

Tema

SISTEMAS MICROPROGRAMABLES

1. Sistema microprogramable

En electrónica digital se pueden diferenciar dos lógicas:

Lógica cableada: En este tipo de lógica, para cada aplicación ha de diseñarse un circuito específico, que luego es muy difícil (o imposible) de modificar.

Lógica programada: En este tipo de lógica un mismo dispositivo o conjunto de dispositivos pueden resolver infinidad de problemas gracias a que pueden configurarse de distintas maneras programando su funcionamiento.

En términos generales un sistema microprogramable es un dispositivo o conjunto de dispositivos de propósito general, que según sea necesario se programan para resolver distintos problemas.

Podemos clasificar los sistemas microprogramables según el número de distintos circuitos integrados que lo forman, la capacidad de trabajo y el tratamiento de datos en:

- Dispositivos PLDs

- Microcontroladores

- Microprocesadores

2. Estructura microprocesador

El **microprocesador** (o simplemente procesador) es el circuito integrado central más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el «cerebro» de un ordenador.

La función del procesador es ejecutar instrucciones, realizar cálculos y coordinar el funcionamiento del resto de los dispositivos, de acuerdo a una programación.

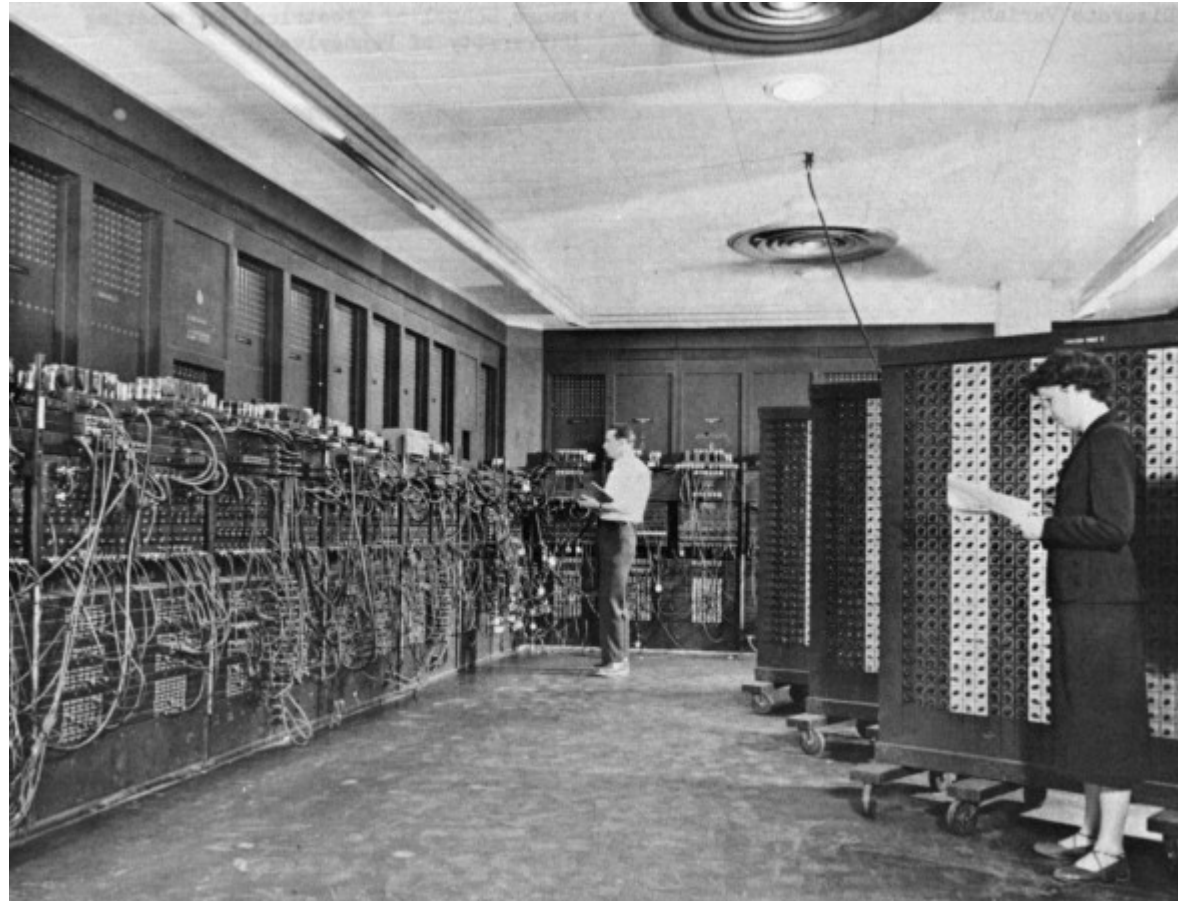
En la era de la Segunda Guerra Mundial habían tres corrientes paralelas en el desarrollo de la computadora, y dos fueron ignoradas en gran parte o deliberadamente mantenidas en secreto.

La primera fue el trabajo alemán de Konrad Zuse.

La segunda fue el desarrollo secreto de la computadora Colossus en el Reino Unido.

La tercera corriente de desarrollo de la computadora, el ENIAC y el EDVAC de Eckert y Mauchly, fue publicada extensamente.

1946: en la Universidad de Pensilvania se construye la ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), que fue la primera computadora electrónica de propósito general. Tenía más de 18.000 tubos de vacío, consumía 200 kW de energía eléctrica y requería todo un sistema de aire acondicionado; tenía la capacidad para realizar cinco mil operaciones aritméticas por segundo.

