

APUNTES DE MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES

Temario

1. Introducción a los microcontroladores (MCU) y Microprocesadores (MPU)
2. Estructura de un MPU
3. Estructura de un MCU
4. Elementos estructurales de la memoria
5. Programación del MPU
6. Interfase del MCU con dispositivos externos
7. Puertos de comunicación E/S paralelo
8. Puertos de comunicación serial asíncrona y síncrona
9. Temporizadores
10. Aplicaciones de los MPU y MCU

BIBLIOGRAFIA

	INTEL	MOTOROLA	TEXAS INSTRUMENT
NICHO	Computadoras personales	Control de procesos industriales	Procesamiento digital (DSP)

ARQUITECTURA VON NEWMAN

Propuso dos conceptos básicos:

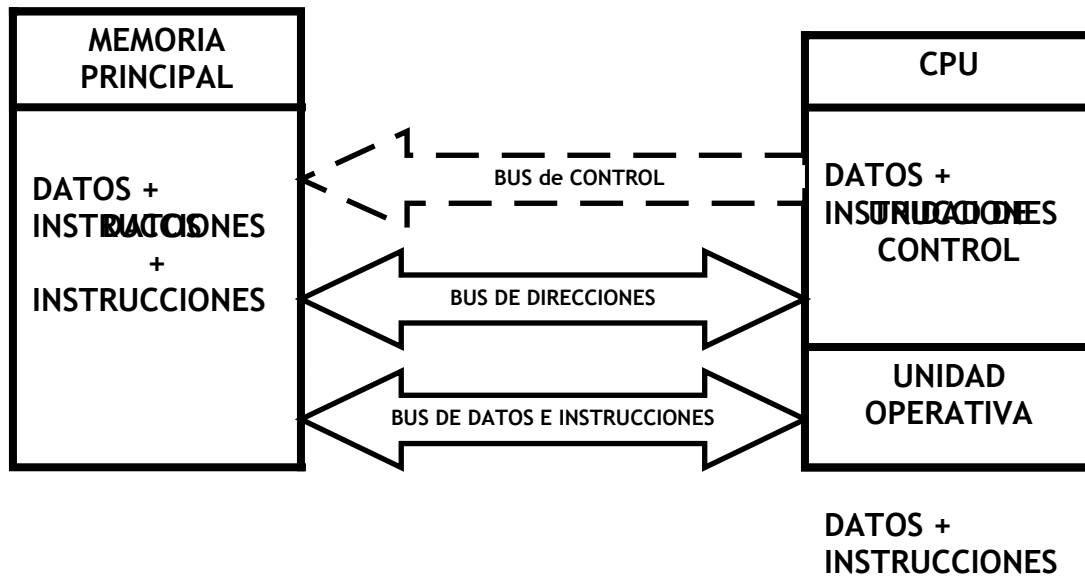
1. Utilización del sistema de numeración binaria
2. Almacenamiento de la secuencia de instrucciones de que consta el programa de una memoria interna, fácilmente accesible, junto con los datos de referencia, con esto se aumento la velocidad de proceso.

Un solo bus de datos y direcciones, el mismo bus se emplea para enviar y recibir instrucciones y datos. Los datos y las instrucciones son almacenados en una memoria principal, CPU → va a la memoria principal, extrae las instrucciones y después los datos.

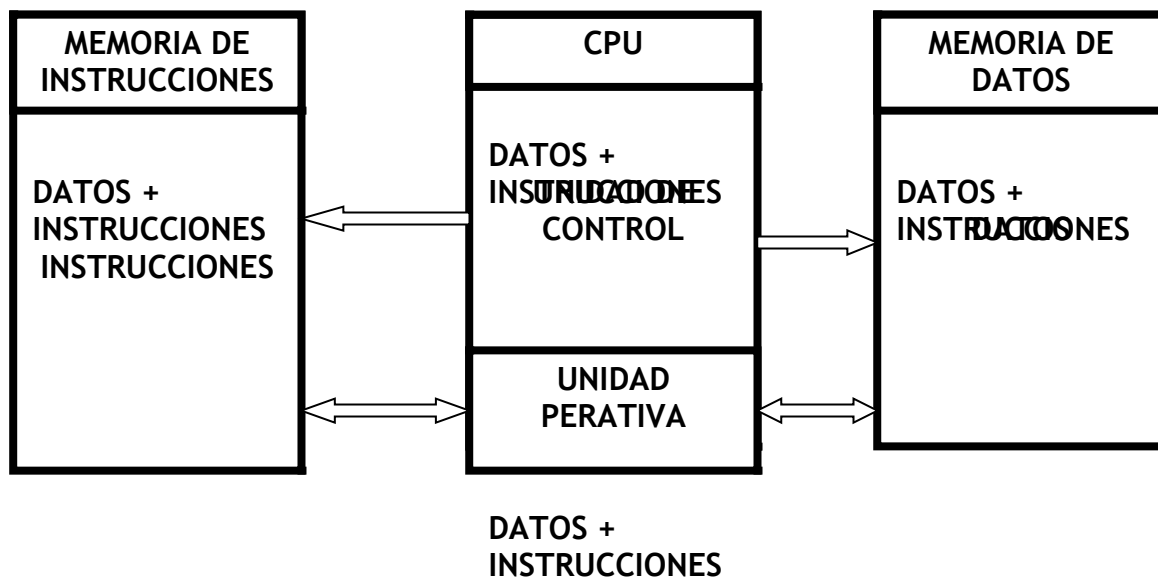
ARQUITECTURA HARVARD

Esta arquitectura se caracteriza por tener por separado el bus de datos y el bus de direcciones. Esto significa que las instrucciones y los datos son almacenados en memorias diferentes que son accedidas de forma separada por la CPU.

