

**Fascículo**

**2**



**Trae tus sueños...  
juntos los realizaremos!**

***Facultad de Universidad Abierta y a Distancia  
Fundación Universitaria San Martín***

**Procesadores**

**Semestre 6**



¡Que tus sueños...  
lleguen los realizarse!

Facultad de Universidad Abierta y a Distancia  
Fundación Universitaria San Martín

## Procesadores

## Tabla de contenido

### Página

Introducción	1
Conceptos previos	2
Mapa conceptual Fascículo 2	3
Logros	4
<b>Introducción a la arquitectura de los microprocesadores y microcontroladores</b>	4
Evolución de los Microprocesadores	4
Arquitectura del Procesador	6
Bus del Sistema	9
Decodificadores	11
Puertos	12
Memorias	14
El Microcontrolador	16
Como seleccionar un Microcontrolador	18
Microcontroladores disponibles en el mercado	19
Componentes básicos de un Microcontrolador	22
Actividad de trabajo colaborativo	24
Resumen	25
Bibliografía recomendada	25
Nexo	25
Seguimiento al autoaprendizaje	27

**Créditos: 1**

**Tipo de asignatura: Teórico – Práctica**

## Tabla de convenciones

	Logros
	Actividad
	Observación
	Actividad de trabajo colaborativo
	Resumen
	Bibliografía recomendada
	Nexo
	Seguimiento al autoaprendizaje

Copyright©2008 FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN  
Facultad de Universidad Abierta y a Distancia,  
“Educación a Través de Escenarios Múltiples”  
Bogotá, D.C.

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización  
por escrito del Presidente de la Fundación.

La actualización de este fascículo estuvo a cargo de  
ALEJANDRA CASTILLO  
Docente tutor – Programa de Ingeniería de Sistemas a Distancia.  
Sede Bogotá, D.C.

Corrección de estilo  
ADRIANA RODRÍGUEZ VALENCIA.

Diseño gráfico y diagramación a cargo de  
SANTIAGO BECERRA SÁENZ  
ORLANDO DÍAZ CÁRDENAS

Impreso en: GRÁFICAS SAN MARTÍN  
Calle 61A No. 14-18 - Tels.: 2350298 - 2359825  
Bogotá, D.C., Marzo de 2012

# Procesadores



Facultad de Universidad Abierta y a Distancia  
Fundación Universitaria San Martín

## Introducción

Este fascículo tiene como objetivo presentar un curso introductorio a los sistemas digitales basados en microprocesador y cubrir los aspectos básicos de hardware, software involucrados en el diseño de sistemas con microprocesador enfocados a instrumentación y control de procesos: Se dedica una sección especial al uso de la computadora personal en algunas aplicaciones como un sistema más accesible y fácil de programar.

La aparición del microprocesador (1971) ha marcado una revolución en el campo del diseño de controladores industriales y de sistemas lógicos en general, con gran impacto en sistemas complejos como los relacionados con costo, flexibilidad y minimización de espacio físico ocupado.

Antes de la existencia de los microprocesadores, las personas se las ingeniaban para diseñar sus circuitos electrónicos y los resultados se expresaban en diseños que implicaban muchos componentes electrónicos y cálculos matemáticos. Un circuito lógico básico requería de múltiples elementos electrónicos basados en transistores, resistencias, etc, el resultado eran circuitos con muchos ajustes y fallos; pero en el año 1971 apareció el primer microprocesador el cual originó un cambio decisivo en las técnicas de diseño de la mayoría de los equipos. Al principio se creía que el manejo de un microprocesador era para aquellas personas con un coeficiente intelectual muy alto pero con la aparición de los circuitos integrados todo se hizo mucho más fácil de entender y los diseños electrónicos se hicieron más pequeños y simplificados. Entre los microprocesadores más conocidos se encuentran el popular Z-80 y el 8085 con capacidad de realizar una mayor cantidad de tareas en menos tiempo y su tamaño se redujo considerablemente; sin embargo, después de cierto tiempo apareció una nueva tecnología llamada microcontrolador que simplifica aun más el diseño electrónico. Los microprocesadores han venido a ser el resultado del de-

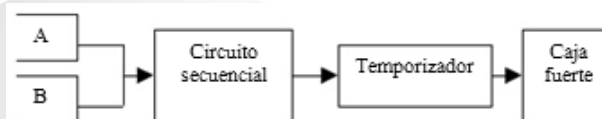
sarrollo en el camino emprendido por la Electrónica Digital hacia la miniaturización, inicialmente implementando una unidad de procesos completa en una sola pastilla o chip de circuito integrado, y más tarde, mediante el aumento de la rapidez, capacidad de trabajo y potencia de dicha unidad

### Conceptos previos

Para iniciar el estudio del fascículo 2. Es primordial repasar algunos conceptos propios de lógica secuencial.

1. ¿Qué son los circuitos secuenciales?
2. Mencione 4 Tipos de Flip-Flops y realice su esquema funcional.
3. Qué se entiende por Multiplexor.
4. Investigue un contador ascendente, compréndalo y explique su funcionamiento.
5. Indique la diferencia entre memorias volátiles y no volátiles
6. Realice un mapa conceptual de Memorias .
7. El sistema de apertura de una caja fuerte está compuesto por dos teclas A y B, un circuito secuencial a diseñar y un temporizador que mantiene la caja fuerte abierta durante 5 minutos cuando recibe un nivel lógico 1 desde el circuito secuencial. Este temporizador vuelve a cerrar la caja fuerte pasado dicho tiempo, independientemente del circuito secuencial. Cuando se pulsa la tecla A, se produce un nivel lógico 1 que entra al circuito secuencial, mientras que cuando se pulsa la tecla B se produce un nivel lógico 0 de entrada al circuito a diseñar. Mientras no se pulse ninguna tecla no se genera ningún nivel lógico de entrada al circuito secuencial.