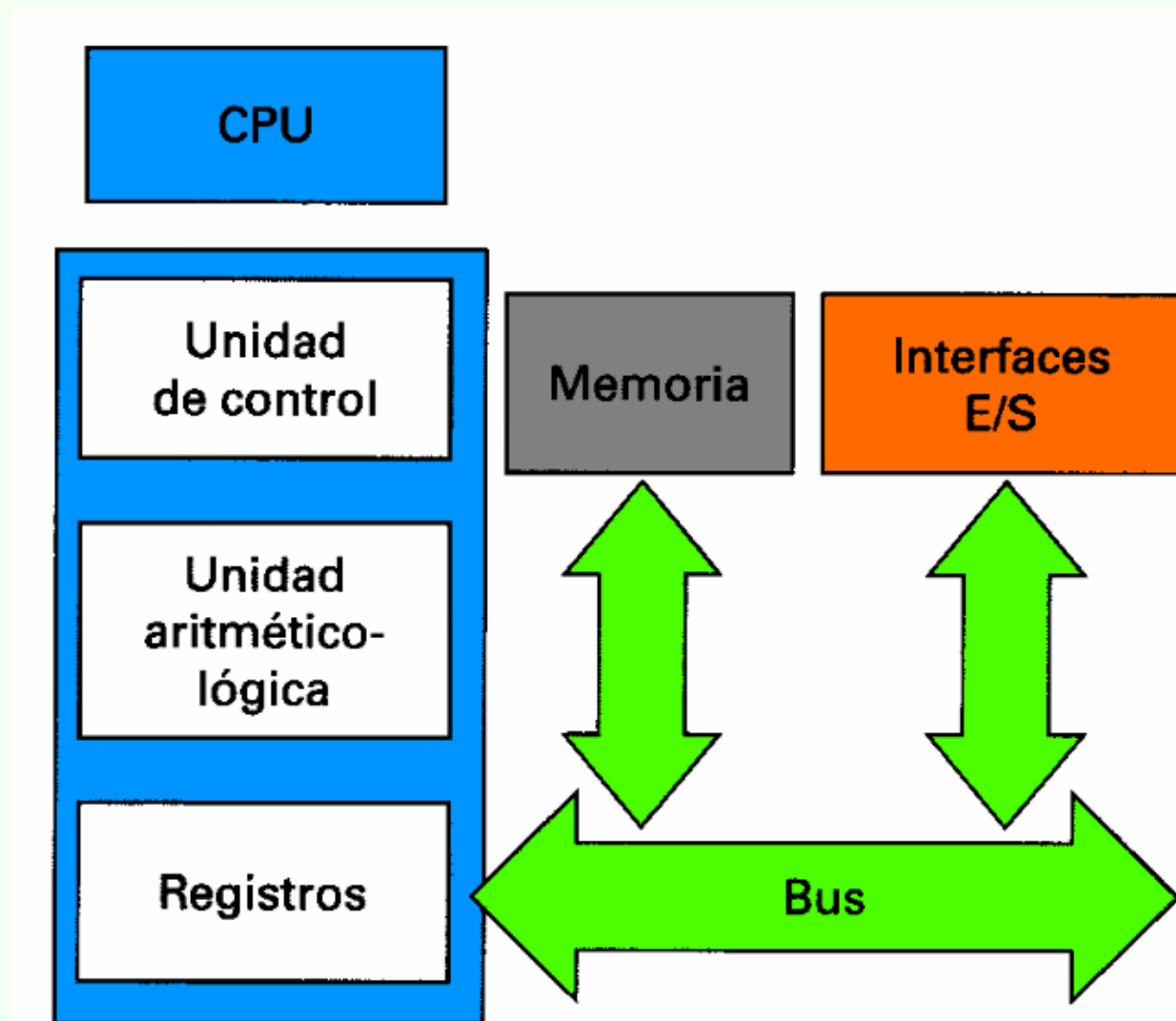


En el desarrollo del proyecto ENIAC colaboró von Neumann quién describió una estructura para conseguir una máquina de propósito general.

Propuso una solución a este problema, consistente en poner la información sobre las operaciones a realizar en la misma memoria utilizada para los datos, escribiéndola de la misma forma, es decir en código binario.

La estructura diseñada de esta forma se llamó arquitectura de Von Neumann

Arquitectura Von Neumann

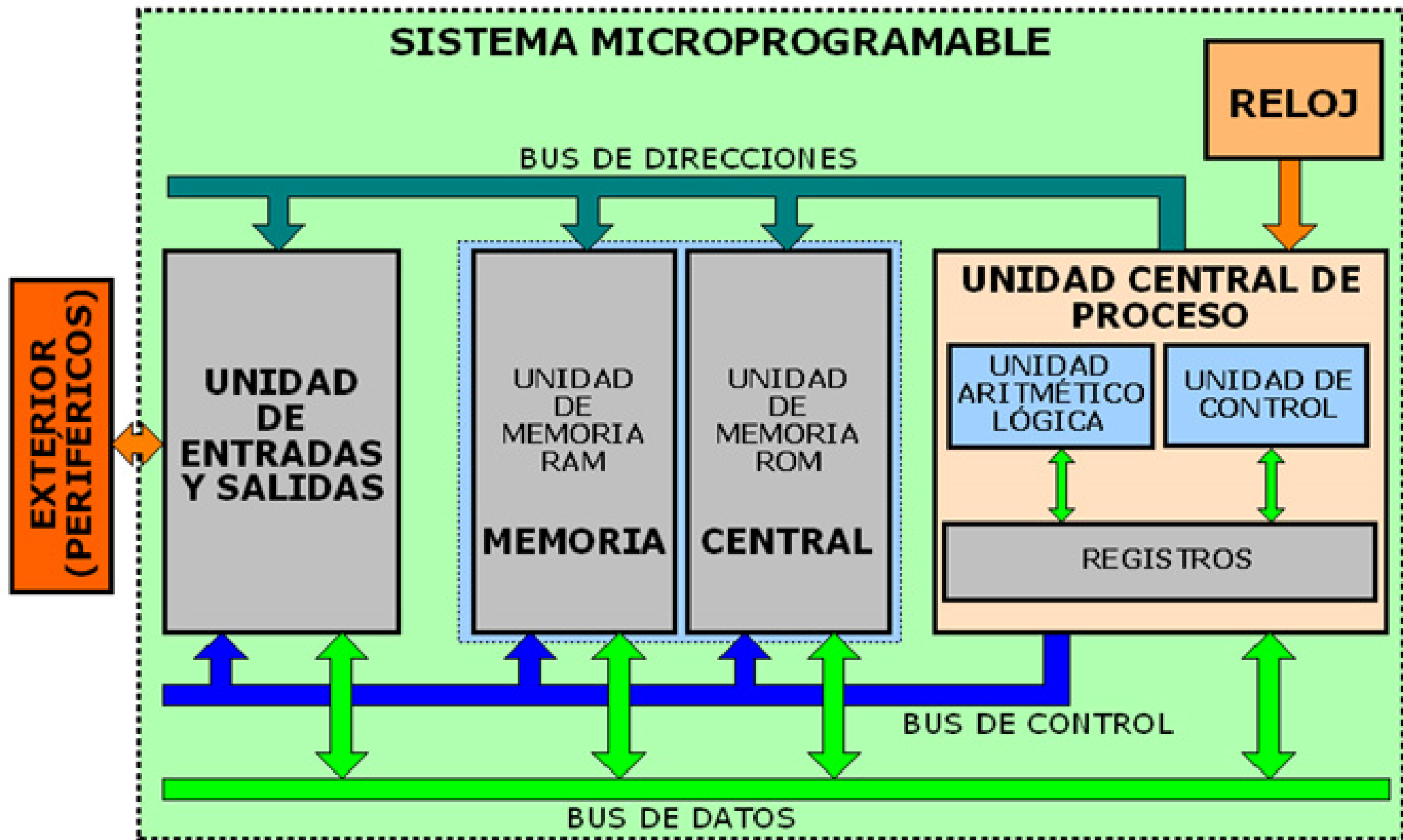


La **Unidad Central de Proceso (CPU)** que constituye el núcleo central del ordenador, es el que gobierna el funcionamiento de los demás componentes y realiza las operaciones básicas.

