuta el usuario. Estos programas conviven en la memoria mientras son ejecutados.



La memoria

La **memoria** es el espacio de trabajo donde se almacenan los datos y los programa que ejecuta una computadora. Desde las primeras memorias a la actualidad, la memoria se divide en celdas direccionables que pueden almacenar **8bits (1byte)**.

Dependiendo del tamaño de los registros (arquitectura) que disponemos para referenciar las celdas, es la cantidad de memoria que podemos utilizar (como máximo).

Por Ejemplo:

8 bits: 256 bytes de memoria

16 bits: 65536 bytes (64 *Kbytes*) de memoria

32 bits: 4294967296 bytes (4 *Gbytes*) de memoria

64 bits: 18446744073709551616 bytes(16,777,216 *Tbytes*) de memoria

Unidades de utilización de memoria

Debido al tamaño para la representación de información (enteros, flotantes, caracteres), usualmente se utilizan otros términos para referirnos a tamaños de memoria más grandes que 1 byte.

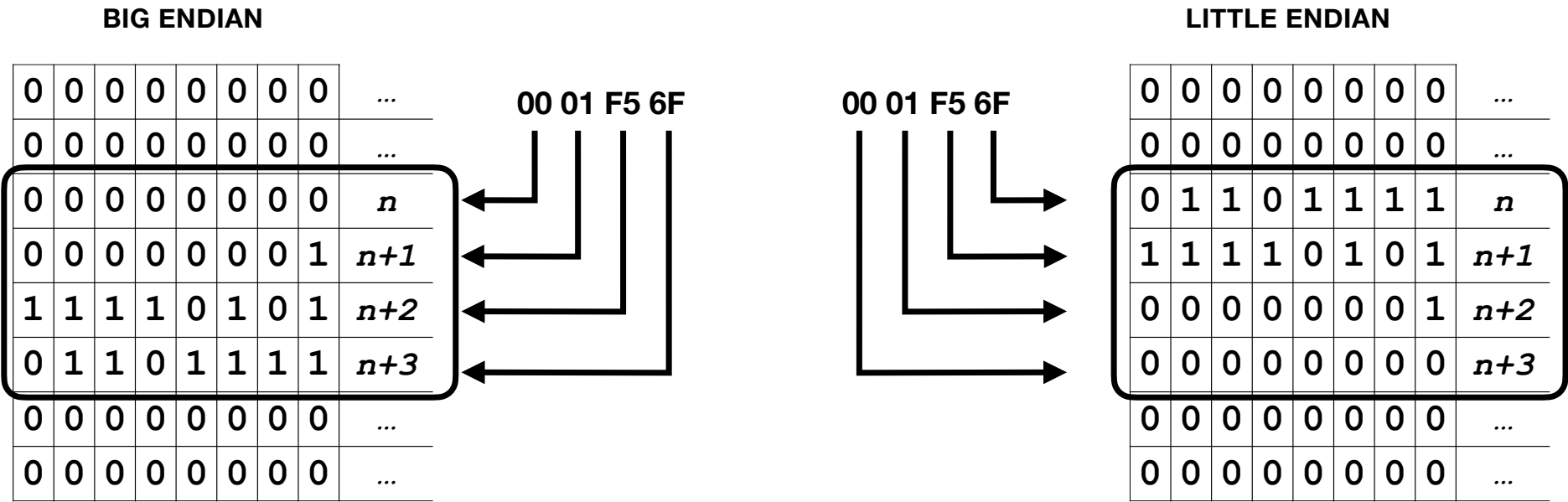
Unidad	Tamaño	Castellano
byte	8 <i>bits</i>	
word	2 bytes	palabra
double word	4 bytes	palabra doble
quad word	8 bytes	palabra cuádruple
paragraph	16 bytes	párrafo

La memoria (little vs big)

128367

00000000 00000001 11110101 01101111

00 01 F5 6F



Registros

Los **registros** son fundamentales en la arquitectura de un procesador, ya que representan las unidades de almacenamiento utilizadas para realizar operaciones. La cantidad de registros y su tamaño en bits varían entre diferentes procesadores, lo que se conoce como **tamaño de arquitectura**.

Además de los registros utilizados para las operaciones (registros de propósito general), también existen registros que desempeñan un papel importante en el seguimiento del proceso. Entre estos registros se encuentran los *FLAGS*, que almacenan información sobre el estado del procesador, registros para guardar *direcciones de memoria*, y registros que indican en qué *instrucción del programa* nos encontramos, entre otros ejemplos.

