

# UT 01.- Introducción a los sistemas microinformáticos

## Contenido

Informática.....	2
Microinformática .....	2
Ordenador .....	2
Sistema Informático.....	2
Hardware.....	3
Electricidad .....	3
Electrónica .....	4
Transistor .....	4
Puertas lógicas.....	5
Chip o circuito integrado.....	5
Señales analógicas y señales digitales .....	6
Software .....	7
Algoritmos.....	7
Fundamentos estructurales y de funcionamiento.....	8
Unidad funcional .....	8
Arquitectura Von Neumann .....	8
Los buses.....	9
Arquitectura Harvard.....	9
Frecuencia del reloj del sistema.....	10
Unidad de memoria principal.....	11
Unidad Central de Proceso .....	14
Unidad de E/S.....	17
Comunicación ordenador-periféricos .....	18
Funcionamiento básico de un ordenador .....	19
Juego de instrucciones y tipos de acciones .....	20

# Informática

---

Según el diccionario de la RAE es el conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores.

Información + automática (máquina). Tecnología que versa sobre el tratamiento automatizado de la información.

## Microinformática

---

Es la informática basada en ordenadores que utilizan como unidad central de proceso (CPU) un microprocesador (se verá más adelante).

## Ordenador

---

O también **computador/a** es una máquina que genera una salida de información al aplicar una secuencia de operaciones lógicas y aritméticas (denominadas algoritmos) a un conjunto de datos inicial.

Es una máquina cuyo cometido es recibir unos datos, procesarlos y ofrecer los resultados de ese procesamiento.

En un ordenador se distinguen dos partes: hardware y software.

## Sistema Informático

---

Es un sistema que permite almacenar y procesar información; es el conjunto de partes interrelacionadas: hardware, software y personal informático.

El hardware incluye computadoras o cualquier tipo de dispositivo electrónico, incluyendo los sistemas de almacenamiento externo, etc. El software incluye al sistema operativo, firmware y aplicaciones, siendo especialmente importante los sistemas de gestión de bases de datos y cualquier información que tiene almacenada. Por último, el componente humano incluye al personal técnico que apoya y mantienen el sistema (analistas, programadores, operarios, etc.) y a los usuarios que lo utilizan.

# Hardware

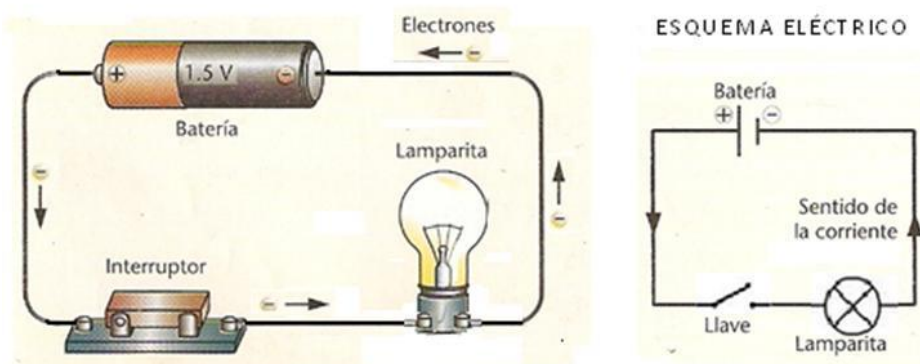
Son los componentes físicos del ordenador, lo que se puede tocar. El funcionamiento de estos componentes está basado en la electrónica (que a su vez está basada en la electricidad).

Son componentes con una parte electrónica y en algunos casos, otra mecánica (motor del disco duro o CD).

## Electricidad

Es la energía que se produce por el movimiento de electrones de un átomo a otro. Es una parte de la física. Tiene unas magnitudes medibles:

- Tensión: diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.
- Intensidad: cantidad de electrones que atraviesan una sección de material en una unidad de tiempo.
- Resistencia: oposición al paso de electrones que presenta un material.
- Hertzio, tratado como frecuencia de cambio del valor estas unidades.



**Ilustración 1** Circuito eléctrico simple y su esquema.

El ordenador utiliza la energía eléctrica como alimentación (para que funcione) y como información (para procesar).

La intensidad (I) se intenta reducir al mínimo (disminuir el consumo y el calor generado) para que el equipo funcione correctamente. Recuerda que, según la ley de Ohm, a más resistencia, menos intensidad.  $V = I \times R \rightarrow I = V / R$  (magnitudes inversamente proporcionales).

Dependiendo de cómo se comporte un determinado material con respecto a la oposición al paso de corriente a través de él, tenemos conductores, aislantes y semiconductores.

En el ordenador es especialmente reseñable el uso de semiconductores, materiales que se comportan como aislantes o conductores en función de diversos factores, como el campo eléctrico al que se someta.

## Electrónica

Es la parte de la física que estudia la energía de la electricidad para recibir y transmitir información.

Se usa como información la medida de alguna magnitud eléctrica (señal), normalmente la tensión (V).