La **Memoria principal** es el lugar donde se almacena la información (datos e instrucciones).

Los **buses** son los medios (cables o pistas en circuitos impresos e integrados) encargados de transferir la información de un lugar a otro del ordenador.

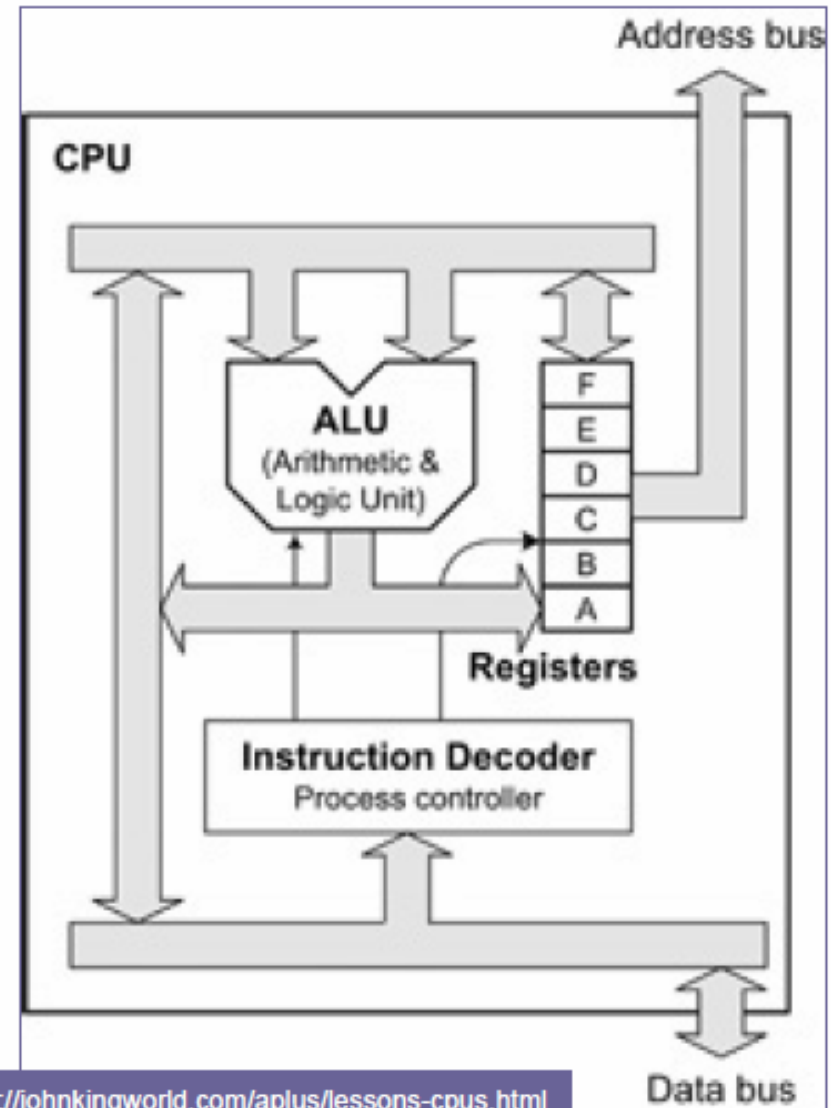
Los **periféricos** son los elementos que se encargan de la comunicación con el usuario (teclado, ratón, monitor, etc.) o con otros equipos informáticos (tarjetas de red).



➤ CPU : Unidad de Control + Unidad de Proceso + Registros



<http://perso.wanadoo.es/pictob/microprg.htm>



<http://johnkingworld.com/aplus/lessons-cpus.html>

Unidad de control, es la que se encarga del gobierno y funcionamiento del ordenador. Su función es buscar las instrucciones en la memoria principal, decodificarlas (interpretación) y ejecutarlas, empleando para ello la unidad de proceso.

ALU es la parte que ejecuta todos los cálculos numéricos y lógicos durante la operación del procesador.

Registros, son una serie de posiciones especiales de memoria, ubicadas físicamente dentro de la propia CPU, que permiten un acceso a operandos y lugares de almacenamiento de resultados mucho más veloz que si estuvieran en el sistema de memoria normal. Algunos de estos registros son de uso interno de la propia CPU y otros son accesibles y utilizables por el programador.

La arquitectura de von Neumann utiliza el mismo dispositivo de almacenamiento tanto para las instrucciones como para los datos.

La mayoría de computadoras modernas están basadas en esta arquitectura, aunque pueden incluir otros dispositivos adicionales (por ejemplo, para gestionar las interrupciones de dispositivos externos como ratón, teclado, etc).

El canal de transmisión de los datos entre CPU y memoria genera un cuello de botella para el rendimiento del procesador.