Figura 1  
Secuencia



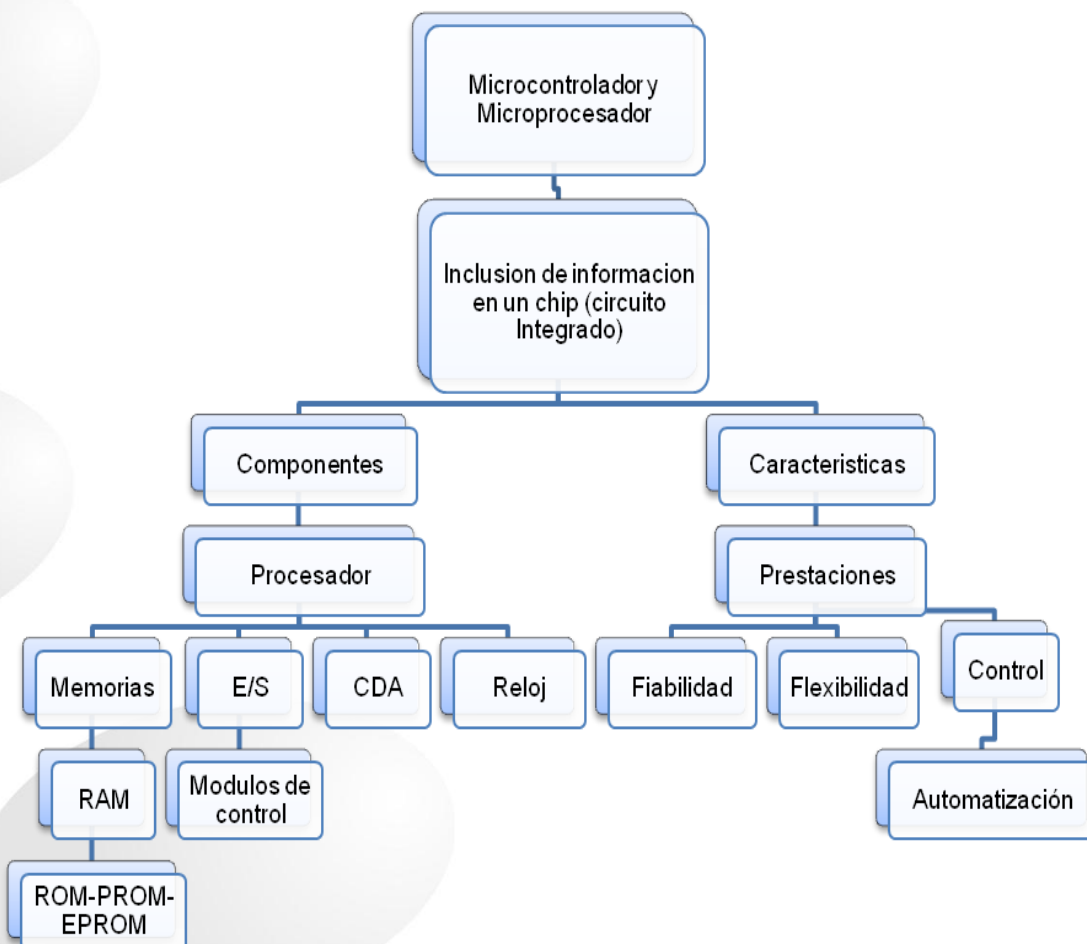
Para abrir la caja fuerte, la combinación secreta es: pulsar dos veces seguidas la tecla A, a continuación pulsar una vez la tecla B, y finalmen-

## Procesadores

te pulsar una vez la tecla A. Si se hace de esta manera, el circuito secuencial dará una salida a nivel lógico 1, que actuará sobre el temporizador, permitiendo la apertura de la caja fuerte durante 5 minutos. Si en cualquier momento se introdujera un error al pulsar la secuencia secreta, en el siguiente ciclo de reloj todos los biestables se pondrán a cero (el sistema pasará al estado inicial), y la secuencia debe volver a introducirse desde el principio.

- Dibujar el diagrama de estados, explicando claramente en qué consiste cada estado.
- Implementar el circuito secuencial a diseñar usando biestables JK y las puertas necesarias

## Mapa conceptual fascículo 2



## Logros

Al finalizar el estudio del presente fascículo, el estudiante debe estar en capacidad de:

- El alumno analizará los elementos constitutivos de los microprocesadores y Microcontroladores, así como su ubicación en la arquitectura de una computadora.
- Realizará la Conexión del microprocesador con dispositivos de memoria y periféricos
- El estudiante tendrá una noción más global y comercial sobre la demanda, funcionalidad y aplicabilidad de los microcontroladores y sus características.
- El estudiante explicará la configuración y puesta en funcionamiento de los diferentes módulos internos de los microcontroladores Motorola.
- Expondrá los pasos para el uso de las herramientas de software y Hardware para el desarrollo de aplicaciones basadas en microcontroladores Motorola.
- Identificará las diferencias entre el microprocesador y Microcontrolador
- Tendrá un acercamiento con el Lenguaje ensamblador del microprocesador

## Introducción a los Microprocesadores y Microcontroladores

### Evolución de los Microprocesadores

Cuando no existían los microprocesadores, las personas se las ingeniaban para diseñar sus circuitos electrónicos con muchos componentes electrónicos y cálculos matemáticos. Un circuito lógico básico requería de diversos elementos electrónicos basados en transistores, resistencias, etc,

EVOLUCIÓN DE LOS MICROPROCESADORES	
Intel 8008 (1972)	Diseñado para utilizarlo en terminales informáticas, continuaba siendo formato DIP y se basaba en la tecnología PMOS, pero casi duplicaba la velocidad del anterior con sus 200 Kilohercios (KHz)
Intel 8080 (1974)	Era de 8 bits que se utilizaría como "cerebro" para la Altair 8800, considerada por muchos como la primera PC de la historia; su velocidad 2 MHz.
Intel 8086 (1978)	El procesador de la primera PC. Tenía 29000 transistores y capacidad para gestionar 1MB de memoria. Apareció en versiones 5,6,8 y 10 MHz.
Intel 8088 (1979)	Idéntico al 8086, pero con capacidad para gestionar mas memoria y convivir con el 8087, el coprocesador matemático.
Intel 80186 (1980)	Nunca se montó en PC, pero hasta los 90 dio muy buenos resultados en robots, luego a tener versiones de 25 MHz.