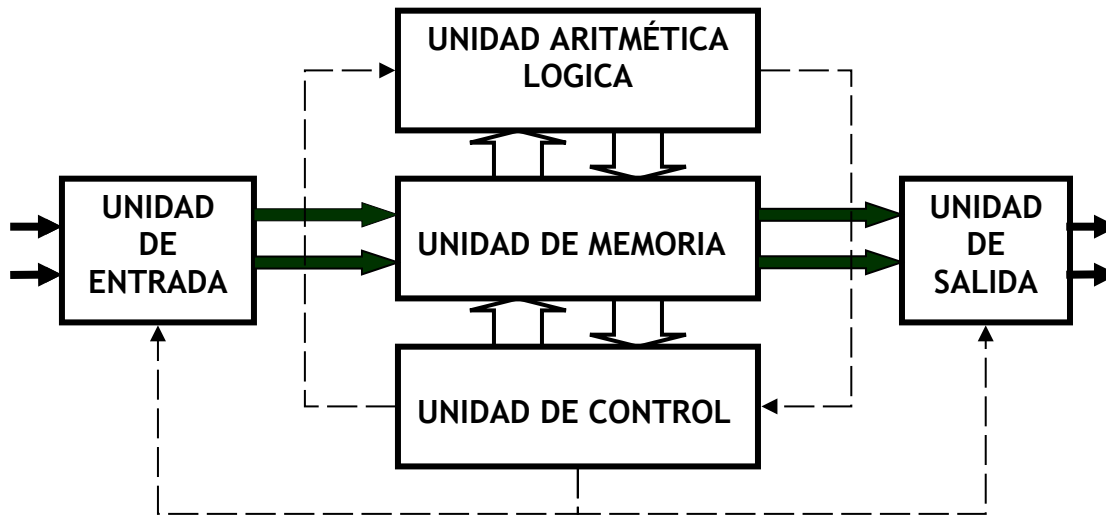
ARQUITECTURA VON NEWMAN



ARQUITECTURA HARVARD



ELEMENTOS DE UNA COMPUTADORA



MICROPROCESADORES

1. La unión de una Unidad Central de Control y la ALU, junto con algunos registros de transferencia forman la Unidad Central de Procesos o CPU de una computadora.
2. El concepto de CPU nace con las computadoras electrónicas de la primera generación fabricadas con tubo de vacío.
3. El concepto de Microprocesador nace con las computadoras electrónicas de la tercera generación fabricadas a base de circuitos integrados.

UN MICROPROCESADOR ES UN CPU INTEGRADO

ALU: procesa uno o dos números binarios efectuando operaciones aritméticas y operaciones lógicas.

UNIDAD DE CONTROL: responsable del control de todo el sistema, se encarga de proporcionar la secuencia y tiempo para el procesamiento de las instrucciones axial como la trayectoria y destino de los datos, se apoya en una señal de reloj el cual sincroniza el desarrollo temporal de todas las señales de control dentro y fuera del microprocesador. El sistema en cada instante en un estado perfectamente definido.

ANALOGIA: un policía de transito, dice quien pasa y quien no, su dirección y el momento en que deben hacerlo.

REGISTRO DE CONTROL DE CONDICION DE ESTADOS (CCR): este registro proporciona información acerca de la última operación efectuada en la ALU, también conocido como **REGISTRO DE BANDERAS**.

ACUMULADORES A Y B: registros para almacenar operandos para ser procesados por la ALU.

REGISTRO DE DIRECCIONAMIENTO DE MEMORIA (MAR): registro para direccionar unívocamente localidades de memoria principal. Si 16 bits, 2^{16} = localidades direccionadas.

REGISTRO DE DIRECCIONAMIENTO DE DATOS (MDR): registro para transferir datos desde o hacia la memoria principal.

REGISTRO DE INSTRUCCIONES (IR): registro para almacenar el código de la instrucción de cada operación efectuada por el microprocesador.

CONTADOR DE PROGRAMA (PC): registro para almacenar el número de la siguiente instrucción a ser procesada por el microprocesador.

REGISTRO X: registro para el manejo de índices, es como un directorio, con índice para acceder rápidamente y hacer tareas.

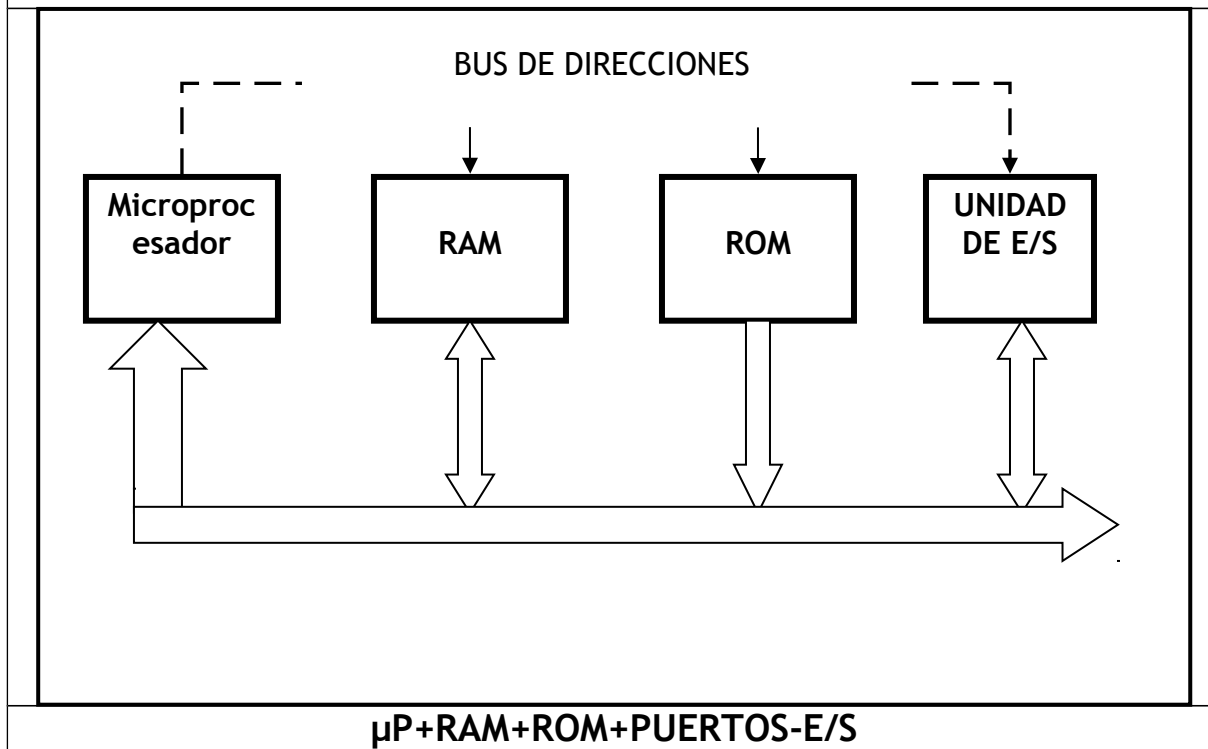
APUNTADOR DE PILA (SP): registro para el manejo de subrutinas o interrupciones y otras operaciones.