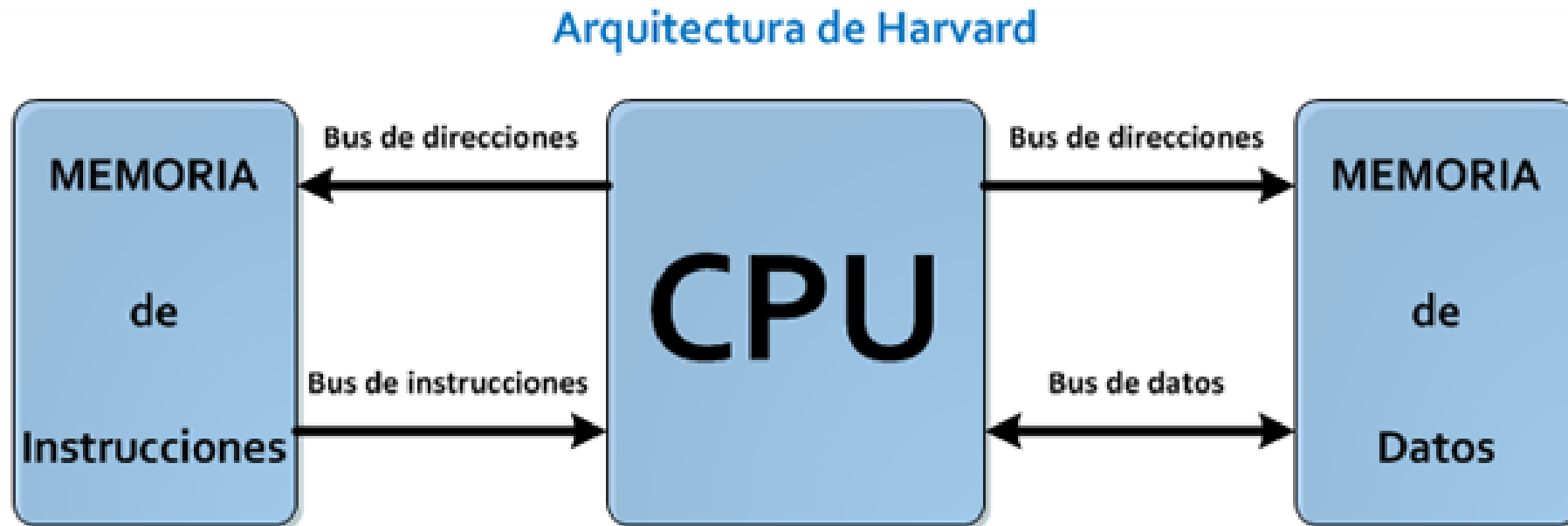
En la mayoría de computadoras modernas, la velocidad de comunicación entre la memoria y la CPU es más baja que la velocidad a la que puede trabajar esta última, reduciendo el rendimiento del procesador y limitando seriamente la velocidad de proceso eficaz.

El problema de funcionamiento se redujo introduciendo una memoria caché entre la CPU y la memoria principal

Arquitectura Harvard

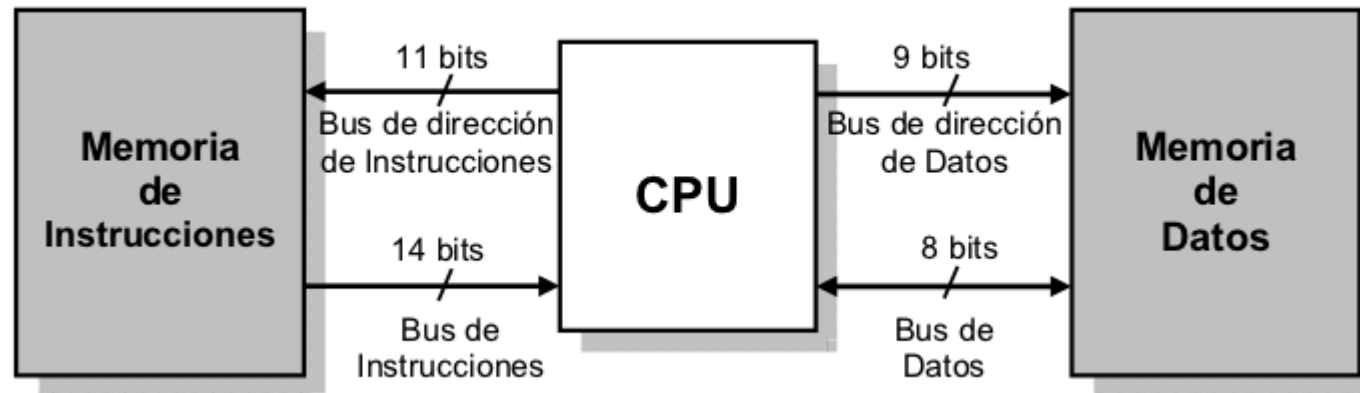
Se conoce como arquitectura de ejecución paralela.

Bus de direcciones y de datos separados en la arquitectura.

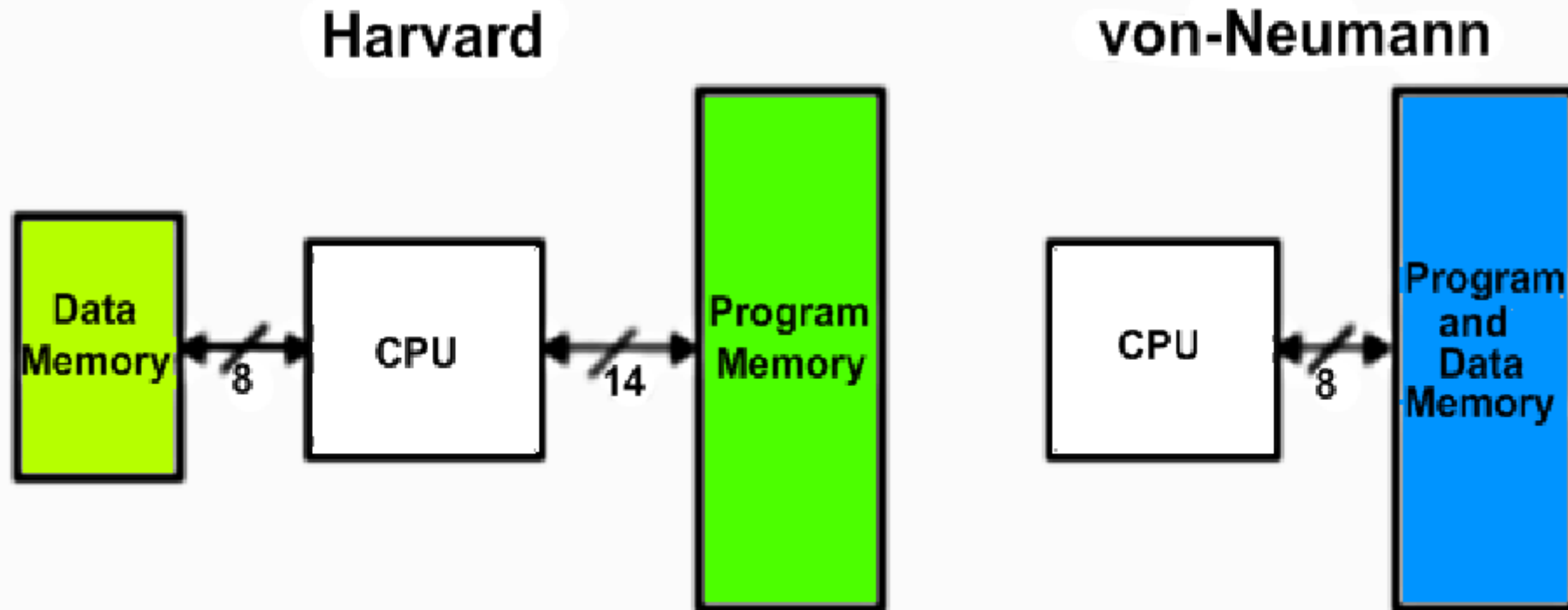


En la arquitectura Harvard son independientes la memoria de instrucciones y la memoria de datos y cada una dispone de su propio sistema de buses para el acceso.