## Procesadores



Facultad de Universidad Abierta y a Distancia  
Fundación Universitaria San Martín

Intel 80286 o 286 (1982)	El primer procesador de 16 Bits. Tenía 134.000 transistores, 16 MB y era multitarea. IBM lo utilizó en la primera evolución de su PC, la PC/AT.
Intel 486 (1989)	Da el primer salto histórico en densidad de transistores al superar el millón (1.200.000), lo que le permitía procesar, a 33 MHz. Gracias a la tecnología overdrive (1992) alcanza 50 y 66 MHz, de 32 Bits la memoria principal, y dos memorias caché de 4KB cada una.
Intel Pentium (1993)	Las primeras versiones de este tenían una frecuencia de reloj de 60 MHz y una memoria de 32 MB, fue el primer salto generación a la arquitectura 80x86 al incorporar un bus externo de 64 Bits y ser capaz de transportar el doble de información. Fue el primer chip compatible con todos los sistemas operativos del momento (DOS, Windows 3.1, Unix, and OS/2).
AMD AM5X86 (1995)	Coloca a AMD en clara competencia con Intel, ya que ofrece prestaciones equivalentes al Pentium pero sobre placas base 486, todavía comunes.
Pentium Pro (1995-1999)	Incorpora la estructura RISC de los chips para supercomputadoras, aunque manteniendo la compatibilidad hacia atrás mediante un emulador interno de 486. También permite ejecutar más instrucciones por ciclo de reloj que el Pentium.
Pentium II (1997)	Introduce notables mejoras internas que impulsan la potencia de la familia x86. A partir de él, la refrigeración se hace crítica. Se distingue por una carcasa plástica, más manejable pero también aparatosa lo que, sumado al gran ventilador, es objeto de queja de los fabricantes.
Celeron (1998)	Como el Pentium II resulta excesivamente caro y AMD se está consolidando entre los PC's baratos, Intel descafeína su Pentium II y crea el Celeron.
Pentium III (1999)	Manteniendo los 32 Bits, Intel introduce todo su saber para impulsar el rendimiento. Parte de los 450 MHz e inicia la carrera hacia los 1000 MHz.
AMD Athlon (1999)	Arranca con 500 MHz promete mejorar a su competidor con técnicas que Intel solo tenía previstas para la siguiente generación. Compite con el Pentium III en la carrera hacia los 1000 MHz.
Celeron II (2000)	Versión descafeinada del Pentium III para no dejar desatendido el mercado del bajo costo alcanza 1,1 GHz.
Pentium 4 (2000)	Consiente de la ventaja de AMD Intel trabaja y adelanta la nueva generación para responder al Athlon. El Pentium 4 renueva toda la arquitectura interna y sienta la base para los futuros desarrollos.
Xeon (2001)	Procesador para las estaciones de trabajo basado en la tecnología Pentium 4 y especialmente indicado para el procesamiento de imágenes 3D.
Itanium T (2001)	Primer procesador de 64 Bits de Intel. Diseñado para servidores empresariales.
Itanium T 2 (2002)	Evolución del anterior con mejoras en la gestión interna. Pensado para servidores empresariales de gran volumen.

Pentium M Centrino (2003)	Se trata de una versión de bajo consumo del Pentium 4, combinado con un conjunto de chips auxiliares capaces de integrar comunicaciones inalámbricas.
2005	Intel Pentium D, Intel Extreme Edition con hyper threading, Intel Core Duo, AMD Athlon 64, AMD Athlon 64 X2, AMD Sempron 128.
2006	Intel Core 2 Duo, Intel Core 2 Extreme, AMD Athlon FX
2007	Intel Core 2 Quad, AMD Quad Core, AMD Quad FX
2008	Procesadores Intel y AMD con más de 8 núcleos.
2009	CORE2QUAD Q9550 2.83GB , CORE i5 750 2.66 GHZ SK1156 8MB, CORE I7 920 8M S.1366, VIA Nano L2100 1.8GHz 65nm 500mW
2010	Core i3/i5 (1156, 32nm y 45nm) , Core i7 (1366) , Sempron, Athlon II Phenom II P.A. Semi Apple A4 1GHz/

**Tabla 1.**  
Evolución del Microcontrolador



## Observación

Un microcontrolador difiere de un microprocesador de muchas maneras. Lo primero y lo más significativo es su funcionalidad. 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 fundamentales ya se construyen en él. Así, se ahorra el tiempo y el espacio que precisan para construir los dispositivos.

## Arquitectura del Procesador

El procesador digital o microprocesador es el dispositivo que contiene las funciones de la Unidad Central de Proceso (CPU) en un computador. Este dispositivo se encarga de cumplir las funciones básicas del computador y puede ser incorporado en otros sistemas digitales que realizando funciones especiales.

El Procesador en términos generales es el cerebro de un computador y sus componentes básicos son: el contador de programa, el decodificador de instrucciones, los registros y la unidad aritmética y lógica.

# Procesadores

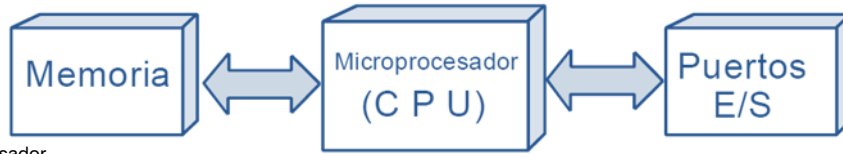


Figura. 1.  
Arquitectura del Procesador.

Todos los datos (las instrucciones y los datos) son leídos por la CPU a través de los registros. Las instrucciones (el código del programa) son leídas en un registro llamado "Instruction Register" y luego son decodificadas mediante un decodificador, que interpreta el tipo de instrucción. Dependiendo de la instrucción, se leen a continuación los datos a procesar, los cuales se almacenan en un registro llamado "Acumulador" o "Registro de Trabajo" que se encuentra directamente relacionado con la Unidad Aritmética y Lógica (ALU). La ALU es un módulo del procesador donde se realizan todos los procesos lógicos y aritméticos con los datos. Los resultados de la ALU son almacenados nuevamente en el Acumulador, donde pueden ser enviados a una posición de memoria o a un dispositivo de E/S.

Las señales más importantes que maneja el procesador corresponden a las del bus del sistema. Este bus cumple un papel importante en el funcionamiento del microcomputador y serán estudiados en la siguiente lección.