COMUNICACIÓN ENTRE MODULOS

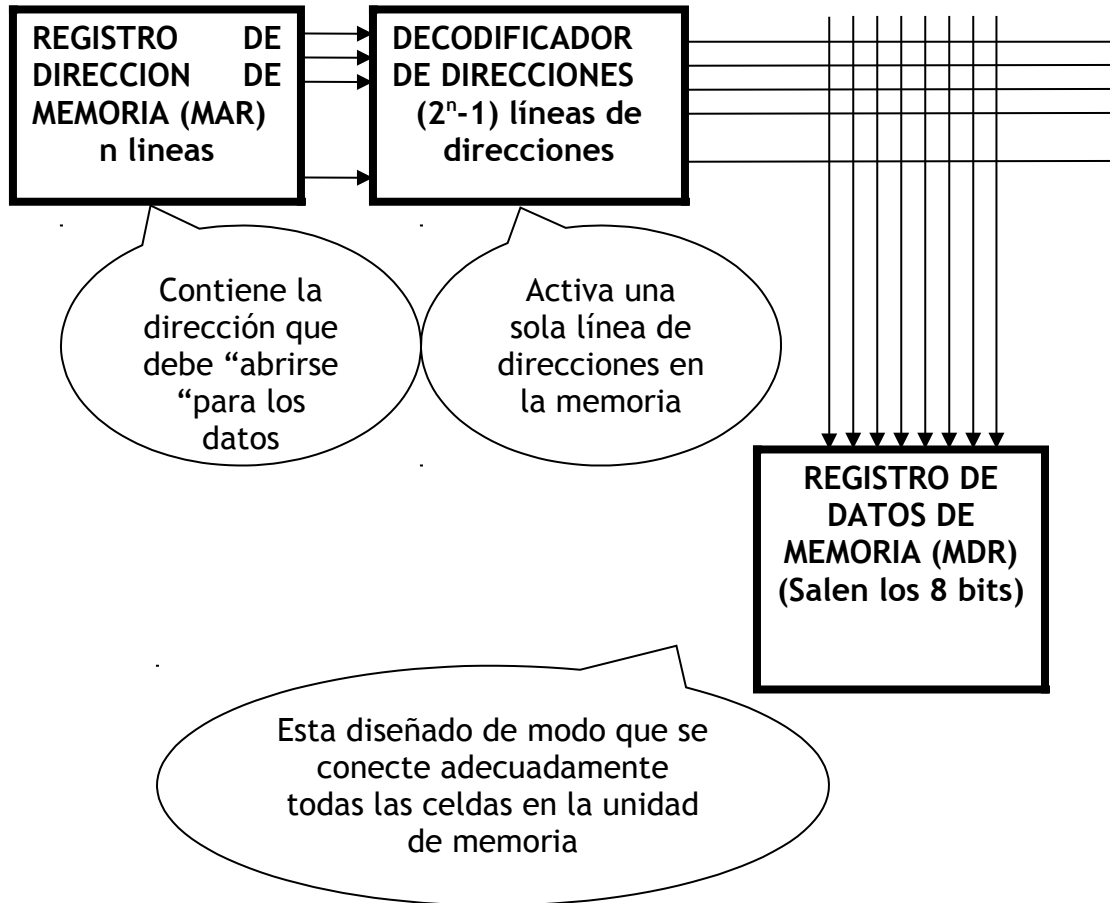
La comunicación entre los módulos se efectúa en atención al tipo de información que se procesa. Puede ser de 3 tipos:

CONTROL
DATOS
DIRECCIONES

**¿ QUE ES ESTO ? : SE INTEGRARON EN UN SOLO CHIP Y SE LE LLAMA
MICROCONTROLADOR**



APUNTE ANEXO PARA LA COMPRESION DE LA MAR Y LA MDR



PROBLEMA:

Para una memoria RAM de 2Kb y una ROM de 4Kb se usan como memoria principal de un microprocesador que tiene una longitud de palabra de 1 byte.

- a) Determinar el número de palabras de la memoria RAM

1Kb=1024 bits

#bits totales RAM = 2(1024)=2048 bits --> 2048 [bits]/ 8 [bits/palabra]=**256 [palabras]**

- b) Determinar el número de palabras de la memoria ROM

1Kb=1024 bits

#bits totales ROM= 4(1024)=4096 bits --> 4096 [bits]/ 8 [bits/palabra]=**512 [palabras]**

- c) Numero total de palabras de la memoria total.