## Transistor

El principal elemento electrónico que compone un ordenador es el transistor, un dispositivo que se usa principalmente como amplificador de señal, permitiendo controlar proporcionalmente en un rango de valores con un mínimo de energía un flujo de energía de mucha mayor magnitud.

En Informática nos interesa especialmente su uso como interruptor, funcionando en los límites de la amplificación.

En la Ilustración 2 se ve una imagen de un transistor real y su símbolo.

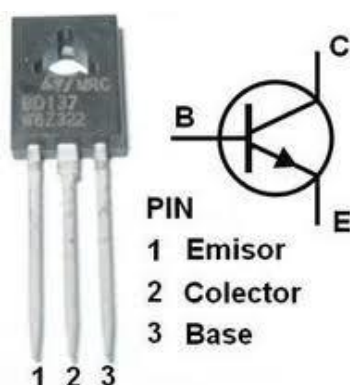


Ilustración 2 Transistor real y su símbolo

## Puertas lógicas

Es un dispositivo electrónico que ejecuta funciones matemáticas lógicas (o, y, not) o aritméticas (+, -, \*, /) principalmente. En la **Ilustración 3 Símbolo de una puerta lógica NAND y su implementación real con transistores** se presenta una implementación de una puerta lógica con transistores, su símbolo y su tabla de verdad. Como explicación de funcionamiento se muestra además el circuito eléctrico equivalente.

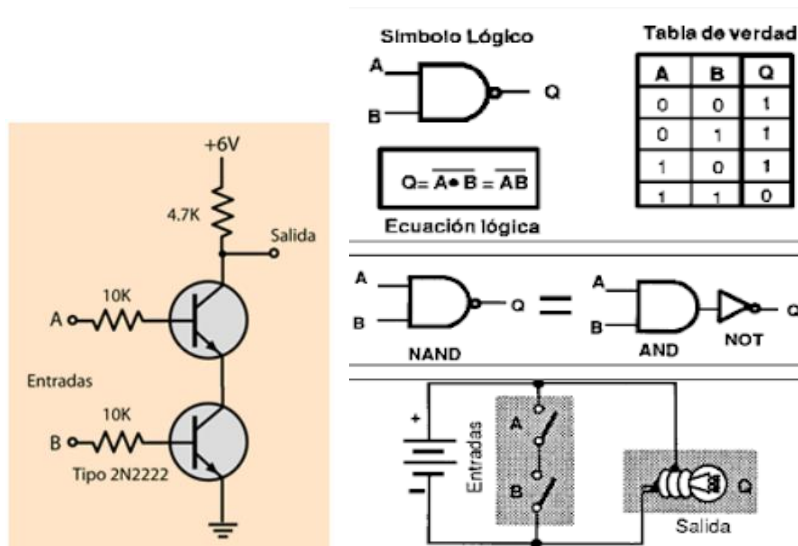
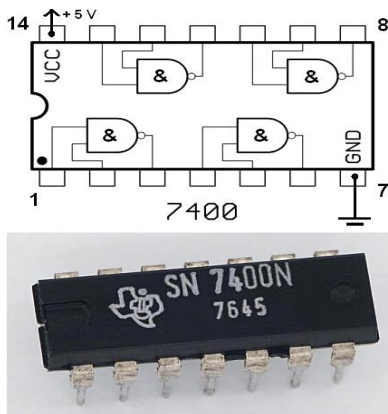


Ilustración 3 Símbolo de una puerta lógica NAND y su implementación real con transistores

## Chip o circuito integrado

También conocido como microchip, es una estructura de pequeñas dimensiones de material [semiconductor](#), normalmente silicio, de algunos milímetros cuadrados de superficie (área), sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante [fotolitografía](#) y que está protegida dentro de un encapsulado plástico o de cerámica. El encapsulado posee conductores metálicos apropiados para hacer conexión entre el circuito integrado y un [circuito impreso](#).

Para simplificar, entenderemos que contiene una gran cantidad de transistores miniaturizados ([en la actualidad 10<sup>9</sup>](#)) encapsulados en una oblea de silicio con conexiones.

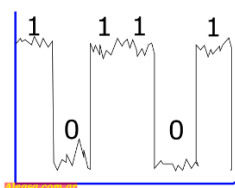


## Señales analógicas y señales digitales

Tomando como información una señal eléctrica, esta puede ser:

- Analógica: tiene Infinitos valores entre un rango (números reales ((decimales))).
- Digital: tiene solamente finitos valores dentro de un rango, principalmente dos, denominándose señal digital binaria, la base de los ordenadores actuales.

Por convenio, se toman los valores de señal próximos a 0V como un valor lógico y los valores muy distintos de 0V (5V o 3,3V, ahora incluso menos) como otro valor lógico. A estos dos valores les denominamos 0 y 1, o falso y verdadero. En la electrónica digital binaria, que es la que se usa en los equipos actuales, se trabaja con valores próximos (analógicos) a dos estados bien diferenciados (digitales).