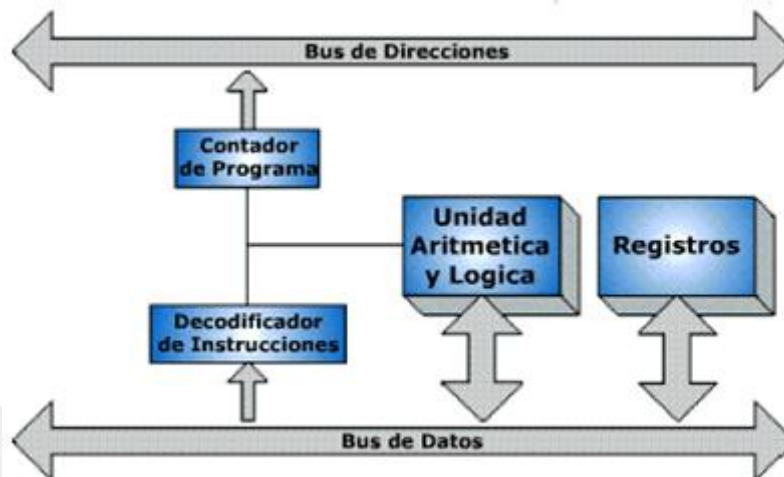


Figura. 2  
Componentes de un procesador

Un microcomputador es un sistema digital que contiene por lo menos tres componentes esenciales: un procesador (CPU), una Memoria y los Puertos

Entrada/Salida. En la figura 11.2.1 se muestra un diagrama de bloques de estos componentes y su conexión a través de los buses de direcciones, datos y control, los cuales serán explicados más adelante en esta lección. En resumen, un microprocesador es una computadora de propósito general, como un PC en miniatura, o un sistema diseñado para cumplir una tarea especial, como es el caso de los microcontroladores. En la figura 11.2.2 se muestra la apariencia interna de un microcomputador. Las líneas delgadas que van del centro hacia afuera son los alambres que conectan los bloques internos del microcomputador con los pines de la cápsula. El microcomputador para interactuar con los demás dispositivos como las memorias, puertos y otros utiliza el bus del sistema. A continuación se dará una explicación sobre la composición de este bus y su funcionamiento.

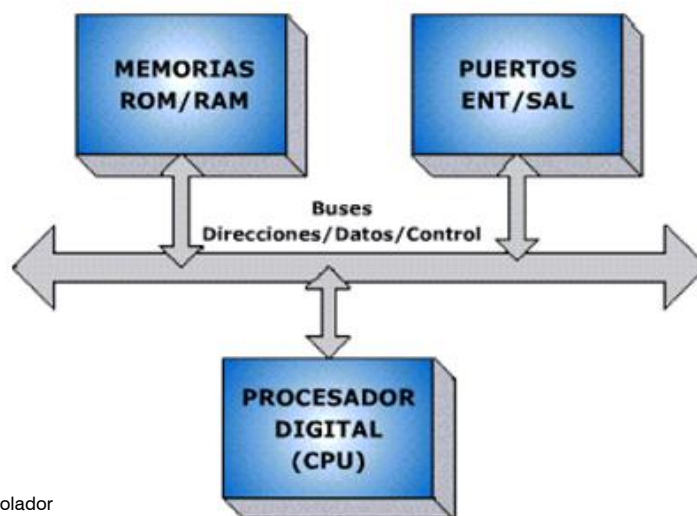


Figura. 3  
Componentes de un Microcontrolador

El Dr. Gordon Moore, uno de los fundadores de Intel Corporation, formuló en el año de 1965 una ley que se conoce como la "Ley de Moore" en la que se señala que el número de transistores contenido en un microprocesador se duplica más o menos cada 18 meses. Esta afirmación, que en principio estaba destinada a los dispositivos de memoria y también los microprocesadores, ha cumplido la ley correctamente hasta ahora. Y significa para el usuario que cada 18 meses puede disfrutar de una mejor tecnología, algo que se ha venido cumpliendo durante los últimos 30 años y se

## Procesadores

espera siga vigente en los próximos 15 o 20 años. De modo que el usuario puede disponer de mejores equipos, aunque también ello le represente la necesidad de cambiar de equipo periódicamente, algo que no todo el mundo se puede permitir en tanto que el precio aumenta de forma absoluta pero no relativa, puesto que la relación MIPS-dinero decrece a velocidad vertiginosa. Esto no sucede con la industria del automóvil, ya que la potencia de los coches no se ha multiplicado de la misma forma que los precios. Queda claro que en los próximos años nos espera una auténtica revolución en lo que a rendimiento de los procesadores se refiere, como ya predijera Moore hace más de 30 años.

### Bus del Sistema

Los buses de direcciones, datos y control mostrados inicialmente en la figura 11.2.1 son el "bus del sistema". Este bus se encuentra separado en tres canales que manejan respectivamente direcciones, datos y señales de control, los cuales permiten al procesador comunicarse con los demás dispositivos del microcomputador, tales como las memorias y los dispositivos de E/S.

### Bus de Datos

Este bus es bidireccional y es el canal por el cual se conducen los datos entre la CPU y los demás dispositivos (memorias, puertos y otros).

### Bus de Direcciones

El bus de direcciones es un canal unidireccional por el cual la CPU envía las direcciones de memoria para ubicar información en los dispositivos de memoria, puertos u otros dispositivos del microcomputador.

### Bus de Control

El bus de control, al igual que el bus de direcciones es unidireccional y se utiliza para efectuar la lectura y escritura en las memorias y puertos de E/S.

Este bus en general lo emplea la CPU para controlar el flujo de los datos y las direcciones de forma organizada.

### **Funcionamiento del Bus del Sistema**

El bus de datos depende del tamaño de los datos que maneja el procesador, este puede tener 8, 16 o 32 bits y el bus de direcciones generalmente tiene como mínimo 16 bits. El bus del sistema se utiliza para transferir información entre la CPU y la memoria o para extraer instrucciones almacenadas en memoria y datos presentes en los puertos de E/S.

El intercambio de información por el bus del sistema se realiza con dos tipos de operaciones:

1. Ciclo de Lectura: Cuando los datos en Memoria o puertos de E/S se transfieren a la CPU.
2. Ciclo de Escritura: Cuando los datos de la CPU se transfieren a la Memoria o a los puertos de E/S.

Las líneas de control son aquellas con las que se controla el flujo de la información por los buses, y las más importantes son:

- CHIPSELECT (CS')
- LECTURA (RD')
- ESCRITURA (WR')

Cada transferencia empieza con la carga de una dirección en el bus de direcciones. Las líneas correspondientes a los bits menos significativos de la dirección se encuentran conectados directamente a las memorias. Las líneas de dirección de los bits más significativos se utilizan para seleccionar el dispositivo del cual se desea extraer la información, ya sea una EPROM, RAM o un Puerto de E/S. Entonces, el decodificador de direcciones se encarga de seleccionar el dispositivo que se debe activar según la dirección presente en el bus. Para ello, cada dispositivo en el microcompu-

## Procesadores

tador debe tener una única dirección que lo identifique. En la figura 11.2.3 se muestra un diagrama de los tiempos de las señales presentes durante el flujo de los datos y direcciones en el bus del sistema.