Unidad Aritmético-Lógica (ALU)

El módulo responsable de llevar a cabo operaciones aritmético-lógicas es esencial en cualquier procesador. En la actualidad, los procesadores modernos también incluyen co-procesadores, módulos más avanzados, diseñados para realizar de manera eficiente operaciones específicas, como las que involucran números racionales representados en punto flotante, entre otras funciones especializadas.

En los últimos años, ha surgido componentes esenciales en la arquitectura de los procesadores, que se podría considerar una extensión clave de la Unidad Lógica y Aritmética (ALU). Estas innovadoras adiciones al diseño de los procesadores se encargan de ejecutar operaciones específicas relacionadas con lo que hoy en día denominamos inteligencia artificial (IA) como así también operación criptográficas relacionadas a la seguridad de la información.

Unidad de Control

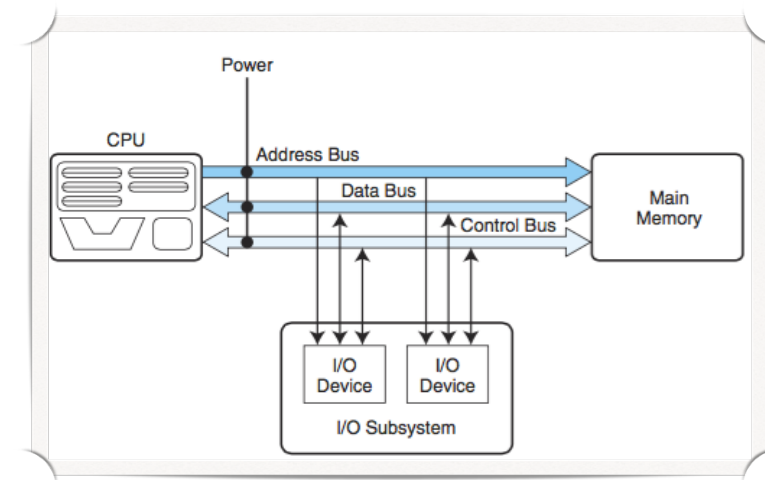
La **unidad de control** es el núcleo encargado de orquestar la sincronización precisa de todos los componentes esenciales para la ejecución fluida de un programa. Su función abarca desde la extracción de instrucciones del programa almacenadas en la memoria, pasando por la decodificación de estas instrucciones, hasta guardar la información relevante en los registros designados para que otros módulos puedan operar con ella de manera efectiva.

Además, esta unidad tiene el control total sobre el manejo de **interrupciones**, gestionando las pausas y cambios de flujo que puedan ocurrir durante la ejecución de los programas.

Bus de comunicación

La interconexión de todos los componentes dentro de una CPU es posible gracias al **BUS**, una infraestructura esencial que permite la comunicación eficiente entre los elementos del sistema. Sin embargo, el BUS no es una estructura estática; en su lugar, ofrece diversas configuraciones y presenta variantes de conexiones que influyen en la manera en que los componentes se comunican y colaboran entre sí.

Es importante tener en cuenta que cada una de estas conexiones dentro del BUS puede operar a diferentes velocidades. Esto significa que algunos componentes pueden comunicarse más rápidamente entre sí, lo que puede ser crucial para lograr un rendimiento óptimo.



Coordinación - Interrupciones

Los componentes interactúan con el procesador a través de un mecanismo fundamental conocido como **interrupciones**. Este mecanismo no solo se emplea para la ejecución regular de operaciones, sino también para manejar situaciones excepcionales. Entre los tipos de interrupciones más comunes que se encuentran en la mayoría de los sistemas informáticos, se destacan:

Requerimientos de Entrada/Salida: Estas interrupciones son esenciales para coordinar la comunicación entre el procesador y los dispositivos periféricos, como teclados, impresoras o discos duros, permitiendo que el procesador atienda las solicitudes de entrada o salida de datos.

Errores Aritméticos: Cuando se presenta un error durante una operación aritmética, como una división por cero, el sistema genera una interrupción para manejar este tipo de casos excepcionales.

Overflow o Underflow: Se generan cuando los cálculos superan los límites establecidos en la representación numérica, ya sea por desbordamiento (overflow) o por estar por debajo del rango de representación (underflow).