Un **bit** es la unidad mínima de información empleada en este sistema binario. Un espacio donde se puede almacenar uno de esos dos valores.

# Software

---

Es el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas. Está formado por instrucciones y datos.

Conjunto de algoritmos programados en algún tipo de lenguaje comprensible por el ordenador, cuyo objetivo es realizar alguna tarea mediante operaciones sobre el hardware del ordenador.

Tanto las instrucciones como los datos estarán almacenados en conjuntos de 0 y 1 interpretables por el ordenador.

El software más importante de un ordenador es su sistema operativo (SO), que gestiona las distintas partes de un ordenador para hacer de intermediario con el usuario.

## Algoritmos

Es un conjunto de instrucciones o reglas definidas y no-ambiguas, ordenadas y **finitas** que permite, típicamente, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras tareas o actividades.

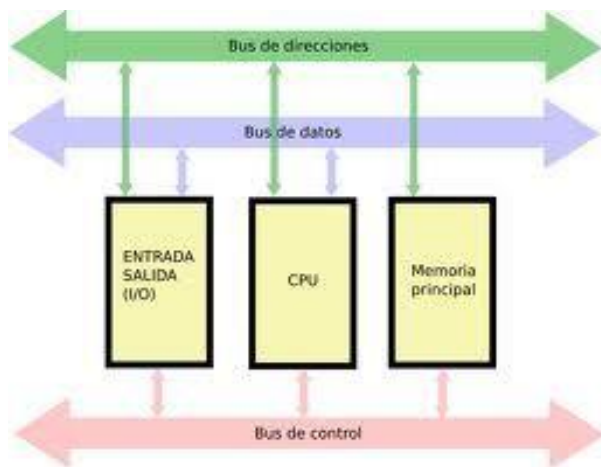
# Fundamentos estructurales y de funcionamiento

## Unidad funcional

Elementos que engloban a los componentes que desempeñan una misma función.

## Arquitectura Von Neumann

Es el modelo básico de construcción que define el comportamiento funcional de un equipo informático. Fue [publicada](#) en el año 1945 por [Von Neumann](#).



- **Unidad de entrada/salida (E/S):** la forman los elementos utilizados para introducir y/o mostrar la información.
- **Unidad de Memoria:** formada por elementos que almacenan la información. Guardan las instrucciones y los datos.
- **Unidad Central de Proceso (CPU):** conjunto de la Unidad Aritmético-Lógica y la Unidad de Control.
  - **Unidad Aritmético-Lógica:** realiza las operaciones que sean necesarias para procesar la información.
  - **Unidad de Control:** interpreta (decodifica) las órdenes y controla todos los pasos que dan las otras unidades



## Los buses

Un bus o canal es una vía de comunicación que comunica dos puntos. Pueden ser unos cables o un canal de un circuito.

Tipos:

- **Bus de datos:** transfiere datos entre los elementos del ordenador.
- **Bus de direcciones:** transfiere datos que son utilizados como direcciones de memoria entre la Unidad de Control y la Unidad de Memoria.
- **Bus de control:** emite señales de control que gobiernan el funcionamiento de las unidades. Sirven para que cada componente sepa en cada momento su tarea. Suelen ser ordenes de lectura o escritura.

Al conjunto de estos tres buses se le denomina **bus del sistema**.

Propiedades de un bus:

- Ancho de banda: cantidad de información que puede manipular simultáneamente.
- Frecuencia de trabajo: rapidez con la que puede transferir los datos. Se mide en Hz
- Tasa de transferencia: cantidad de información que puede enviar por unidad de tiempo (seg.)

Debe tener unas características acordes al procesador, para no provocar [cuellos de botella](#)

Según su grado de paralelismo tenemos:

- Buses serie: la información se transporta por el bus bit a bit → Ancho de banda de 1 bit.
- Buses paralelos: la información fluye por el bus en paquetes de N bits.

## Arquitectura Harvard

La arquitectura de Harvard es una composición de un ordenador siguiendo otro diseño distinto al de la arquitectura de Von Neumann, teniendo aun así similitudes. Básicamente la principal diferencia de esta arquitectura con la de Von Neumann es que las memorias de datos y de instrucciones están físicamente separadas.

En la Unidad de Memoria (UM) tenemos la Memoria de Datos (MD) y la Memoria de Instrucciones (MI).

Enlace: [Arquitectura Harvard](#)



Se suele encontrar esta arquitectura en microcontroladores y en los chips de los nuevos dispositivos móviles y el IoT (Internet de las cosas).