La señal CS' selecciona el dispositivo que debe transmitir los datos por el bus de datos. Luego una de las señales RD o WR se activa desde la CPU, con lo cual se ordena al dispositivo seleccionado enviar los datos a la CPU (ciclo de lectura) o recibirlos de la CPU (ciclo de escritura). Todos los ciclos de lectura y escritura comienzan con una dirección válida de la CPU. Luego el decodificador de direcciones genera una señal CS' para seleccionar uno de los dispositivos. Entonces la CPU envía una señal RD o WR para efectuar la lectura o escritura de los datos.

Una operación de lectura conduce el dispositivo a través del bus de datos, lo cual toma un tiempo corto (el tiempo de acceso de los datos) e implica que los datos estén disponibles en el bus durante el flanco de subida de la señal RD. Durante este flanco de subida, la CPU toma los datos y los almacena internamente en sus registros. Durante un ciclo de escritura la CPU por si misma maneja de los datos. En este caso, al igual que en el ciclo de lectura los datos deben estar disponibles en el bus antes de que ocurra el flanco de subida de la señal WR, para que el dispositivo seleccionado pueda recibir los datos correctamente.

## Decodificadores

En los microcomputadores, la comunicación entre la CPU y otros dispositivos como memorias y puertos se efectúa a través del bus del sistema.

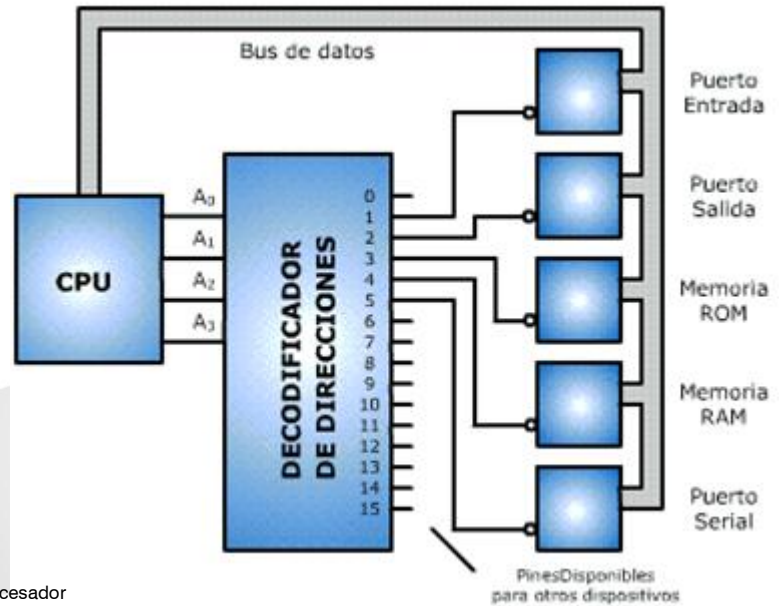


Figura. 4  
Decodificadores del Microprocesador

El bus de direcciones de un microcomputador se encuentra estrechamente relacionado con los decodificadores, ya que gracias a ellos es posible seleccionar los dispositivos internos del microcomputador y las posiciones de memoria para efectuar operaciones de lectura y escritura. En la figura 11.3.1 se indica cómo se emplean los decodificadores dentro de un microcomputador para seleccionar los dispositivos internos. Esta no es la única aplicación de los decodificadores en los microcomputadores. Internamente dentro del CPU también existe un decodificador, llamado el Instruction Decoder (Decodificador de Instrucciones) el cual funciona de forma conjunta con el Instruction Register (Registro de Instrucciones) de la CPU.

## Puertos

Los puertos en un microcomputador corresponden a las interfaces de entrada y salida entre el microcomputador y el mundo exterior. Existen puertos de entrada, salida y bidireccionales (Entrada y Salida). Una de las funciones básicas del microcomputador es comunicarse con los dispositivos exteriores, es decir, el microcomputador debe ser capaz de enviar y recibir datos desde estos dispositivos. Sin esta función, el ordenador no sería



## Procesadores

operativo porque sus cálculos no serían visibles desde el exterior. El funcionamiento de los puertos es similar al de una posición de memoria. Al igual que los registros de una memoria, los puertos son identificados por la CPU con una dirección en la cual se pueden leer y/o escribir datos. Para trabajar con ellos solo es necesario apuntar a la dirección de memoria que tienen asignada, y el tratamiento es el mismo que el de una posición de memoria. Los puertos y dispositivos de E/S, en general son todas las interfaces de entrada y salida de datos en un microcomputador. Los dispositivos de E/S más comunes en aplicaciones son: Teclados, Displays, E/S paralelo, E/S seriales y E/S análogas. (Cfr. ANGULO, 1997).

### Teclado

Este es uno de los periféricos más importantes en un microcomputador, debido a que gracias a éste, es posible ingresar información para procesar por la CPU. Un teclado típico en las aplicaciones con microcomputadores es el teclado matricial 4X4.

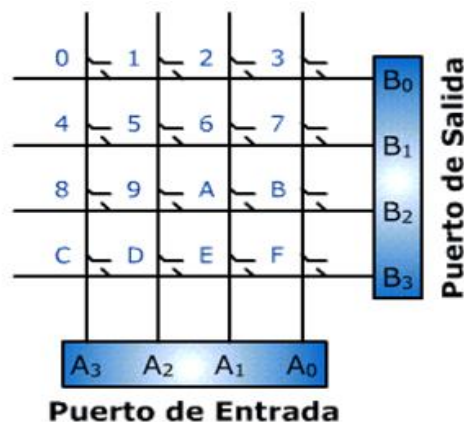


Figura. 5  
Teclado Matricial 4x4

La forma como detecta la pulsación de una tecla, consiste en enviar una señal constantemente a cada una de las filas a través de las salidas de un puerto del microcomputador y verificar cuál de las columnas se activa a través de un puerto de entrada. Este es el método que generalmente se utiliza para detectar una tecla, y se puede implementar con una rutina de código que funcione de forma cíclica.

### Displays

Los displays son periféricos muy importantes y su función es mostrar información proveniente de los puertos de salida. Los Displays hacen las veces de monitor en el caso de los computadores de escritorio. Generalmente se emplean display de 7 segmento, aunque hoy en día se ha venido incrementando el uso de Display de Cristal Líquido (*LCD*), el cual tiene menos consumo de energía que el de 7 segmentos y además permite mostrar una gran variedad de caracteres.

### E/S Paralelo

El puerto paralelo es el tipo de puerto comúnmente empleado en las aplicaciones del microcomputador, generalmente se utiliza para señalar manejar teclados y habilitar otros dispositivos.