Además de propiciar el paralelismo, permite la adecuación del tamaño de las palabras y los buses a los requerimientos específicos de las instrucciones y de los datos.

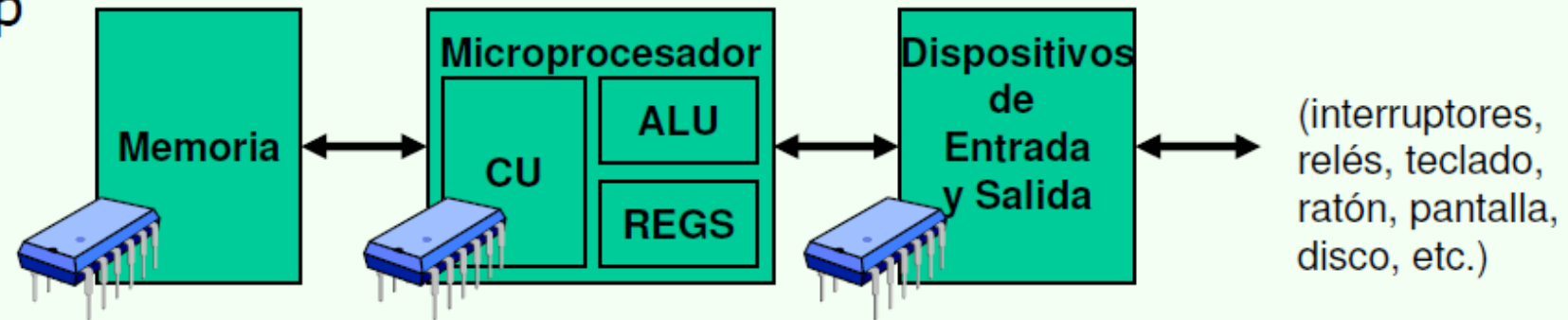


Harvard vs. Von Neumann Block Architectures

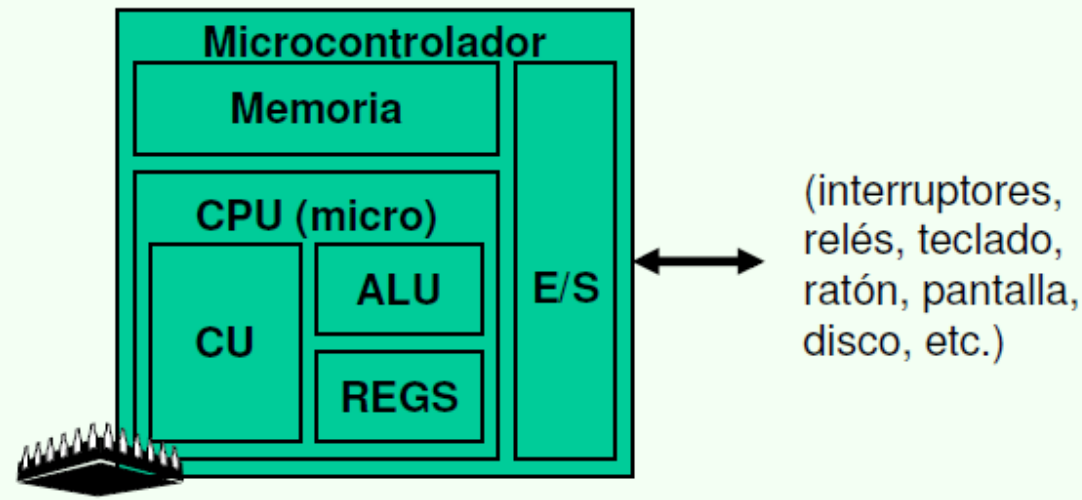


Microprocesadores y Microcontroladores

- **Microprocesador (uP):** circuito de computación integrado en un chip



- **Microcontrolador (uC):** Dispositivo integrado que incluye un microprocesador, memoria y dispositivos periféricos (dispositivos de entrada/salida, convertidores A/D, puertos de comunicación, etc.).



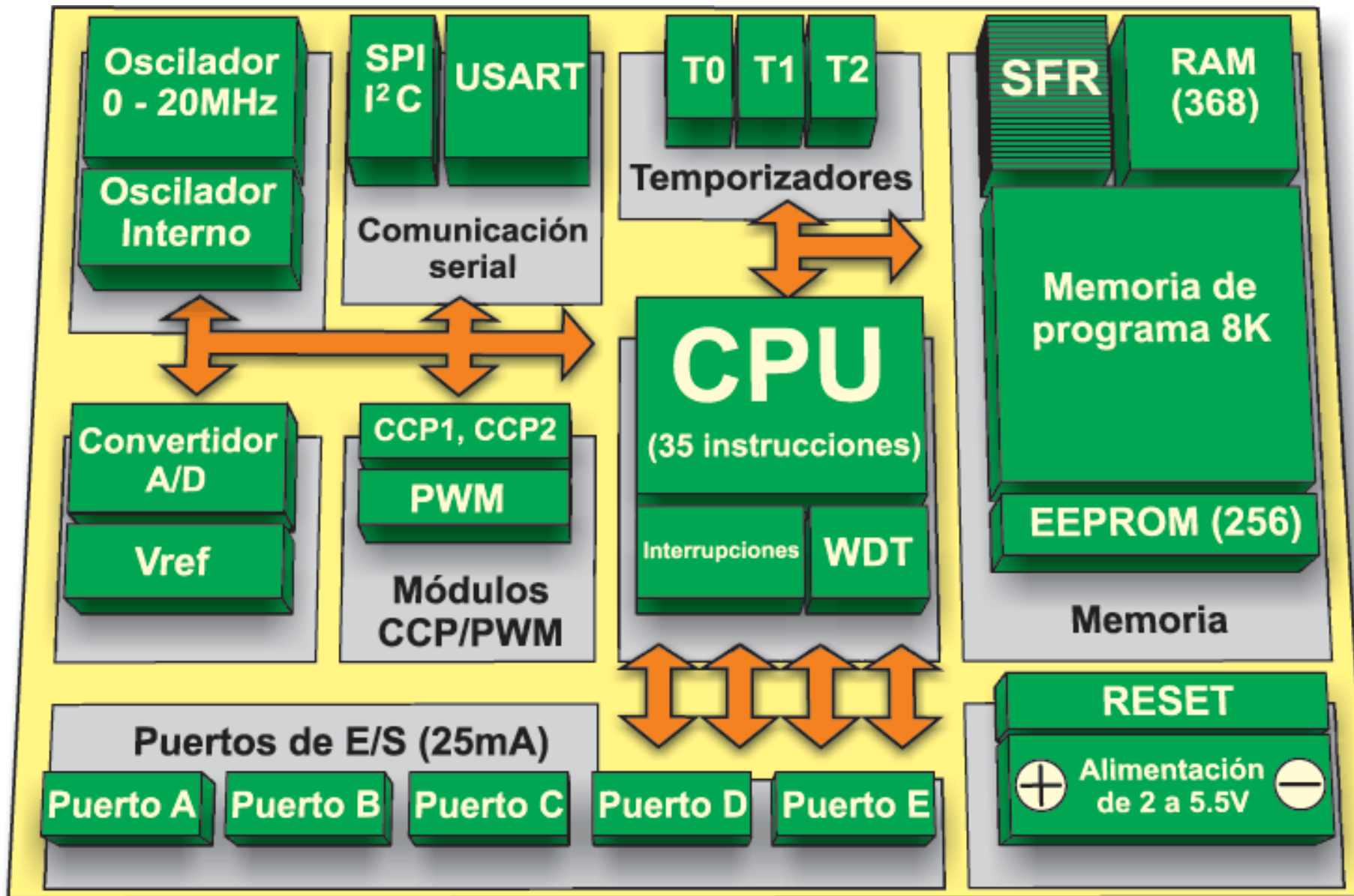
Diferencia entre microcontrolador y microprocesador