Detección de Inconsistencia por Paridad en Memoria: Para garantizar la integridad de los datos almacenados en la memoria, se emplea la paridad, y si se detecta alguna inconsistencia en los bits de paridad, se genera una interrupción para abordar este problema.

Acceso a Memoria Incorrecto: Si se intenta acceder a una ubicación de memoria no permitida o inválida, el sistema responde generando una interrupción, lo que permite al procesador tomar medidas para manejar esta situación incorrecta de acceso a memoria.

Conjuntos de Instrucciones - Lenguaje ensamblador (ASSEMBLY)

Cada procesador ofrece un **conjunto único de instrucciones**, que constituyen su lenguaje de operación. Aunque este conjunto de instrucciones puede variar considerablemente entre diferentes procesadores, en términos generales, todos proporcionan un conjunto básico de funcionalidades, incluyendo:

Transferencia de Datos entre la Memoria y los Registros: Las instrucciones permiten mover información de la memoria principal a los registros internos del procesador y viceversa, facilitando el acceso y la manipulación de los datos.

Operaciones Aritmético-Lógicas: Las instrucciones de este tipo permiten realizar cálculos aritméticos y operaciones lógicas, como sumar, restar, multiplicar, dividir, comparar, entre otras, lo que es esencial para llevar a cabo las tareas de procesamiento de datos.

Control de Programas: Las instrucciones de control permiten gestionar el flujo de ejecución del programa, permitiendo saltos condicionales o incondicionales, llamadas a subrutinas y otras operaciones para controlar la secuencia de instrucciones a ejecutar.

Transferencia de Entrada/Salida: Las instrucciones relacionadas con la entrada y salida permiten a los dispositivos periféricos comunicarse con el procesador, lo que es crucial para interactuar con dispositivos como teclados, pantallas, impresoras y otros componentes externos.

Evolución de los Procesadores - 8080

El **Intel 8080** es un microprocesador histórico que se lanzó en 1974, marcando un hito en la industria de la computación.

Arquitectura de 8 bits: El 8080 es un procesador de 8 bits.

Registro Acumulador: Similar al procesador 8086, el 8080 también tenía un registro acumulador (denominado A) que era fundamental para operaciones aritmético-lógicas.

Juego de Registros: El 8080 tenía una variedad de registros, incluido un par de registros de propósito general (B y C) y otros registros importantes, como el registro de pila (SP) y el registro de programa (PC) que contenía la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar.

Instrucciones de 1 a 3 bytes: El conjunto de instrucciones del 8080 estaba compuesto por instrucciones de 1 a 3 bytes de longitud, lo que facilitaba la programación y ejecución de código en este procesador.

Interfaz de Entrada/Salida: El 8080 ofrecía instrucciones específicas para manejar la entrada y salida de datos, lo que permitía la comunicación con dispositivos periféricos.

Popularidad: El procesador 8080 fue ampliamente utilizado en computadoras de la época, como el Altair 8800, que es famoso por ser una de las primeras computadoras personales.

Legado: El 8080 sentó las bases para la serie de procesadores x86 de Intel, que eventualmente llevaron al desarrollo de la arquitectura de procesadores que aún se utilizan en la actualidad.

Evolución de los Procesadores - 8086

El procesador **8086**, introducido en 1979, fue una pieza fundamental en la evolución de la computación. Poseía una arquitectura que utilizaba 16 bits para datos y 20 bits para direccionamiento de memoria, permitiendo acceder a un espacio de memoria de hasta 1 megabyte.

Entre sus elementos clave se encontraban cuatro registros de propósito general: **AX** (acumulador primario), **BX** (registro base para extensión de direcciones de memoria), **CX** (Contador) y **DX** (Datos). Además estos registros podían operar en mitades, lo que significa que podías trabajar con los bits superiores (AH, BH, CH, DH) o los bits inferiores (AL, BL, CL, DL).

El procesador también contaba con tres apuntadores esenciales: **SP** (Stack Pointer), **BP** (Base Pointer) y **IP** (Instruction Pointer) y utilizaba 2 registros especiales **SI** (Source index) y **DI** (Destination index) para operar con cadenas.

Finalmente, el estado de las operaciones se reflejaba en el registro FLAGS, que proporcionaba información valiosa sobre resultados, condición de igualdad, desbordamiento, signo, entre otros aspectos, lo que permitía a los programadores tomar decisiones basadas en el estado del procesador.