### E/S Seriales

Este puerto se emplea para establecer comunicación con otros dispositivos. Algunos microcomputadores y microcontroladores tienen incluido uno de estos puertos en su arquitectura con el cual se puede establecer comunicación en tres hilos (Trasmisión, Recepción y Referencia).

### E/S Análogas

Muchas aplicaciones necesitan de una entrada análoga para medir magnitudes físicas como temperatura o presión. Algunos microcomputadores tiene conversores A/D que permiten medir estas magnitudes y procesar la información en forma digital. Actualmente se consiguen en el mercado microcontroladores con resoluciones entre 8 y 22 *bits*.

### Memorias

En las lecciones precedentes del capítulo, se mencionó sobre la necesidad de por lo menos una memoria para el funcionamiento de los microcomputadores. Esta memoria puede ser interna o externa, ya sea con *chips* adi-

## Procesadores

cionales o internamente dentro del chip del microcomputador.

Generalmente se habla de dos tipos de memoria dentro de un microcomputador:

- La memoria de Programa.
- La memoria de Datos.

La memoria de programa se utiliza para almacenar las instrucciones de los programas que ejecuta el microcomputador. Generalmente el tipo de memoria que se emplea para almacenar el programa es una memoria ROM, para que la información no se pierda cuando se desenergiza el microcomputador. Esta memoria puede ser una EPROM o una EEPROM, aunque hay microcomputadores que almacenan las instrucciones en memorias RAM, pero su uso no es muy difundido.

La memoria de datos se emplea para el almacenamiento y lectura de datos que se generan y cambian constantemente durante la ejecución del programa y la pila. La pila es una porción de memoria dónde la CPU almacena sus propios datos de uso interno para la ejecución de subrutinas. Por sus características, la memoria de datos se encuentra constituida comúnmente por una RAM.

La cantidad de memoria de programa y datos en un en un microcomputador depende en gran parte de la de la aplicación. Hay aplicaciones pequeñas que requieren solo 512 Bytes en ROM y 128 Bytes en RAM, así como aplicaciones de mayores prestaciones que requieren hasta de 1 Megabyte de EPROM y RAM. Generalmente el bus de direcciones de los microcomputadores se limita para direccionar 64 Kbytes de memoria, por lo tanto es común encontrar varios de estos dispositivos con capacidades de 32 Kbytes en ROM y 32 Kbytes en RAM.

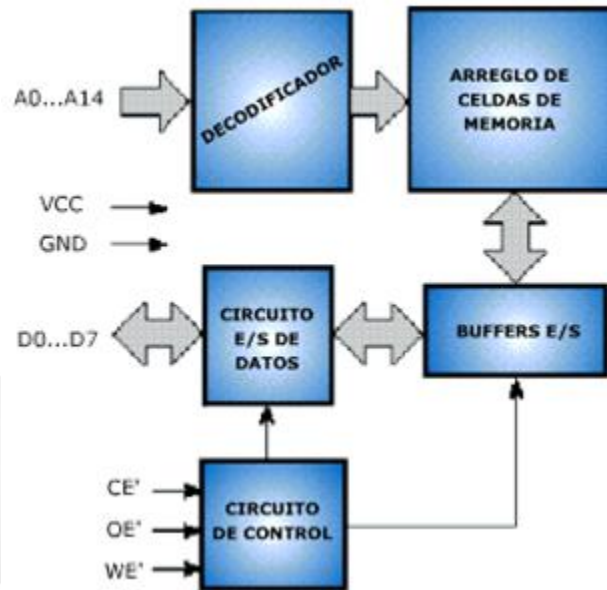


Figura. 6  
Disposición interna de una memoria

## El Microcontrolador

Los procesadores son empleados para procesar información. A manera de ejemplo, con un procesador se podría hallar a todas las personas en Bogotá entre edades de 15 y 30 años, de sexo femenino, y ordenados por el Apellido. Los procesadores usan un conjunto de instrucciones útiles para procesar datos, lo cual los hace muy versátiles para manejar información. Los microcontroladores son utilizados como su nombre lo indica para controlar. Son muy utilizados para implementar controles automáticos. Como ejemplo, un microcontrolador puede sensor la temperatura de un proceso, compararla con un valor almacenado en memoria y tomar la decisión de encender un equipo de calefacción si la temperatura baja de cierto valor, y además de ello mostrar el valor en un display. (Cfr. ANGULO, 1997).

Muchos de los sistemas digitales pueden diseñarse empleando procesadores o microcontroladores, la selección del dispositivo depende del tipo de aplicación y la diferencia básica que existe entre estos dos dispositivos se explica a continuación:

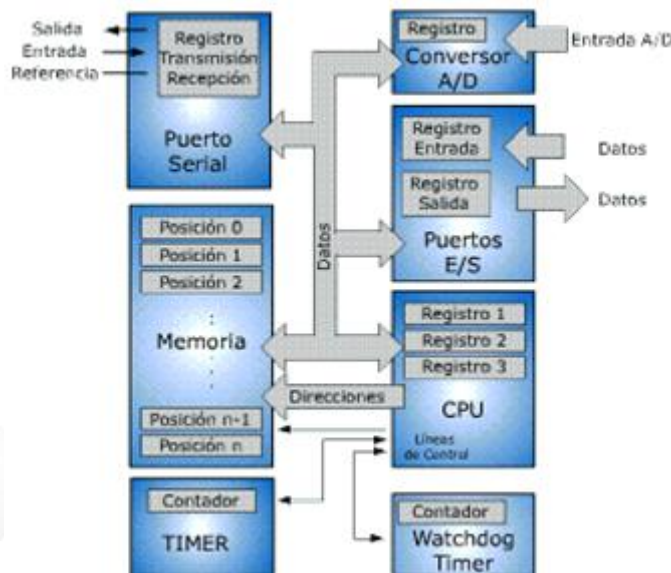


Figura. 7  
Estructura Típica de un Microcontrolador

Los microcontroladores generalmente tienen instrucciones especiales que permiten controlar procesos como el indicado anteriormente y otros más complejos; todo depende de la habilidad del programador para generar el código para manejar el proceso. Un Microcontrolador es simplemente un procesador con memoria *ROM* y *RAM*, puertos de *E/S* y otros dispositivos de propósito especial como convertidores *A/D*, contadores, temporizadores y puertos de comunicación, o en otras palabras es un microcomputador con funciones especiales. Estos dispositivos generalmente incluyen variedad de funciones especiales que se pueden utilizar gracias a los dispositivos internos incluidos dentro de ellos. Entre las características más relevantes de un Microcontrolador, se pueden enunciar las siguientes:

1. La memoria de programa generalmente es una Flash EEPROM.
2. Tiene puertos de Entrada y Salida (Configurables por software).
3. Poseen contadores de propósito especial.
4. Tiene incluido un reloj del sistema que permite contabilizar tiempo.
5. Algunos modelos incluyen convertidores *A/D*.
6. Tiene Memoria EEPROM para almacenar datos.
7. Tiene puerto de comunicaciones.
8. Manejan velocidades de operación hasta 20 MHz.