## Frecuencia del reloj del sistema

Ampliación:

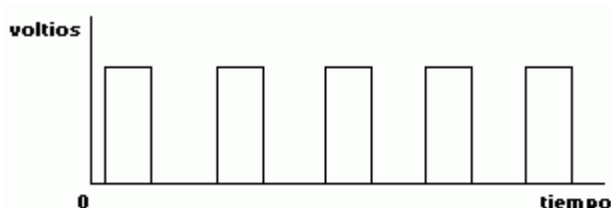
<https://www.intel.es/content/www/es/es/gaming/resources/cpu-clock-speed.html>

El Hercio (Hz) es la unidad de frecuencia, se refiere a “veces” por segundo.

El reloj es uno de los componentes más importantes del ordenador, pues es el que sincroniza y marca la velocidad de trabajo del ordenador.

La frecuencia del reloj es la velocidad en ciclos por segundos (Hz) a la que un microprocesador ejecuta los procesos necesarios para ejecutar las instrucciones y se sincronizan todos los diversos componentes del equipo. Durante cada ciclo se abren y cierran miles de millones de transistores dentro del procesador.

Como el ordenador está compuesto por elementos reales, esta velocidad la marca la velocidad de estos dispositivos de cambiar de estado.



Los procesadores modernos se mueven en un rango de varios miles de millones de hercios, para indicar sus valores es usual recurrir a los prefijos giga o mega (GHz/MHz).

Frecuencia	Operaciones/seg
1 Hz	1
1 KHz	1.000
1 MHz	1.000.000
1 GHz	1.000.000.000

Actualmente hay dos relojes, uno en el procesador y otro para el sistema.

A mayor frecuencia de reloj el ordenador prestará más rendimiento. Cuanto más rápido es el reloj, más instrucciones de la CPU puede ejecutar por segundo.

Lo normal es que una instrucción tarde en completarse varios ciclos de reloj. Como distintos diseños de CPU manejan de forma distinta las instrucciones, lo mejor es comparar velocidades de reloj dentro de la misma marca y generación de CPU.

## Unidad de memoria principal

La memoria principal se encarga de almacenar, de manera temporal, instrucciones y datos mientras se ejecuta un programa en el ordenador.

Es desde donde se leen las instrucciones y se leen y guardan los datos.

Un **registro** es un dispositivo electrónico donde se puede almacenar un número de bits que se utilizarán en conjunto durante las distintas operaciones que se llevan a cabo para ejecutar las instrucciones.

La memoria principal se organiza en forma de casilleros numerados (**registros de memoria**). Cada casillero recibe el nombre de **dirección de memoria**.

Sobre la memoria se pueden realizar 2 tipos de operaciones:

- **Lectura:** se accede a la información que contiene una determinada dirección de memoria para leer el contenido de ese registro.
- **Escritura:** se introduce información en ese registro.

El tipo de operación (lectura o escritura) se recibe por medio de una señal en el bus de control.

La posición (dirección de memoria) sobre la que operar se recibe por el bus de direcciones.

El dato para escribir o leer se pone en el bus de datos, en un registro de datos de memoria.

Mientras se escribe una posición no se puede leer.

Las celdas que componen los registros de memoria tienen un tamaño de 8 bits, aunque hay unidades mayores.

Se las denomina palabras de memoria.

Su tamaño es el ancho de palabra de memoria.

El mapa de memoria es el espacio de memoria al que se puede acceder y viene determinado por el tamaño del registro de direcciones de memoria.

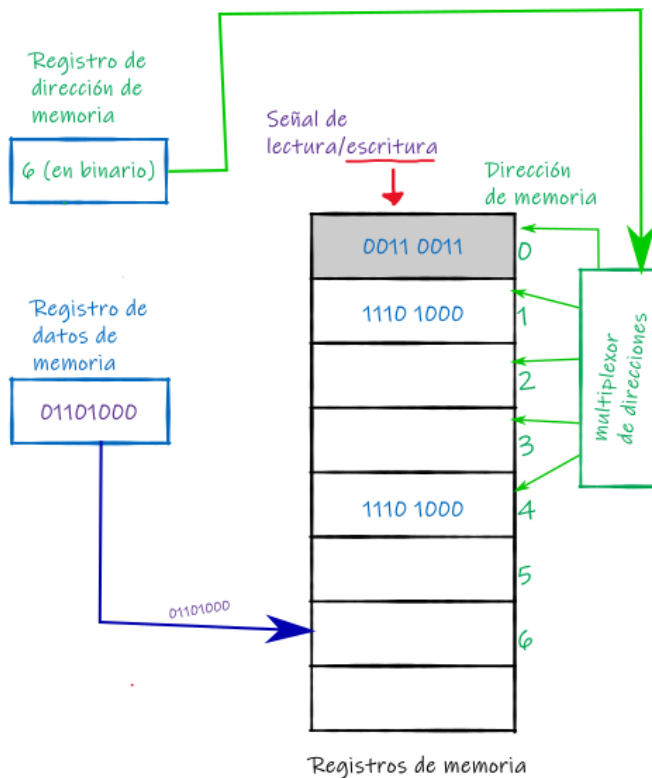
Ejemplo:

Si el registro de direcciones de memoria es de 8 bits:  $2^8 = 256$  celdas direccionables.