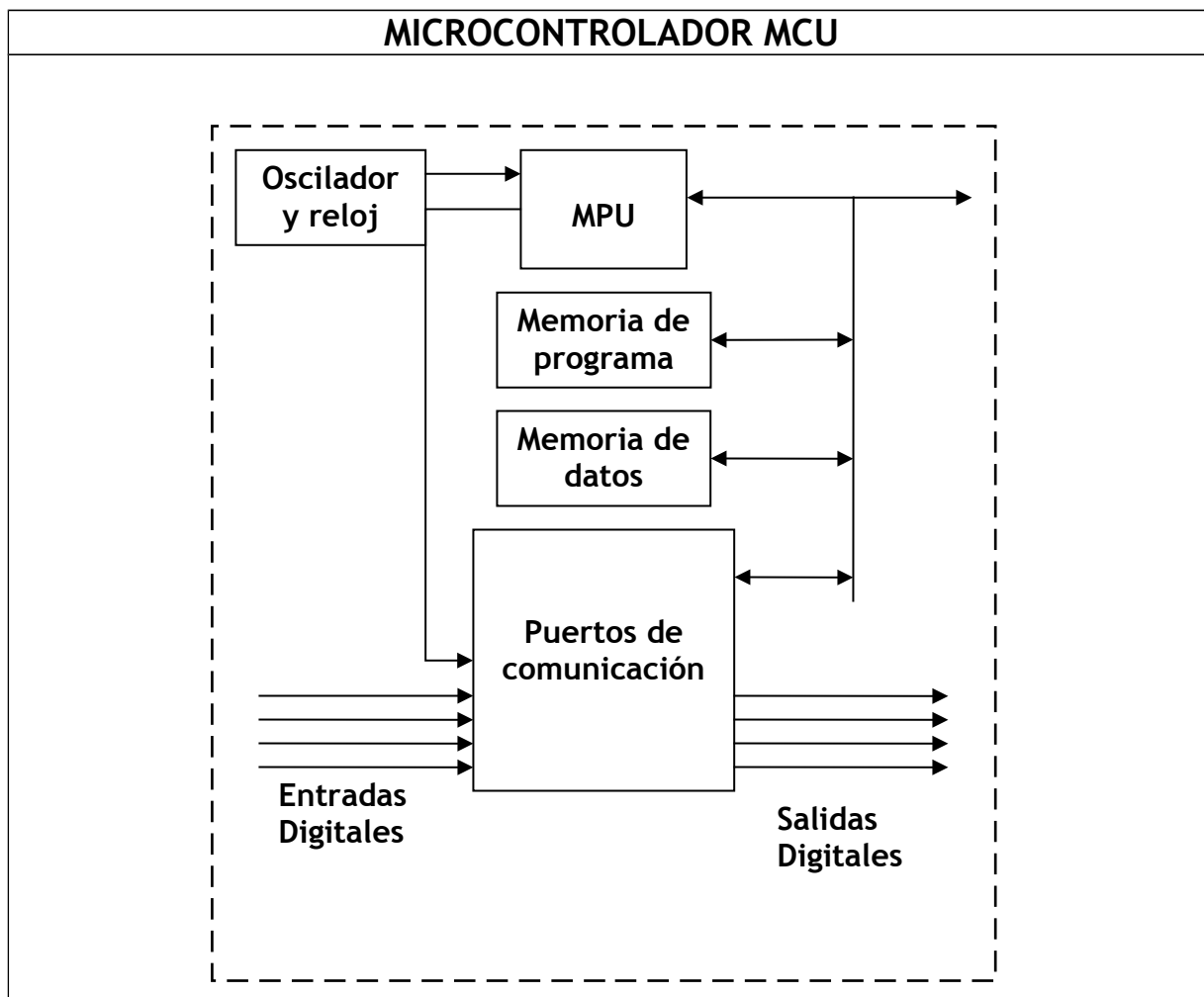
#palabras totales = **256+512 = 768 palabras**

- d) Número de líneas necesarias para el direccionamiento.

$2^{\#lineas}=768$

#lineas pertenece a los enteros.

#lineas = 10



UNIDAD DE CONTROL

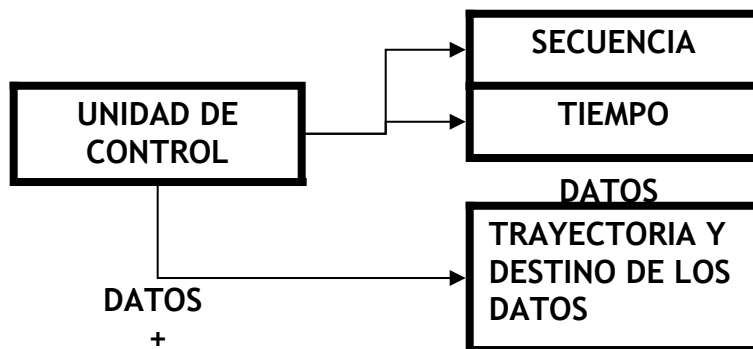
ES UN SISTEMA COMPLETO QUE INCLUYE EN UN SOLO CHIP:

PARA QUE SEA MCU DEBE TENER AL MENOS ESTOS ELEMENTOS	MPU
	MEMORIA (ROM, RAM, EPROM, E2PROM)
	PUERTOS DE ENTRADA-SALIDA PARALELO
	PUERTOS DE COMUNICACIÓN SERIE ASINCRONA
	PUERTOS DE COMUNICACIÓN SERIE SINCRONA
	CONVERTIDOR A/D
	UNIDAD DE TIEMPO (TIMERS)
	OSCILADOR Y RELOJ INTERNOS

LA MEMORIA NO ES MASIVA YA QUE SOLO SE REQUIERE PARA CONTROL DE PROCESOS.

ESTRUCTURA DE UN MICROPROCESADOR

ES EL CENTRO NERVIOSO DEL MPU, PROPORCIONA LA SECUENCIA Y TIEMPO PARA EL PROCESAMIENTO DE LAS INSTRUCCIONES, ASI COMO PARA EL CONTROL DE LA TRAYECTORIA Y EL DESTINO DE LOS DATOS.



INSTRUCCIONES
¿CÓMO ES LA SECUENCIA?