9. Algunos de estos dispositivos tienen puerto de comunicaciones serial.
10. Tienen entradas para interrupción.
11. La programación es rápida.
12. Las herramientas de desarrollo son económicas y se encuentran disponibles en la red, las cuales incluyen el ensamblador y simulador

Los microcontroladores se pueden encontrar en varias aplicaciones que se relacionen con medida, almacenamiento, control, cálculo entre otras. También se pueden encontrar dentro de los teclados, módems, impresoras y otros periféricos. Como se puede notar los microcontroladores son dispositivos muy versátiles que pueden ser utilizados en muchas aplicaciones, donde todo el potencial se encuentra en la programación.

### Como seleccionar un Microcontrolador

Dentro de cada familia de dispositivos, usted encontrará normalmente una selección de varios microcontroladores dependiendo de los dispositivos internos que tenga disponibles, y la capacidad de memoria de programa y datos. Los microcontroladores también se especifican por la cantidad de *bits* que pueden procesar por unidad de tiempo. Un número alto de *bits* indica que se trata de un dispositivo rápido y de altas prestaciones. Los microcontroladores de 8 *bits* son muy populares y se emplean en proyectos simples, sin embargo se encuentran arquitecturas que manejan hasta 32 *bits*, para aplicaciones más complejas.

El consumo de potencia es otra especificación que se debe tener en cuenta, sobre todo para sistemas alimentados por baterías. Los *Chips* normalmente son fabricados con tecnología *CMOS* debido al consumo bajo que ofrece. Algunos de estos dispositivos *CMOS* tienen disponible un estado de espera o modo "*sleep*", como el de los computadores cuando se suspenden, el cual limita el consumo de corriente en unos cuantos microam-

## Procesadores

perios cuando los circuitos se encuentran inactivos. Usando este modo de funcionamiento, el consumo de potencia puede ser reducido cuando se da espera a la entrada de datos durante la ejecución de un programa.

### Microcontroladores disponibles en el mercado

En esta sección se describen algunos microcontroladores populares que pueden ser empleados para infinidad de aplicaciones. Lo más recomendable en la selección de un Microcontrolador es tener disponible un buen juego de herramientas de desarrollo y que su costo no sea tan elevado, además de ello también es importante tener acceso a la documentación del dispositivo para conocer su arquitectura y funciones. Para iniciarse en la programación de estos dispositivos generalmente son recomendables los microcontroladores de INTEL, MOTOROLA y MICROCHIP entre otros, de los cuales se consiguen con facilidad sus herramientas de desarrollo y documentación. A continuación se dará una breve descripción de los dispositivos de cada una de estas Marcas.

#### Familia 805X, 80186 - Intel

Los microcontroladores de la serie 8051, son la segunda generación después del 8048. Este dispositivo es muy poderoso y fácil para programar. Tiene arquitectura Harvard, es decir, que los la memoria de datos y programa se encuentran por separado en su estructura. La memoria del programa es de 64K y la memoria de datos es de 128 bytes y 256 bytes para los 8052. Hay disponible gran cantidad de software de desarrollo para los microcontroladores de esta familia que puede ser encontrado en Internet. La tercera generación de estos microcontroladores son los de la familia 80C196, los cuales manejan palabras de 16 *bits*. Entre las principales características de estos dispositivos se pueden enumerar las siguientes: efectúan operaciones de multiplicación y división el hardware multiplica y divide, 6 modos de direccionamiento, Sistema de E/S de alta velocidad,

Convertor A/D, módulo de comunicación serial, 8 fuentes de interrupción, generador de PWM, Watchdog Timer.

Existe también el microcontrolador *80386 EX*, el cual tiene toda la potencia de un procesador 80386 pero con dispositivos adicionales que lo convierten en un microcontrolador muy potente y versátil. Este dispositivo tiene puerto serial, modos de ahorro de energía, contadores y temporizadores, memoria DRAM y fuentes de interrupción.

### **Familia 68HC11 - Motorola**

El 68HC11 es un microcontrolador de 8 bits. Este microcontrolador tiene bus de direcciones interno de 16 bits con un juego de instrucciones similar al de sus predecesores de las familias 6801, 6805 y 6809. La arquitectura de estos microcontroladores es Von-Neuman, es decir, que las direcciones y los datos comparten el mismo espacio en memoria. Dependiendo de la variedad, los 68HC11 tienen EEPROM incorporada, RAM, entradas y salidas digitales, temporizadores, Convertor A/D, generador de PWM, contadores de pulsos, puerto de comunicaciones seriales sincrónicos y asincrónicos, entre otras funciones.

### **PIC16C - MICROCHIP**

Los microcontroladores de Microchip fueron los primeros dispositivos RISC. RISC significa que el dispositivo tiene un número reducido de instrucciones, lo cual implica simplicidad en su arquitectura y bajo costo. Aunque estos microcontroladores tienen pocas instrucciones (33 para el PIC16CXX) en la actualidad son muy utilizados por su facilidad de programación y costo reducido.

Estos dispositivos son de arquitectura *Harvard*, por lo cual tienen buses de datos y direcciones separados. Los beneficios que tiene este dispositivo frente a los demás es su sencillez, lo cual permite fabricarlo en *chips* muy



## Procesadores

pequeños, con la ventaja adicional de consumir muy poca energía. Estos dispositivos son muy populares y generalmente se encuentran en aplicaciones en revistas de electrónica e Internet. Actualmente existen varias familias de este Microcontrolador entre las cuales se pueden destacar la PIC16C5X, PIC16CXX, y la PIC17CXX, que también se pueden conseguir con memoria Flash en las familias PIC16FXXX

Aunque en el mercado de la microinformática la mayor atención la acaparan los desarrollos de los microprocesadores, lo cierto es que se venden cientos de microcontroladores por cada uno de aquéllos. (Cfr. ANGULO, 1997).