No confundir con el tamaño de bits en cada registro de memoria, que en este ejemplo es también de 8.

Este diseño implicaría que cada bus tiene 8 hilos (aunque se pinte sólo 1).

El paradigma de funcionamiento consta de los siguientes pasos:



Para escribir un dato en una posición de memoria:

- Se envía su dirección al registro de dirección de memoria.
- Se envía el dato al registro de datos de memoria
- Se envía la señal de control (escritura)

El contenido de la celda será sobrescrito con ese nuevo conjunto de bits.

Para leer un dato de una posición de memoria

- Se envía su dirección al registro de dirección de memoria.
- Se envía la señal de control (lectura)

El contenido del registro de datos de memoria será sobrescrito con el contenido de la posición de memoria seleccionada.

La implementación real de todos estos pasos dependiendo del diseño de la CPU y del bus.

## Unidad Central de Proceso

La unidad central de proceso (CPU) o procesador, ejecuta las instrucciones de una determinada arquitectura de propósito general.

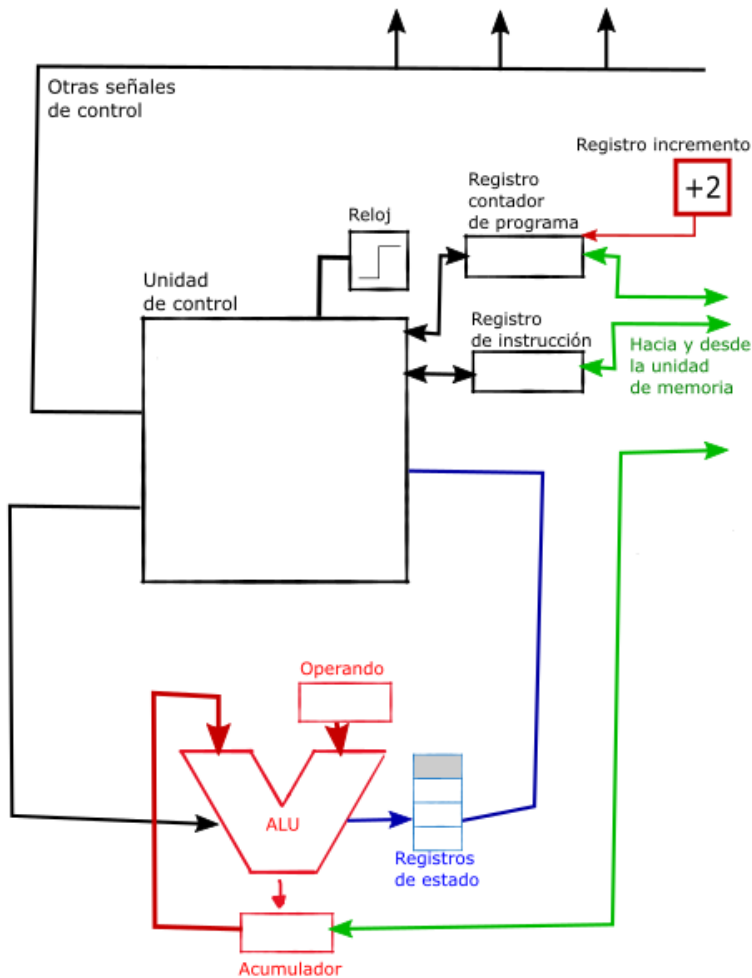
El termino de propósito general sirve para diferenciar la CPU de otros procesadores, como son los procesadores de E/S, cuyas funciones están más restringidas a un propósito específico.

En un diseño básico cada ordenador tiene una CPU (monoprocesador), pero actualmente abundan los equipos con más de una CPU (multiprocesador).

Curiosidad: [Ley de Moore](#)

La CPU se encarga de realizar las operaciones de cálculo y también controlar los flujos de datos entre los elementos que componen un ordenador. Su función principal es ejecutar el programa almacenado en la memoria principal.

La CPU interpreta y secuencia todos los pasos necesarios para ejecutar las instrucciones de los programas, efectúa operaciones aritméticas y lógicas con los datos y se comunica con el resto de las unidades funcionales del sistema.



Sus funciones básicas consisten en:

- Procesar los datos (ALU)
- Secuenciar su propio procesamiento (UC).

El paradigma básico de funcionamiento es el siguiente:

La **unidad aritmético-lógica (ALU)** se encarga de realizar una determinada operación aritmética (suma, resta, multiplicación, división) o lógica (AND, OR, XOR, NOT, ...) con los datos.

Esta unidad está dividida en tres subunidades que realizan las siguientes funciones:

- Operaciones de punto fijo: aritmética entera y cálculo de direcciones de memoria.
- Operaciones de punto flotante: aritmética con mantisa y exponente.
- Operaciones de longitud variable: aritmética decimal y operaciones sobre conjuntos de caracteres.