En una instrucción en un μP se efectúa uno o mas ciclos de procesamiento (o ciclo máquina, o ciclo de procesamiento)

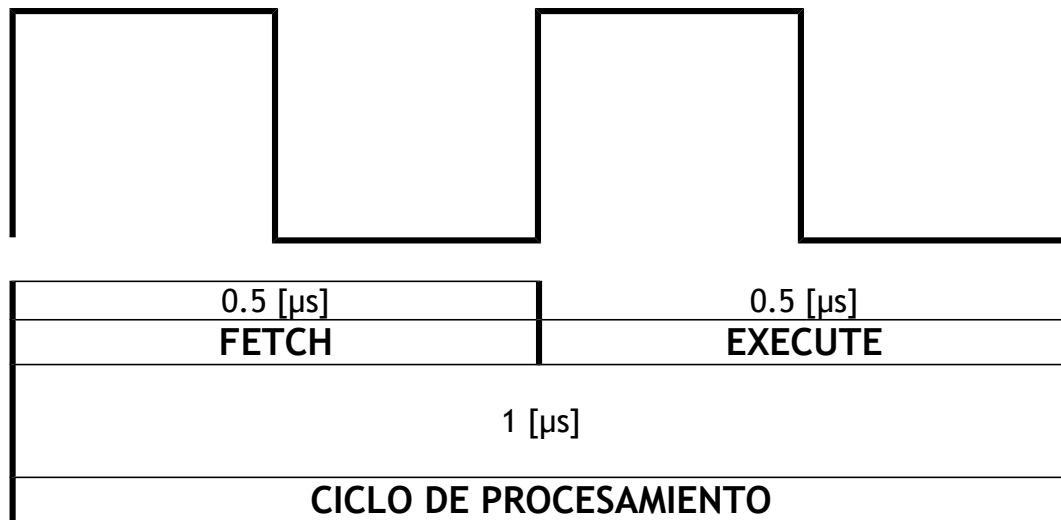
CICLO DE PROCESAMIENTO (consta de dos etapas)	FETCH	Etapas de direccionamiento	Direccionamiento de una localidad de memoria principal vía MAR y transferencia de datos entre el MDR y la memoria principal	
	EXECUTE	Etapas de ejecución	Se efectúa la operación indicada.	
El formato para especificar una instrucción esta compuesto por dos campos fundamentalmente	Campo para especificar la instrucción		OPERADOR	Al menos un ciclo
	Campo para especificar los datos		OPERANDO	Uno o más ciclos

Cada operador y operando ocupan un lugar específico en la memoria principal de forma tal que c/u de ellos, tiene que ser direccionado en forma secuencial y uno a la vez

CICLO DE PROCESAMIENTO Y CICLO DE RELOJ DEL MPU

Sea $F=2[\text{MHz}]=(1/4)*8[\text{MHz}]$

$T=0.5[\mu\text{s}]$



EL CICLO DE PROCESAMIENTO SE EJECUTA EN $1[\mu\text{s}]$
NO CONFUNDIR EL CICLO DE PROCESAMIENTO CON EL CICLO DE RELOJ DEL MPU

EJEMPLO:

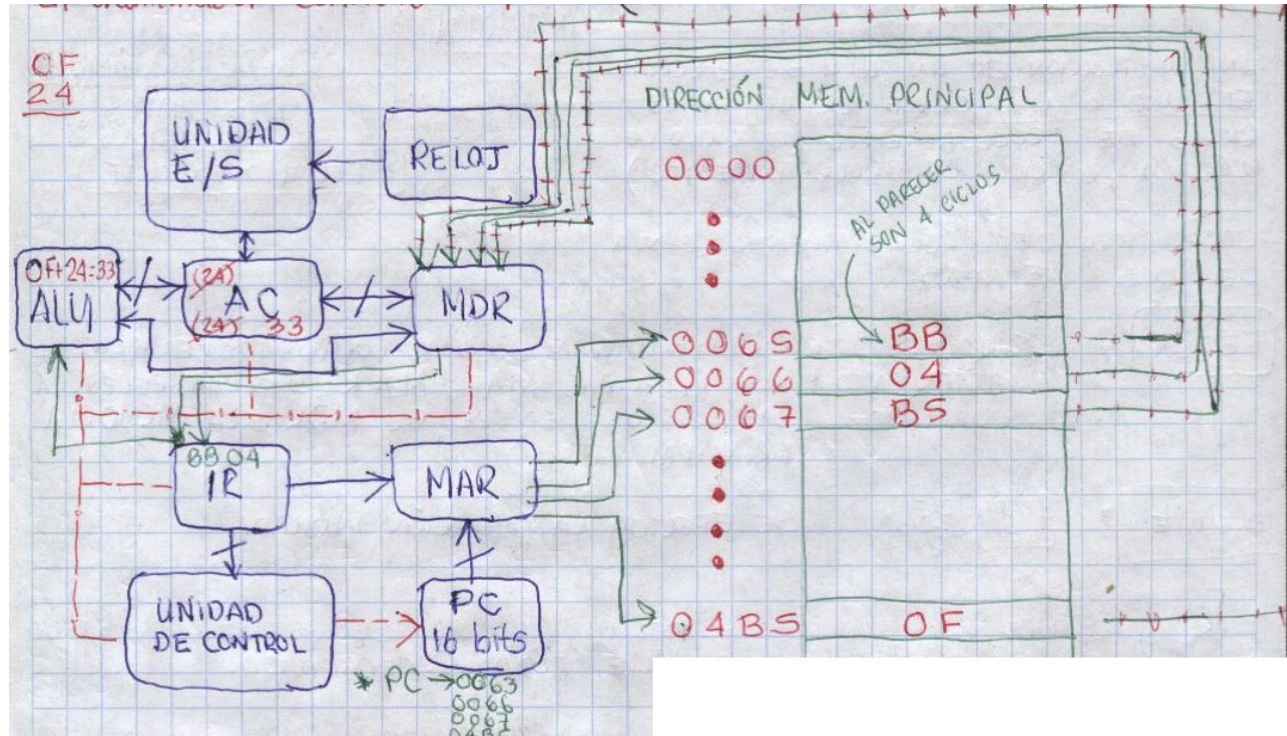
De acuerdo a la siguiente instrucción del μP especificado determinar el número de ciclos necesarios para que se efectúe la instrucción y lo que sucede en cada ciclo.