Existe una gran diversidad de microcontroladores. Quizá la clasificación más importante sea entre microcontroladores de 4, 8, 16 ó 32 bits. Aunque las prestaciones de los microcontroladores de 16 y 32 bits son superiores a los de 4 y 8 bits, la realidad es que los microcontroladores de 8 bits dominan el mercado y los de 4 bits se resisten a desaparecer. La razón de esta tendencia es que los microcontroladores de 4 y 8 bits son apropiados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace absurdo emplear micros más potentes y consecuentemente más caros. Uno de los sectores que más tira del mercado del Microcontrolador es el mercado automovilístico. De hecho, algunas de las familias de microcontroladores actuales se desarrollaron pensando en este sector, siendo modificadas posteriormente para adaptarse a sistemas más genéricos. El mercado del automóvil es además uno de los más exigentes: los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables. El fallo de cualquier componente en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

En cuanto a las técnicas de fabricación, cabe decir que prácticamente la totalidad de los microcontroladores actuales se fabrican con tecnología

CMOS 4 (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Esta tecnología supera a las técnicas anteriores por su bajo consumo y alta inmunidad al ruido.

La distribución de las ventas según su aplicación es la siguiente:

- Una tercera parte se absorbe en las aplicaciones relacionadas con los computadores y sus periféricos.
- La cuarta parte se utiliza en las aplicaciones de consumo (electrodomésticos, juegos, TV, vídeo, etc.)
- El 16% de las ventas mundiales se destinó al área de las comunicaciones.
- Otro 16% fue empleado en aplicaciones industriales.
- El resto de los microcontroladores vendidos en el mundo, aproximadamente un 10% fueron adquiridos por las industrias de automoción.
- También los modernos microcontroladores de 32 bits van afianzando sus posiciones en el mercado, siendo las áreas de más interés el procesamiento de imágenes, las comunicaciones, las aplicaciones militares, los procesos industriales y el control de los dispositivos de almacenamiento masivo de datos.

### Componentes básicos de un Microcontrolador

- Un Microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:
- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).

## Procesadores

- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

### Ventajas del uso de microcontroladores

Los productos que para su regulación incorporan un Microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

- **Aumento de prestaciones:** un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- **Aumento de la fiabilidad:** al reemplazar el Microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- **Reducción del tamaño en el producto acabado:** La integración del Microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- **Mayor flexibilidad:** las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc.; y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc. (Cfr. ANGULO, 1997).

Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de

hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC. Los siguientes son algunos campos en los que los microcontroladores tienen gran uso:

- **En la industria del automóvil:** Control de motor, alarmas, regulador del servofreno, dosificador, etc.
- **En la industria de los electrodomésticos:** control de calefacciones, lavadoras, cocinas eléctricas, etc.
- **En informática:** como controlador de periféricos. Por ejemplo para controlar impresoras, plotters, cámaras, scanner terminales, unidades de disco, teclados, comunicaciones (módems), etc.
- **En la industria de imagen y sonido:** tratamiento de la imagen y sonido, control de los motores de arrastre del giradiscos, magnetófono, video, etc.

Se emplea también en **medicina, en aplicaciones militares, edificios inteligentes, etc.**



### Actividad

2.1

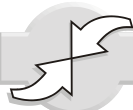
1. Mencione 5 características, del microcontroladores y los microprocesadores.



### Actividad de trabajo colaborativo

1. Hacer una especie de poster de microprocesadores para ello buscar fotos o imagens de zócalos de microprocesadores.

Un microcontrolador (abreviado  $\mu C$ , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres unidades funcionales principales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida. (Cfr. MORRIS,1982).



## Resumen

MICROCONTROLADOR		MICROPROCESADOR
Es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, contenido en el chip de un circuito integrado programable y se destina a gobernar una sola tarea con el programa que reside en su memoria.	 CONCEPTO	Es un dispositivo integrado digital capaz de interpretar y ejecutar un conjunto secuencial de instrucciones (programa). Hacen parte de un sistema muy complejo y más grande por eso se integran chips, cumpliendo la función de “cerebro” dentro de este sistema.
Todos los elementos del circuito están integrados al interior del microcontrolador, lo que simplifica de circuitería de las tarjetas electrónicas.	 ESTRUCTURA	Los elementos del circuito están por fuera del microprocesador, lo que hace que la tarjeta electrónica sea un poco más compleja.
El costo para un sistema basado en Microcontrolador es mucho menor.	 COSTOS	El costo para un sistema basado en microprocesador es mucho más alto.
El tiempo de desarrollo de un proyecto electrónico es menor.	 DESARROLLO	El tiempo de desarrollo de un proyecto electrónico es mayor.



## Bibliografía recomendada

MALIK, Norbert R, Desarrollo y Aplicación de Sistemas Digitales, Editorial Paraninfo. 1995

MORRIS, Mano, Lógica Digital y Diseño de Computadores, Prentice Hall. 1982

J. M<sup>a</sup>. Angulo Usategui, E. Martín Cuenca, I. Angulo Martínez, Microcontroladores PIC. La Solución en un Chip. Ed. Paraninfo. ( 1997 )



## Nexo

Los planteamientos explicados en este fascículo deben ser tenidos en cuenta para el tratamiento de problemas posteriores. En el siguiente fascí-



## Procesadores

culo daremos introducción a la programación de Microcontroladores, enfocar al estudiantes en futuras aplicaciones, integraciones y soluciones en los sistemas a implementar.



## Seguimiento al autoaprendizaje

### Procesadores - Fascículo No. 2

Nombre \_\_\_\_\_

Apellidos \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Ciudad \_\_\_\_\_ Semestre \_\_\_\_\_

Resolver:

1. Mencione las diferencias que existen entre un microcontrolador y un microprocesador.
2. Cuáles son los componentes principales de un microcontrolador.
3. En qué aplicaciones se pueden usar los microcontroladores.
4. Mencione y explique los diferentes tipos de memoria (prom, eprom, eeprom, ram, rom, cache). Cúales se usan en un microcontrolador.
5. Que fabricantes de micros se encuentran en el mercado.
6. Cuál es la desventaja de un computador basado en microprocesador y el que lo está en un microcontrolador.
7. Cuáles son las puertas de comunicación que posee un micro que le permiten comunicarse con otros dispositivos externos.
8. Cuál es la ventaja de la arquitectura Harvard que le confiere más velocidad al procesador en la ejecución de las instrucciones que el que al que le incorpora la arquitectura Von Neumann.
9. Cuál es el primer Microcontrolador que se considera se comercializo en el mundo y quien fue su fabricante.
10. Los microcontroladores PIC de microchip, a que arquitectura responden, CISC, RISC o SISC (mencione cada una de ellas).