La **unidad de control (UC)** controla y secuencia el proceso, genera las señales necesarias para activar los componentes de la ALU en cada instante según corresponda, así como las señales para controlar otras unidades.

Trabaja en base al reloj maestro que sirve para sincronizar todas las operaciones del sistema.

Los registros de la CPU forman parte del procesador, y son un elemento de memoria que almacena un determinado número de bits (ancho de palabra). Las operaciones de lectura y escritura sobre estos registros son muy rápidas, le sirven a la unidad para no operar directamente con la información de la unidad de memoria, mejorando el rendimiento.

Suelen formarse grupos según su cometido:

- Uso general: no tienen una función específica, pudiendo almacenar cualquier tipo de información necesaria para el programa en ejecución. Puede haber restricciones según la operación (direccionamientos, punto flotante, etc.).
- Datos: sólo se usan para contener datos y no participan en el cálculo de direcciones de operandos.
- Direcciones: dedicados a modos de direccionamiento de memoria específicos. Ej.: registros índices y punteros de pila.
- [De estado](#) o códigos de condición: también denominados << flags >>. Son bits fijados mediante hardware de la ALU, que almacenan una alerta sobre la última operación realizada. Ej.: Zero, Negativo, acarreo, overflow (desbordamiento), o por algún elemento externo ([interrupción](#)).



## Unidad de E/S

El computador debe ser capaz de enviar y recibir datos para interactuar con el usuario o con otros sistemas. Para ello necesita una unidad de Entrada y Salida. Para ello se encarga de establecer una interfaz con unos dispositivos denominados periféricos.

Los periféricos en función de su propósito se clasifican en:

- **Periféricos de entrada (E):** introducen la información al ordenador. Ej.: teclado, scanner, etc.
- **Periféricos de salida (S):** muestran la información al usuario. Ej.: pantalla, impresora
- **Periféricos de entrada/salida (E/S):** actúan en ambos sentidos. Ej.: tarjeta de sonido, pantalla táctil, ...

Los periféricos en función del tipo se clasifican en:

- **Periféricos de comunicaciones:** establecen una comunicación entre usuarios a través de ordenadores.
- **Periféricos de almacenamiento:** se utilizan como memoria auxiliar a la principal del ordenador. Se pueden realizar en ellos operaciones de lectura y escritura.

El sistema que permite el intercambio de información entre cualquiera de los dispositivos y el ordenador consta de dos partes:

- **Interfaz:** se encarga de gestionar el intercambio de información entre el periférico y la CPU. También se denomina controlador del dispositivo o adaptador.
- **Controlador:** gestiona directamente el periférico. Es un sistema electrónico o mecánico.

La diferencia de velocidades de operación y de transmisión entre el ordenador y el periférico puede ser un gran inconveniente.

La gestión de la E/S es uno de los pilares del rendimiento de un ordenador, ya que todos los dispositivos compiten por el uso de la CPU.

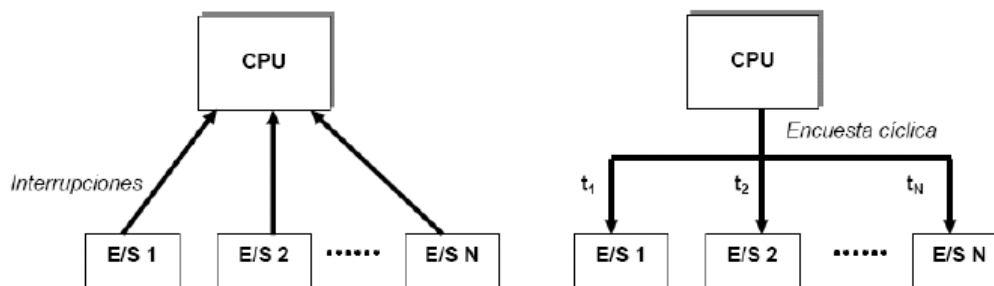
Hay tres formas de gestionarla:

- Bus de E/S: bus de uso específico para los dispositivos. Contiene líneas dedicadas para datos, direcciones y señales de control. No se ocupan otros buses.
- [E/S mapeada en memoria](#): la memoria y la interfaz del periférico comparten los buses y las puertas de E/S; se tratan como si fueran dirección de memoria (y se usan las mismas instrucciones).
- E/S aislada: cada uno de los dispositivos de E/S tiene un bus dedicado.
- 

## Comunicación ordenador-periféricos

El ordenador se comunica con los periféricos de dos formas:

- **Comunicación por interrupción:** Cada vez que el periférico necesita comunicarse con la CPU manda una señal (interrupción) que provoca que la CPU suspenda la ejecución de la tarea que está realizando para evaluar y atender la solicitud del periférico. Es una comunicación asíncrona.
- **Comunicación por encuesta (polling):** La CPU dedica periódicamente cierto tiempo a preguntar a los periféricos si desean comunicar alguna información. Se sincroniza la operación.