Para que un microprocesador sea usado, otros componentes como la memoria e interfaces, deben agregarse para recibir y enviar datos. En resumen, el microprocesador es el corazón de una computadora.

Por otro lado, el microcontrolador fue diseñado para ser todo eso en un solo chip. Ningún otro componente externo se necesita para su aplicación, porque todos los periféricos necesarios ya se construyen en él. Así, nosotros ahorramos el tiempo y el espacio que se necesitan para construir los dispositivos.

Micro (MCU) Vs Microprocesador (MPU)

- Ventajas de los MCUs:
 - Contienen embebido todo (o casi todo) lo necesario para funcionar, mientras que los MPUs dependen de hardware externo (memoria, I/O, ADCs, UARTs...).
 - Normalmente son más baratos que los MPUs.
- Desventajas de los MCUs:
 - Los MPUs suelen ser bastante más rápidos.
 - Menor libertad para usar hardware externo: hay que restringirse al embebido en el circuito integrado.
 - Menos genérico que un MPU.



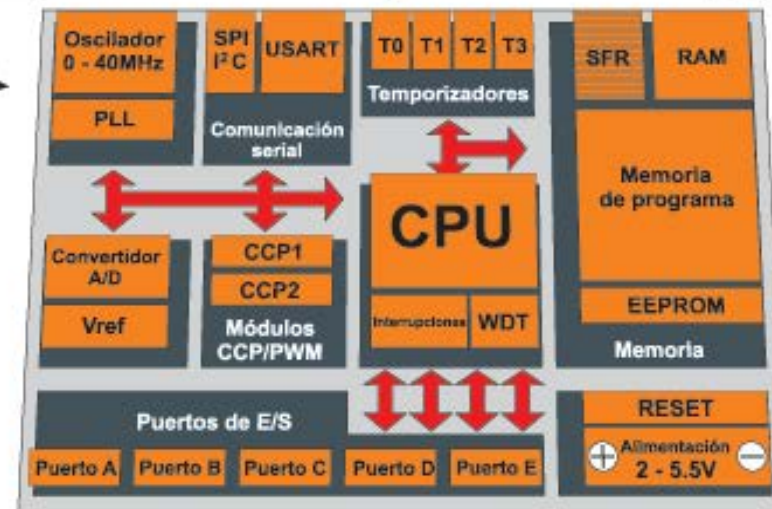
Convertidor A/D

Microprocesador

RAM

Oscilador
0 - 40MHz

Memoria
de programa



Microcontrolador

Elementos comunes en los microcontroladores:

ADC(convertidor Analogico Digital)

Puertos de comunicación

Puertos entrada/salida paralelos

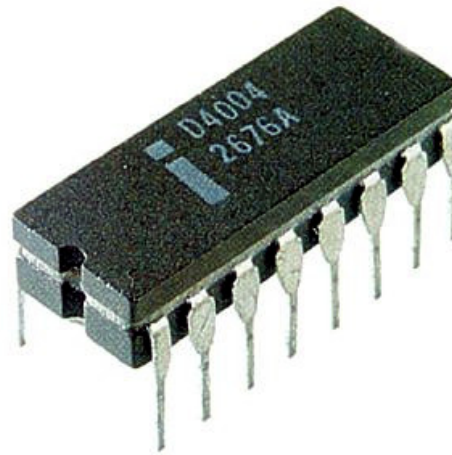
Comparador analógico.

Modulador de anchura de impulsos o PWM.

Temporizadores

4. Instrucciones microprocesador

Hasta los primeros años de la década de 1970 los diferentes componentes electrónicos que formaban un procesador no podían ser un único circuito integrado, era necesario utilizar dos o tres "chips" para hacer una CPU ("ALU" , "control Unit", "Register Bank", etc..).



En 1971 la compañía Intel consiguió por primera vez poner todos los transistores que constituían un procesador sobre un único circuito integrado, el "4004", nació el microprocesador.



1981: [IBM 5150](#) (el IBM PC)

Usaba el CPU Intel 8088 corriendo a 4,77 MHz, que contenía 29 000 transistores

Los microprocesadores Intel **8086** y **8088** se desarrollan a partir de un procesador anterior, el **8080** de 8 bits.

Poseen una arquitectura interna de 16 bits y pueden trabajar con operandos de 8 y 16 bits; una capacidad de direccionamiento de 20 bits (hasta 1 Mb) y comparten el mismo juego de instrucciones.

Disponen de 92 tipos de instrucciones

Instrucción	Función
AND	Realiza un <Y> lógico.
NOT	Realiza un <NO> lógico.
OR	Realiza una <O> lógica.
XOR	Realiza una <O> exclusiva .

Instrucción	Función
RCL	Rota a la izquierda a través del acarreo.
RCR	Rota a la derecha considerando el acarreo.
ROL	Rotación a la izquierda.
ROR	Rotación a la derecha.
SAL/SHL	Desplazamiento a la izquierda.
SAR/SHR	Desplazamiento hacia la derecha.

Instrucción	Función
ADC	Sumar dos operandos y añadir el acarreo.
ADD	Sumar dos operandos sin añadir el acarreo.
DEC	Decrementa operando en 1.
DIV	División sin signo.
IDIV	División considerando los signos de los operandos.
IMUL	Multiplicación considerando los signos de los operandos.
INC	Incrementa el operando en 1.
MUL	Multiplicación sin considerar los signos.
NEG	Cambiar el signo del operando.
SBB	Resta añadiendo el acarreo.
SUB	Resta sin acarreo.