Evolución de los Procesadores - 8086

El lenguaje ensamblador (o assembler) del procesador, junto con su ejecución, se organizaba en tres partes esenciales: **el segmento de código** (programa), el **segmento de datos** (donde se almacenaban los valores utilizados por el programa) y el **segmento de pila**, fundamental para gestionar la ejecución eficiente del programa. Para cada uno de estos segmentos, el procesador contaba con registros específicos: **CS** (Code Segment), **DS** (Data Segment) y **SS** (Stack Segment)

Es importante destacar que, hasta el procesador 8086, inclusive, **la memoria operaba en modo real**, un modo no protegido en el que los programas podían acceder a cualquier dirección de memoria, incluso a la memoria ocupada por otros programas en ejecución. Esto significa que, en ese entorno, un programa podía inadvertidamente o intencionalmente modificar o acceder a la memoria de otros programas, lo que podía resultar en comportamientos inesperados o problemas de seguridad.

Evolución de los Procesadores - 80286

El procesador **80286**, lanzado en 1982, representa un avance significativo respecto a su predecesor, el 8086, al introducir nuevas instrucciones y ofrecer características avanzadas que lo hacen una pieza fundamental en la evolución de los microprocesadores.

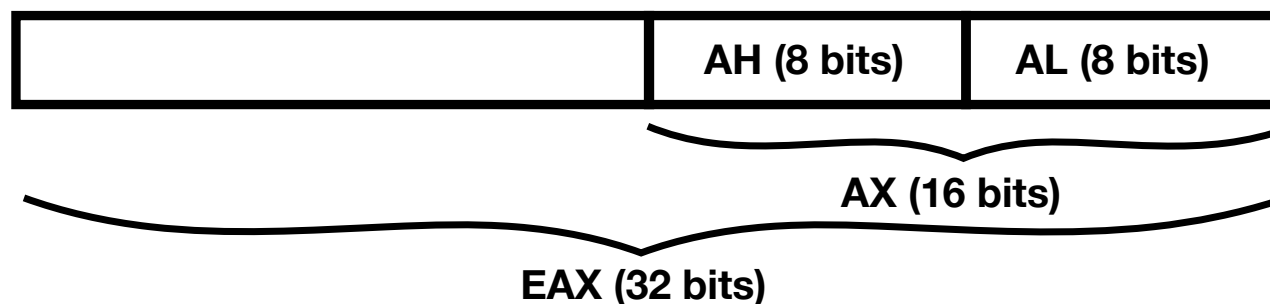
Una de sus características más destacadas es su capacidad para direccionar hasta **16 megabytes de memoria**, lo que marcó un importante aumento en la capacidad de acceso a datos y programas.

Sin embargo, una de las innovaciones más revolucionarias del 80286 es su **modo protegido**, que marcó un cambio radical en la forma en que el procesador interactúa con la memoria y los programas. Además daba soporte para Modos de Paginación lo que permitía utilizar de manera eficiente la memoria.

El 80286 sentó las bases para la arquitectura x86 que aún hoy en día prevalece en la mayoría de las computadoras personales.

Evolución de los Procesadores - 80386

El lanzamiento del procesador **Intel 80386** en 1985 marcó un hito significativo en la evolución de la arquitectura x86, estableciendo las bases para la era de los **32 bits** y contribuyendo a la creación de la arquitectura IA-32 (Intel Architecture 32 bits). Esta versión no solo introdujo la transición de 16 a 32 bits, sino que también mantuvo una notable compatibilidad con su predecesor, lo que facilitó la migración de aplicaciones y sistemas existentes. Aquí se detallan algunos aspectos clave del 80386



Evolución de los Procesadores - 80486 ...

La evolución de los procesadores de Intel, desde el 80486 hasta los modernos Core i7, ha sido un avance impresionante en términos de rendimiento, arquitectura y características innovadoras. La velocidad de operaciones fue un foco importante en esta evolución, pero también se introdujeron cambios sustanciales en otros aspectos para impulsar el rendimiento y la eficiencia en la ejecución de tareas. Aquí se presenta una visión más detallada de esta evolución:

Intel 80486: Introducido como una mejora del 386, el 80486 continuó enfocándose en la velocidad, lo que permitió un rendimiento más sólido en comparación con su predecesor. Además, estableció la base para las generaciones futuras al introducir el concepto de caché de nivel 1 (L1 cache) en el procesador, mejorando la velocidad de acceso a datos críticos.