MPU \rightarrow 8 BITS

MEMORIA PRINCIPAL \rightarrow 65KBYTE

INSTRUCCIÓN: suma contenido de la localidad de memoria **\$04b5** al contenido del acumulador y coloca el resultado en el acumulador

FALTA DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LAS OPERACIONES



4 CICLOS DE TRABAJO							
FETCH	EJECUTE	FETCH	EJECUTE	FETCH	EJECUTE	FETCH	EJECUTE
Pc direcciona localidad 65 via MAR pc → 0065 y su contenido se va al registro de instrucciones via MDR	Se ignora	Se direcciona 0066 por pc via MAR , PC se incrementa y su contenido se va al registro de instrucciones via MDR	Se ignora	Pc direcciona el siguiente via MAR, su contenido se va al registro de instrucciones via MDR	Se ignora	Se direcciona pc con 04B5 por pc, via MAR y como el registro de instrucciones esta completo se transfiere a la ALU via MDR	Hace la suma la ALU.
CICLO DE PROCESAMIENTO 1		CICLO DE PROCESAMIENTO 2		CICLO DE PROCESAMIENTO 3		CICLO DE PROCESAMIENTO 4	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

Señal: cualquier magnitud física de naturaleza eléctrica codificada en código binario.
 Este código puede ejecutarse directamente en el microprocesador.

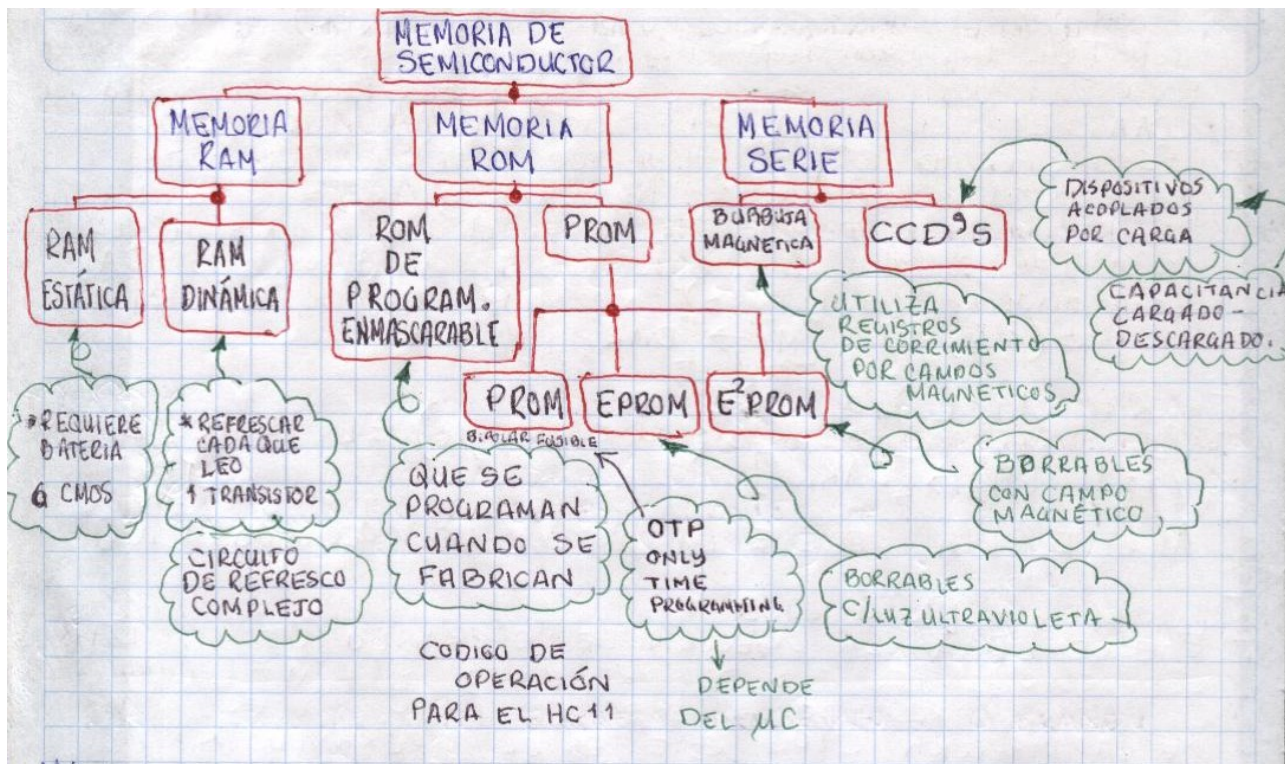
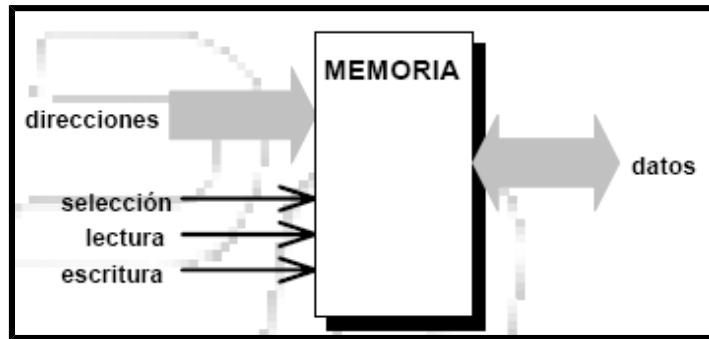
Lenguaje maquina:

Una reducción significativa en la dificultad de programación se consiguió con la ejecución de los lenguajes ensambladores.