## Funcionamiento básico de un ordenador

La función básica que realiza un ordenador es la ejecución de programas. El programa está compuesto por un conjunto de instrucciones almacenadas en memoria. La CPU se encarga de ejecutar las instrucciones especificadas en el programa.

Este procesamiento de una instrucción consta de dos fases básicas:

- Fase 1. La CPU lee la instrucción de la memoria principal. Se produce una lectura de una posición de memoria, determinada por los datos almacenados en el registro Contador de Programa. Se aumenta el valor de este contador para cuando acabe la ejecución de esta instrucción leer la siguiente.
- Fase 2. La CPU ejecuta la instrucción. Esto supone la secuenciación (en varios ciclos) de varias *microoperaciones*, diversas ordenes emitidas por el bus de control a distintas unidades, dependiendo de la instrucción en concreto.

La ejecución de un programa supone la repetición de este proceso instrucción a instrucción.

## Procesamiento de instrucciones

Ampliando la información anterior, el ciclo de instrucción es el procesamiento, la secuenciación, que requiere una instrucción para ejecutarse. Está compuesto por los dos pasos que se denominan **ciclo de lectura** y **ciclo de ejecución**, que se corresponden con las dos fases del apartado anterior.

La ejecución de un programa sigue y sólo finaliza si:

- la máquina se apaga
- se produce algún tipo de error
- se encuentra una instrucción que detiene el ordenador (halt).

Los pasos que se ejecutan para el procesamiento de una instrucción son los siguientes:

1. Lectura de instrucción (instruction fetch): La CPU lee la instrucción desde su posición en memoria utilizando la dirección del contador de programa.
2. Cálculo de la dirección de la instrucción (instruction address calculation): Determina la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar. Normalmente, esto implica añadir

un número fijo a la dirección de la instrucción previa, la cantidad a sumar se almacena en el registro INC (incremento). Si las instrucciones tienen un tamaño de 32 bits y la memoria se organiza en palabras de 8 bits, son necesarias 4 palabras para guardar una instrucción, por lo que habrá que sumar 4 a la dirección previa para ir a la instrucción siguiente.

3. Decodificación de la operación indicada en la instrucción (instruction operation decoding): analiza la instrucción para determinar el tipo de operación a realizar y los operandos a utilizar.
4. Cálculo de la dirección del operando (operand address calculation): Si la instrucción implica una referencia a un operando en memoria o disponible mediante E/S, determina la dirección del operando (escribe el registro de dirección de memoria).
5. Lectura de operando (operand fetch): Lee el operando desde memoria (registro de datos de memoria -> operando) o de E/S.
6. Operación con los datos (data operation): Realiza la operación indicada en la instrucción. Habitualmente se realiza en la ALU con los datos obtenidos en las etapas anteriores. Tiene por tanto que secuenciar determinadas señales de control para que la ALU sepa qué hacer en cada momento.
7. Almacenamiento de operando (operand store): escribe el resultado en memoria o lo envía a través de un dispositivo de E/S.

## Juego de instrucciones y tipos de acciones

Las instrucciones, como toda la información que maneja el ordenador, están compuestas por un conjunto de bits. Estos códigos binarios especifican la tarea que se debe llevar a cabo.

Una vez que en la fase 1 del procesamiento de la instrucción, ésta es leída de memoria, se almacena en el registro de instrucción de la CPU para ser analizada y secuenciada su ejecución por la unidad de control.

Puede haber instrucciones de 4 tipos:

- **Transferencia CPU-Memoria:** transferencia de datos entre registros de la CPU y la memoria, en cualquier sentido.
- **Transferencia CPU-E/S:** transferencia de datos entre registros de la CPU y registros de la unidad de E/S.
- **Procesamiento de datos:** la CPU realiza alguna operación aritmética o lógica con los datos de los registros.
- **Control:** se altera la secuencia de ejecución alterando con esta instrucción el valor del contador del programa. No pasa a la siguiente instrucción sino a la dirección escrita en él durante la ejecución de una instrucción de este tipo. Por ejemplo: al evaluarse (operación lógica) el valor de una posición del registro de estado.

Se denomina juego de instrucciones al conjunto de instrucciones que es capaz de reconocer e interpretar una CPU. Se distinguen:

- **CPUs con arquitectura CISC:** juego de instrucciones complejo y lento
- **CPUs con arquitectura RISC:** juego de instrucciones simple y rápido

Ejemplo de juego de instrucciones del [microcontrolador](#) PIC16F84a



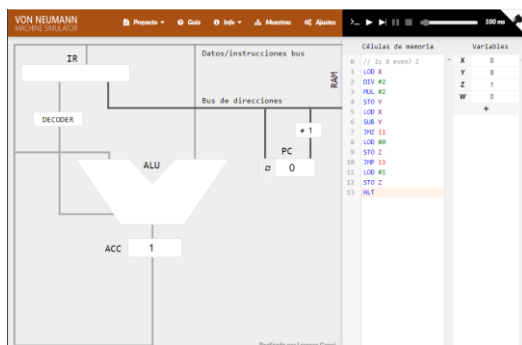
Table 29-1: Midrange Instruction Set

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Instruction Word				Status Affected	Notes	
			MSb		LSb				
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z	2
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z	1,2
DECf	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z	1,2
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2)	01	10bb	bfff	ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1 (2)	01	11bb	bfff	ffff		3
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS									
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk		
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	TO,PD	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO,PD	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z	