Pentium: El Pentium, lanzado en 1993, fue un gran salto adelante en términos de rendimiento. Continuó con el enfoque en la velocidad de operaciones, pero también introdujo mejoras arquitectónicas, como la utilización de unidades de ejecución independientes para operaciones aritmético-lógicas y de coma flotante. Esto permitió un procesamiento más paralelo y eficiente.

Evolución de los Procesadores - 80486 ...

Pentium II, III, 4: Estas generaciones siguieron mejorando la arquitectura y velocidad, centrándose en optimizar el rendimiento en aplicaciones específicas, como gráficos y multimedia. El Pentium 4 también introdujo tecnologías como Hyper-Threading, que permitía a un núcleo de procesador ejecutar dos hilos simultáneos, aumentando el rendimiento en ciertos escenarios.

Itanium (IA-64): El lanzamiento del Itanium en 2001 introdujo una arquitectura radicalmente diferente, la IA-64, que tenía como objetivo proporcionar alto rendimiento en aplicaciones empresariales y científicas. Sin embargo, esta arquitectura fue paralela y coexistente con la arquitectura x86 (IA-32) que ya estaba muy establecida.

Evolución de los Procesadores - 80486 ...

Multinúcleo y Serie Core: A partir de la serie CoreDuo, Intel adoptó la estrategia de incorporar múltiples núcleos de ejecución en un solo chip. Esto revolucionó la forma en que se abordaba el rendimiento, permitiendo una mayor capacidad de procesamiento paralelo. Las posteriores generaciones, como Core2Duo, Core i3, i5 e i7, continuaron esta tendencia, brindando un equilibrio entre rendimiento y eficiencia energética.

Cache y Memoria: Un aspecto esencial en esta evolución fue la incorporación de memoria caché de alto rendimiento. La cache actúa como un buffer rápido entre el procesador y la memoria principal, reduciendo el tiempo de acceso a datos frecuentemente utilizados.

Evolución de los Procesadores - Otros procesadores RISC vs CISC

RISC (Reduced Instruction Set Computer):

- Enfoque en simplicidad y eficiencia.
- Utiliza un conjunto de instrucciones reducido y simple.
- Las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj (generalmente una instrucción por ciclo).
- Mayor cantidad de registros de propósito general para minimizar accesos a memoria.
- Optimizado para ejecución de instrucciones en paralelo.
- Fomenta la optimización del software para explotar características de ejecución eficiente.
- Ejemplos de arquitecturas RISC incluyen MIPS y ARM.

CISC (Complex Instruction Set Computer):

- Enfoque en la facilidad de programación y flexibilidad.
- Ofrece un conjunto de instrucciones más grande y complejo.
- Puede realizar operaciones más completas en una sola instrucción.
- Las instrucciones CISC pueden requerir múltiples ciclos de reloj para ejecutarse.
- Menor cantidad de registros, lo que puede aumentar los accesos a memoria.
- A menudo, utiliza microcódigo para implementar instrucciones complejas.
- Ejemplos de arquitecturas CISC incluyen x86 (Intel), SPARC (Oracle), y algunas versiones de PowerPC.

Evolución de los Procesadores - Otros procesadores

ARM: La arquitectura ARM (Advanced RISC Machine) es muy conocida por su eficiencia energética y se encuentra en la mayoría de los dispositivos móviles, como smartphones y tabletas. También se usa en sistemas integrados, microcontroladores y en servidores de baja potencia.

Power Architecture: Desarrollada por IBM, la arquitectura Power (anteriormente conocida como PowerPC) se usa en servidores, supercomputadoras y consolas de videojuegos. Tiene un enfoque en rendimiento y se encuentra en sistemas de alto rendimiento.

SPARC: Una arquitectura desarrollada por Sun Microsystems (ahora propiedad de Oracle). Se usaba en servidores y sistemas de estaciones de trabajo. Aunque su uso ha disminuido, todavía se encuentra en algunos sistemas empresariales.

MIPS: Una arquitectura conocida por su diseño RISC, se ha utilizado en sistemas integrados, routers, consolas de videojuegos y otros dispositivos.

RISC-V: Esta es una arquitectura de código abierto que ha ganado popularidad en los últimos años. Se destaca por su flexibilidad y su potencial para la investigación y la innovación en diseño de procesadores.