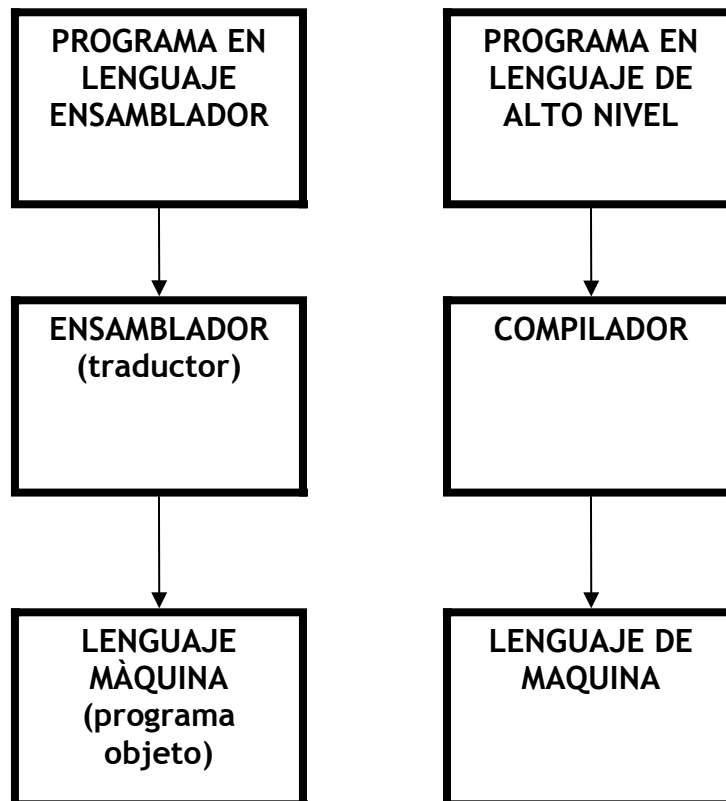
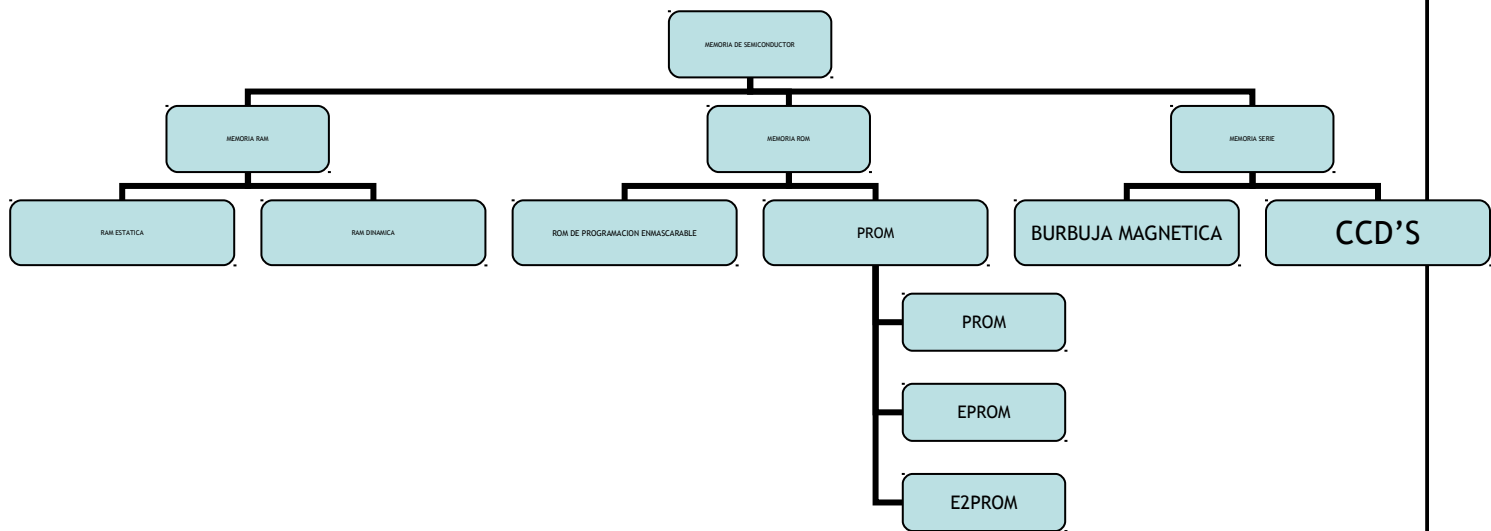
Lenguaje ensamblador: el lenguaje que permite escribir instrucciones en forma simbólica utilizando nombres fácilmente recordables (nemotécnicos).

ESTRUCTURA DE LOS ELEMENTOS DE MEMORIA ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA

Esquema básico de una memoria



MEMORIA DE SEMICONDUCTOR
MEMORIA RAM MEMORIA ROM MEMORIA SERIE



Data Types

The CPU12 supports four data types:

1. Bit data
2. 8-bit and 16-bit signed and unsigned integers
3. 16-bit unsigned fractions
4. 16-bit addresses

A byte is eight bits wide and can be accessed at any byte location. A word is composed of two consecutive bytes with the most significant byte at the lower value address. There are no special requirements for alignment of instructions or operands.

MODOS EN QUE TRABAJA EL MICROCONTROLADOR HC11

MODO	MODO B	MODO A	¿QUE HACE?
SINGLE CHIP	1	0	El mC funciona como tal, es decir, con toda la disponibilidad de sus puertos y con un alcance para el usuario definido por su memoria interna
EXPANDED MODE	1	1	El mC funciona como microprocesador, direccionando una memoria externa, la cual s direcciona vía el bus de expansión de direcciones, perdiéndose por lo tanto los puertos D y C del mP. Así, quedan disponibles 16 pines para direccionar una memoria exterior hasta 64Kb
BOOTSTRAP	0	0	Variación del modo single chip, modo que ejecuta un programa bootloader en una memoria ROM interna llamada bootstrap. La memoria contiene el programa bootloader y conjunto especial de vectores de interrupción y reset.
TEST	0	1	Modo especial de prueba para los recursos del mC, ejecutado por el fabricante.

MODOS EN QUE TRABAJA EL MICROCONTROLADOR HC12

PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR Y EL MICROPROCESADOR

FORMATO DE INSTRUCCIONES					
	OPERADOR	TIPO DE DIRECCIONAMIENTO	BASE NUMERICA	OPERANDO	OPERANDO
Mnemónico	Alfabético	ASCI %	ASCI	*según base numérica	*según base numérica
Código de Operación	Hexadecimal	-----	-----	Hexadecimal	Hexadecimal
Numero de Bits	LDAB 8	----- Tipo de direccionamiento (inmediato)	# -----	\$ Base numérica	20 16
LDAB				\$	20
LDAB				\$	B3

TAMAÑO DE LAS INSTRUCCIONES			
TAMAÑO DE LAS INSTRUCCIONES	TIPO DE DIRECCIONAMIENTO		NOTACION
1 BYTE (SIN OPERANDOS)	INHERENTE		-----
2 BYTE (CON OPERANDOS) (1+1)	DIRECTO	dato reside en memoria	-----
	INMEDIATO	Dato esta junto a operador	#
	INDEXADO	Numero que se ha de sumar al registro índice junto al operador	**,X (** de referencia)
	RELATIVO	Estas indican a la CPU que realice un salto de bytes hacia adelante o hacia atrás. El desplazamiento tiene signo y es de un byte por lo que las bifurcaciones sólo se pueden hacer de 128 bytes hacia atrás ó 127 bytes hacia adelante.	*,±H (* desplazamiento)
3 BYTE (CON DOS OPERANDOS) (1+2)	EXTENDIDO	El dato se encuentra en la dirección de memoria especificada. El dato puede estar en cualquier posición de la memoria dentro del límite de las 64Kb, por lo que la dirección ocupa 2 bytes.	Condicionado
			- - Incondicionado

Mode Register

The mode register (MODE) controls the MCU operating mode and various configuration options. This register is not in the map in peripheral mode.