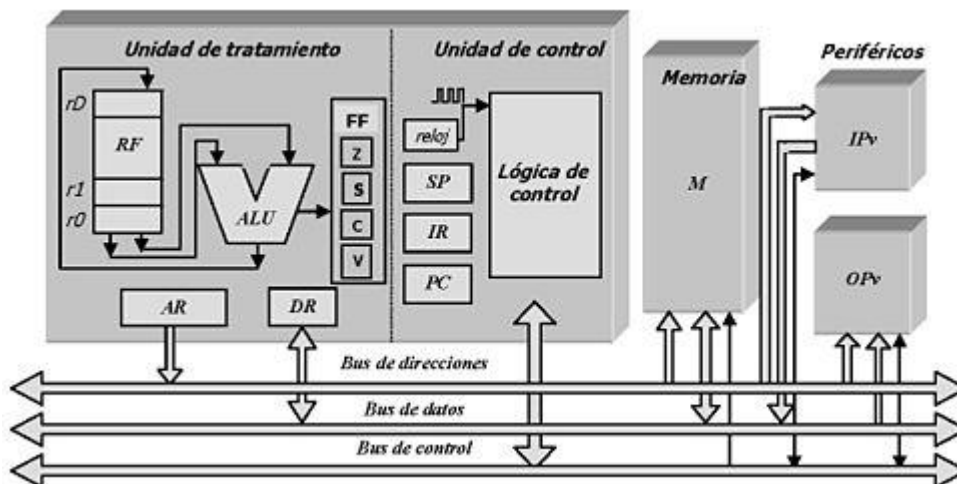
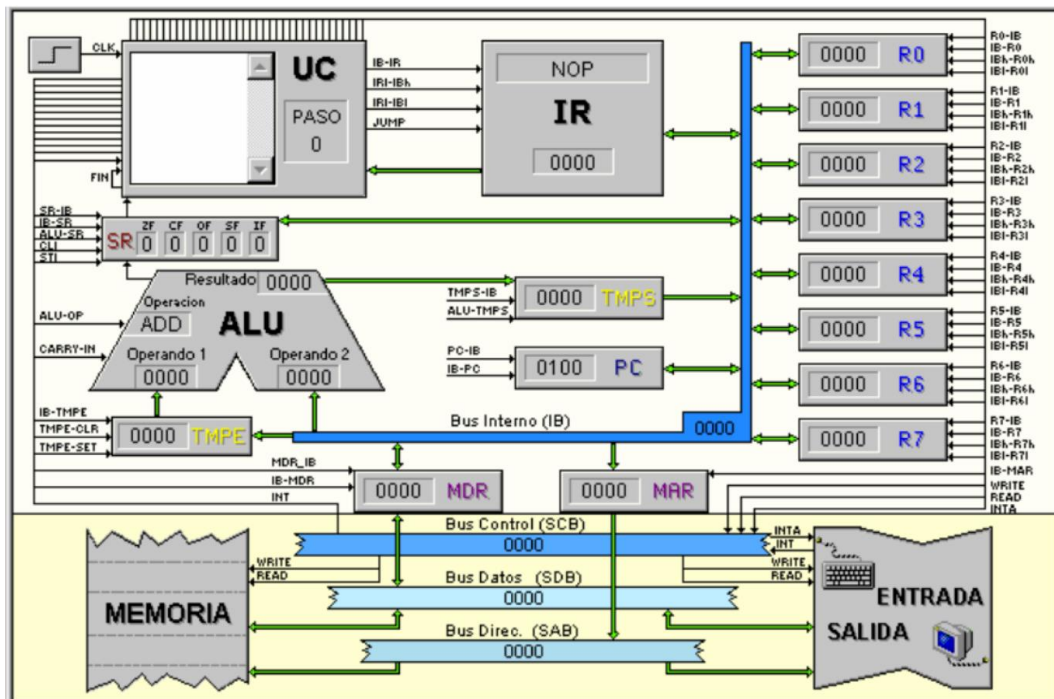
Tiene un número reducido de instrucciones

Usemos este simulador de máquina de Von Neuman para entender el proceso:

<http://vnsimulator.altervista.org/>



Otras imágenes de modelos simplificados:



Existen otros:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Code-2>

[https://wepsim.github.io/wepsim/ws\\_dist/wepsim-classic.html?mode=ep&example=11&notify=false#](https://wepsim.github.io/wepsim/ws_dist/wepsim-classic.html?mode=ep&example=11&notify=false#)