Instrucción	Función
CMP	Comparar dos operandos y actualizar banderas.
CMPS	Comparar cadenas de un byte o de una palabra.
TEST	Comparar dos operandos utilizando operación AND.

Se denomina Arquitectura del Conjunto de Instrucciones (ISA - Instruction Set Architecture), o también conocido como Conjunto de Instrucciones o Juego de Instrucciones, al conjunto de instrucciones que tiene programadas el microprocesador y que es capaz de ejecutar.

- Instrucciones de transferencia de datos.
- Instrucciones aritméticas.
- Instrucciones lógicas.
- Instrucciones de control del flujo del programa (bifurcaciones, bucles, etc.)
- Instrucciones de entrada y salida

Los primeros microprocesadores de Intel son conocidos como los procesadores 'x86', definidos así por usar el mismo juego de instrucciones que, si bien ha ido evolucionando con los años, sigue utilizando muchas de las características originales.

La arquitectura de un ordenador está constituida por la arquitectura de su conjunto de instrucciones o ISA (del inglés Instruction Set Architecture) y su microarquitectura.

$$\text{Arquitectura del ordenador} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Arquitectura del conjunto de instrucciones (ISA)} \\ + \\ \text{Microarquitectura} \end{array} \right.$$

La arquitectura del conjunto de instrucciones (ISA) es una imagen abstracta del sistema de computación tal como sería visto por un programador en lenguaje máquina.

La **microarquitectura** muestra las partes constituyentes del sistema y cómo se interconectan e interoperan. La microarquitectura generalmente es representada empleando un diagrama de bloques que describe las interconexiones entre registros, buses y bloques funcionales de la máquina.

Diferentes ordenadores podrían tener una misma arquitectura del conjunto de instrucciones, y así ser capaces de ejecutar los mismos programas, sin embargo, pueden tener diferentes microarquitecturas.

Esas diferentes microarquitecturas (junto con los avances en las tecnologías de fabricación de semiconductores) son las que permiten que nuevas generaciones de procesadores puedan alcanzar mejores niveles de rendimiento comparadas con las generaciones previas.

Por ejemplo, x86 es la ISA de los procesadores Intel o AMD domésticos actuales, los cuales a su vez utilizan múltiples microarquitecturas, y ARM es la ISA de los procesadores de Samsung, Qualcomm, Apple, etc.

un chip ARM no entendería un programa o código escrito para un juego de instrucciones x86 aunque lo traduzcamos a formato binario.

Tipos conjuntos de instrucciones:

x86. Es la mínima necesaria para ser capaz de ejecutar el sistema operativo Windows. En concreto estas instrucciones trabajan con datos de 32 bits. También es conocido como IA-32.

x64. Es una extensión de la anterior para permitir trabajar con datos de 64 bits. También conocida por sus variantes AMD64, Intel 64, IA-64.

MMX. Las aplicaciones multimedia necesitan instrucciones que sean capaces de procesar muchos datos al mismo tiempo. Por ejemplo puedes sumar 8 números enteros de 8 bits con una sola instrucción.

3d Now. Es la respuesta de AMD a las MMX de Intel. Esta más avanzada que la anterior. Su objetivo es acelerar las aplicaciones que trabajan con sonido, video, etc.

SSE. Este conjunto y todos los que vienen después, SSE2, SSE3, SSE4, SSE4a vienen a añadir más posibilidades de aceleración a las aplicaciones multimedia. Están basadas en la experiencia dada por los creadores de esas aplicaciones que conocen aquellas instrucciones que más se usan.

AVX. Los registros son tan grandes que se trabaja con vectores en vez de con datos individuales. Estamos hablando de 256 bits. La nueva versión AVX2 la implementan los procesadores Bulldozer y Haswell.

AES. Este conjunto de instrucciones permite trabajar a tu procesador con aplicaciones criptográficas. Estas son utilizadas para que los datos y tu equipo estén más seguros que nunca.

Año	Microarquitectura	Clock MHz	Tecnologia nm	
1978	8086 (8086, 8088)	5	3000	
1993	P5 (Pentium)	200	800, 600, 350	
2008	Nehalem	3600	45	Core i7, Core i5, Core i3
2011	Sandy Bridge	4000	32	Core i7, Core i5, Core i3 2ª
2017	Coffee Lake	5000	14	Core i7, Core i5, Core i3 8ª
2019	Ice Lake	4100	10	Core i7, Core i5, Core i3 10ª