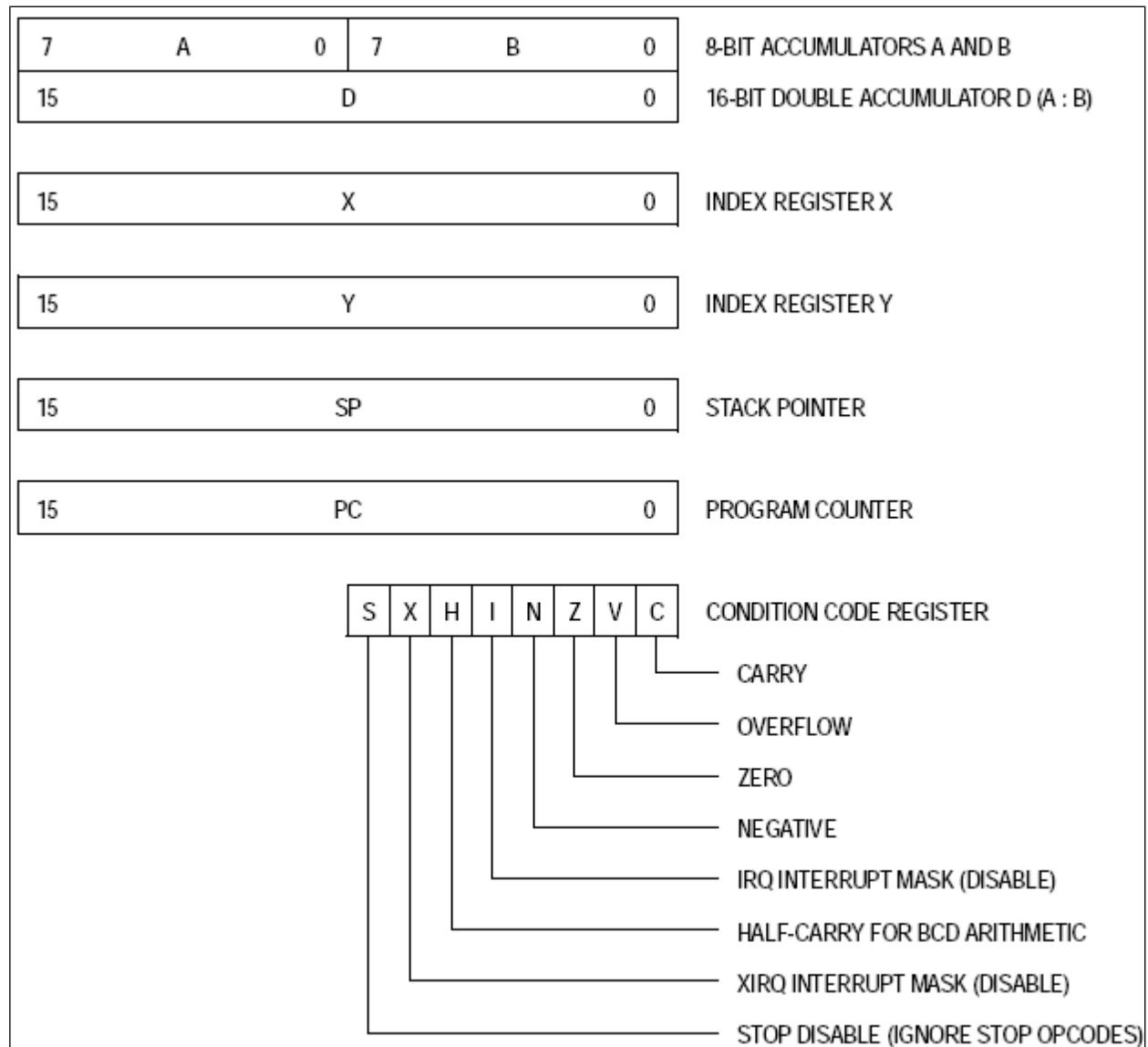
Address: \$000B

	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
Read:	SMODN	MODB	MODA	ESTR	IVIS	EBSWAI	0	EME
Write:								

Reset states:

Normal expanded narrow:	1	0	1	1	0	0	0	0
Normal expanded wide:	1	1	1	1	0	0	0	0
Special expanded narrow:	0	0	1	1	1	0	0	1
Special expanded wide:	0	1	1	1	1	0	0	1
Peripheral:	0	1	0	1	1	0	0	1
Normal single-chip:	1	0	0	1	0	0	0	0
Special single-chip:	0	0	0	1	1	0	0	1

MODELO DE PROGRAMACION DEL HC12



COSAS INTERESANTES ACERCA DE UN MICROPROCESADOR.

UNA FORMA TIPICA DE MEDIR EL RENDIMIENTO ES POR EL TIEMPO DE EJECUCION DE LOS PROGRAMAS:

RENDIMIENTO = $1/(\text{TIEMPO DE EJECUCIÓN})$

MIPS: MILLONES DE INSTRUCCIONES POR SEGUNDO

MFLOPS: MILLONES DE OPERACIONES EN COMA FLOTANTE POR SEGUNDO

EXISTEN UNA SERIE DE TEST QUE PERMITEN MEDIR EL RENDIMIENTO DE TODO EL SISTEMA EN CONJUNTO.