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_CPU_microarchitectures

INTEL'S NEXT MAJOR ARCHITECTURE



2006

MEROM

65nm



2008

NEHALEM

45nm



2011

SANDY BRIDGE

32nm



2013

HASWELL

22nm



2015

SKY LAKE

14nm



2019

ICE LAKE

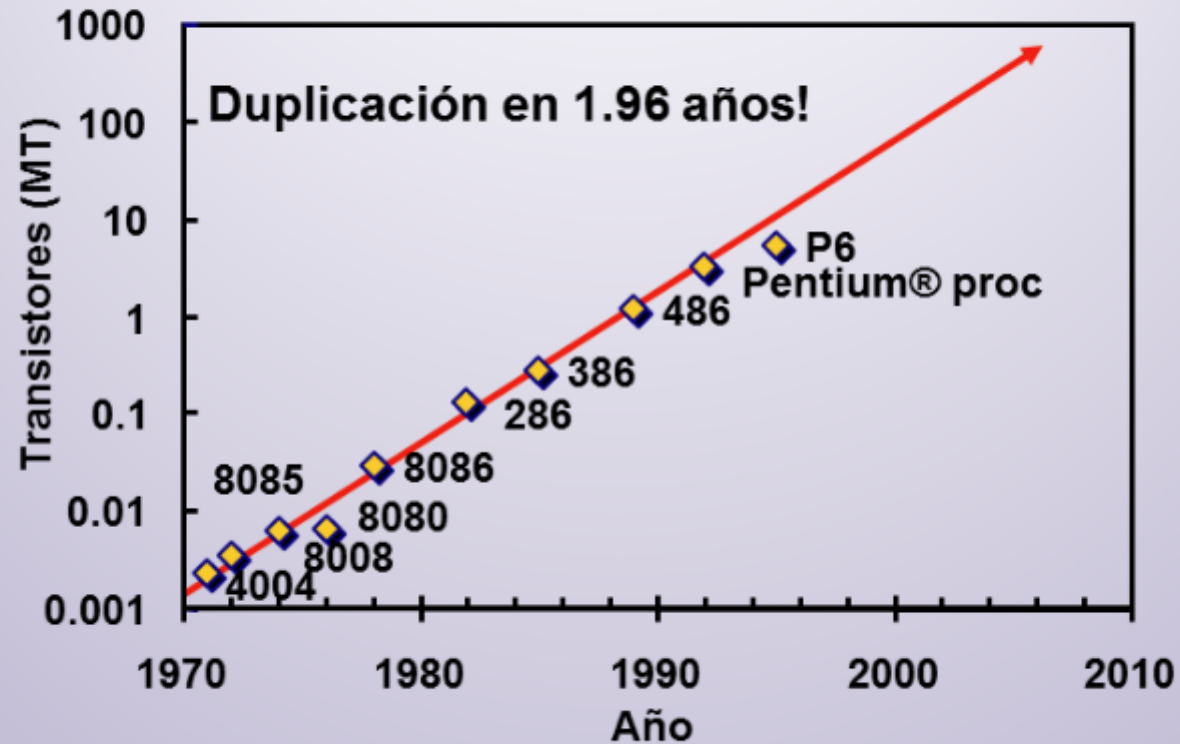
10nm



Modelo	Año	Tran.	Tran./mm ²	W.
Procesadores de 8 bits, era previa al PC				
4004	1971	2.300	192	0
8008	1972	3.500	219	1
8080	1974	6.000	300	0
Procesadores de PC de 16 bits				
8086	1979	29.000	879	1
80286	1982	134.000	2.851	3
Procesadores de PC de 32 bits				
80386DX	1986	275.000	2.670	1
80486DX	1989	1.200.000	14.815	3

Pentium	1993	3.200.000	10.884	13
Pentium II	1997	7.500.000	36.946	12
Pentium III	1999	28.000.000	264.151	16
Pentium 4	2000	42.000.000	193.548	52
Pentium 4 P.	2004	169.000.000	1.251.852	115
Procesadores de PC de 2 núcleos				
Core 2 Duo	2006	291.000.000	2.034.965	65
Procesadores de PC de 4 núcleos				
Core i7 N.	2008	774.000.000	2.614.865	45
Core i7	2011	995.000.000	4.606.481	95

Ley de Moore en Microprocesadores



El número de transistores en microprocesadores se duplica cada dos años

5. TIPOS ISA

Procesadores CISC/RISC

- CISC (Complex Instruction Set Computer)
 - Muchas instrucciones (hasta 80)
 - Instrucciones complejas y potentes
 - Cada instrucción necesita muchos ciclos de reloj para ejecutarse.
- RISC(Reduced Instruction Set Computer)
 - Pocas instrucciones (en los PIC 35)
 - Instrucciones sencillas
 - Se ejecutan en un sólo ciclo de reloj
 - Favorecen el pipeline

- **CISC (Complex Instruction Set Computer)**
 - Muchas instrucciones diferentes (sobre 80). Potentes y especializadas, algunas requieren muchos ciclos de ejecución.
 - Facilita la programación.
 - Código muy compacto
 - Mayoría de los fabricantes. Ejem. Motorola
- **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**
 - Pocas instrucciones muy sencillas. Ejecución rápida
 - La sencillez de las instrucciones permite liberar área de silicio para implementar características que mejoren las prestaciones.
 - Chips más baratos, de menor consumo, de menos pines.
 - Tendencia actual de la industria. Ejem. Microchip
- **SISC (Specific Instruction Set Computer)**
 - Juego instrucciones específico que potencia una aplicación concreta: facilidad y eficiencia en E/S, manipulación de bits, etc

Los microprocesadores CISC tienen un conjunto de instrucciones que se caracteriza por ser muy amplio y permitir operaciones complejas entre operandos situados en la memoria o en los registros internos, en contraposición a la arquitectura RISC.

Este tipo de arquitectura dificulta el paralelismo entre instrucciones

Los procesadores RISC (reduced instruction set computer) sólo usan instrucciones sencillas que se puedan ejecutar rápidamente. Un procesador es RISC cuando la misma instrucción que carga datos de memoria no realiza operaciones sobre ellos. Es necesario esperar a que otra realice el tratamiento de esos datos.

- Instrucciones de tamaño fijo y presentadas en un reducido número de formatos.
- Sólo las instrucciones de carga y almacenamiento acceden a la memoria de datos.

6. Lenguajes de programación

El lenguaje de máquina o código máquina es el sistema de códigos directamente interpretable por un circuito microprogramable, como el microprocesador de una computadora o el microcontrolador de un autómata.

Este lenguaje está compuesto por un conjunto de instrucciones que determinan acciones a ser tomadas por la máquina. Un programa consiste en una cadena de estas instrucciones más un conjunto de datos sobre el cual se trabaja

Niveles de lenguajes de programación

- Lenguaje de alto nivel

```
main()
{
    hola(); /* Invocación a la función hola */
}
```

- Lenguaje ensamblador

```
movlw    0xFF          ; Cargar al acumulador W el valor 0xFF
movwf    PORTB          ; Pone todos los pines del Puerto B en "1"
```

- Lenguaje máquina
- Conjunto de instrucciones de un microprocesador

El lenguaje ensamblador, o assembler, se llama lenguaje de programación de bajo nivel y asigna una representación simbólica a los códigos de máquina binarios.

Esta representación es usualmente definida por el fabricante de hardware, y está basada en los mnemónicos que simbolizan los pasos de procesamiento (las instrucciones), los registros del procesador, las posiciones de memoria y otras características del lenguaje. Un lenguaje ensamblador es por lo tanto específico de cierta arquitectura de computador física (o virtual). Esto está en contraste con la mayoría de los lenguajes de programación de alto nivel, que idealmente son portátiles.

Un compilador es un programa informático que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación. Usualmente el segundo lenguaje es lenguaje de máquina, pero también puede ser un código intermedio (bytecode), o simplemente texto. Este proceso de traducción se conoce como compilación.

CONTADOR DE PROGRAMA - PC

0	5	0	1
---	---	---	---

REGISTRO DIRECCIONES

0	5	0	1
---	---	---	---

ALU

ACUMULADOR

SECUENCIADOR

DECODIFICADOR INSTRUCCIONES

0	5	0	1	1	8
0	5	0	2	A	D
0	5	0	3	0	1
0	5	0	4	0	4
0	5	0	5	6	D
0	5	0	6	0	2
0	5	0	7	0	4
0	5	0	8	0	D
0	5	0	9	0	1
0	5	0	A	0	6
0	5	0	B	0	0

REGISTRO DATOS-
INSTRUCCIONES