

El ensamblador embebido¹

Microcontroladores vs microprocesadores

El lenguaje ensamblador que se ha discutido en las anteriores unidades se centró alrededor de las prestaciones de los microprocesadores Intel de 16 bits. Pero la misma estructura, reglas de escritura, muchos nemónicos, librerías, etc., pueden ser transportadas a otros dispositivos como algunos microcontroladores de freescale (freescale, 2014), texas (Texas Instruments, 2014) y microchip (Microchip, 2014).

Estos fabricantes ofrecen al público tarjetas de desarrollo con los componentes mínimos que requiere el microcontrolador al exterior. Estas tarjetas son útiles para probar propuestas de diseño electrónico y, por supuesto, para verificar el funcionamiento de los algoritmos computacionales que se grabarán internamente. Aunque cada microcontrolador tienen su propio conjunto de instrucciones, las más elementales, movimiento de datos, operaciones aritméticas y lógicas y de flujo de control, son comunes.

Es claro que si bien los sistemas de cómputo, basados en la computadora personal, son los más utilizados, existen otras necesidades de cómputo en donde la velocidad, o la comunicación con el hardware, es muy importante. Por ejemplo, en un robot, en una maquinaria, en el sistema de control de un avión, de un coche, etc.

Además de los microprocesadores, existen los chips microcontroladores, que poseen una estructura similar a los microprocesadores, es decir: CPU, ALU, Memoria. Pero tienen capacidades de hardware en el mismo chip, como puertos de entrada y salida analógicos y digitales, comunicación serial, etc.

Estos microprocesadores se encargan de tareas especializadas como controlar la temperatura del aire acondicionado, el panel de instrumentos y avisos, la inyección de combustible, dentro de un automóvil. O dentro del sistema de un DVD, una lavadora, incluso dentro de algunos dispositivos médicos de lectura de presión, temperatura, ritmo cardíaco. Y muchos de ellos se programan con lenguaje ensamblador.

La computadora personal, aunque relativamente pequeña, resulta no tener un tamaño adecuado en ciertas aplicaciones. Por ejemplo, para realizar el procesamiento dentro de un multifuncional, o para diseñar un medidor electrónico de presión arterial portable. La computadora personal tendría recursos sobrados al igual que volumen físico en demasía. Es por ello que existen dispositivos que se van configurando a la medida y de la mano del hardware mínimo necesario.

¹ Documento elaborado por el Dr. Carlos Jiménez Gallegos.

Así es que nacen los microcontroladores, que son pequeños microprocesadores con capacidades y periféricos incrustados que permiten participar con versatilidad en múltiples diseños de soluciones completas en tamaños pequeños.

Los microcontroladores tienen capacidad de recibir señales analógicas de manera directa y realizar la conversión de manera interna, lo que permite utilizar sensores de temperatura, presión, luz, etc., directamente conectados al microcontrolador.

Otra característica de los microcontroladores es que la mayoría de ellos cuentan con un sistema interno de memoria, tanto RAM como EEPROM, de manera que internamente se graba el programa y quedará ahí, aun y cuando no se le suministre energía eléctrica. El programa grabado podrá sustituirse por uno nuevo, en un número “limitado” de veces (entre 1000 y 10,000 veces)

Existen múltiples fabricantes de chips electrónicos que, entre su gama de productos, tienen dispositivos conocidos como microcontroladores. Los microcontroladores son chips que integran una unidad de procesamiento de 8, 16 y hasta 32 bits con un conjunto de periféricos en un mismo chip. Estos periféricos van desde convertidores analógicos a digital, puertos serie, puertos digitales bidireccionales, salidas de conmutación PWM (Modulación por ancho de pulso), hasta puertos más especializados de comunicación de datos.

La principal ventaja de un microcontrolador es que tenemos el manejo del proceso y de sus periféricos en una sola unidad, por lo que se puede integrar fácilmente en los proyectos de diseño electrónico que requieran procesamiento de señales analógicas y digitales de forma bidireccional y que en términos de volumen físico sean pequeños. Los microcontroladores, en su mayoría, ofrecen prestaciones de consumo bajo de energía, lo que los hace ideales para dispositivos que son portátiles.

Los microcontroladores tienen una arquitectura de hardware especial, en general, poseen internamente tanto memoria RAM y memoria *EEPROM* o *Flash*. Destacan dos arquitecturas:

La arquitectura **Von Neumann**, que es la que usualmente encontramos en una PC, centrada en una unidad central (CPU), una unidad de memoria y un sistema de entradas salidas (periféricos).

La arquitectura **Harvard**, en donde una unidad de control se encarga de comunicar datos y acciones entre dos unidades de memoria, una para los datos, otra para las instrucciones, la unidad aritmética y también a los controladores de entrada y salida de datos.

En la arquitectura Von Neumann la extensión del conjunto de instrucciones puede ser muy grande, mientras que en la arquitectura Harvard es posible implementar conjuntos pequeños de instrucciones dándoles la calidad de arquitecturas **RISC** (*Cómputo con un conjunto reducido de instrucciones*, por sus siglas en inglés).

Fabricantes

En particular, los microcontroladores llamados **AVR** implementan esta arquitectura, así como los microcontroladores de tipo **ARM** (máquinas RISC avanzadas).

- Una desventaja de la programación de los microcontroladores es que cada fabricante tiene su conjunto de instrucciones (aunque por supuesto algunas son comunes), incluso conjuntos diferenciados entre sus propias familias de chips.
- La segunda desventaja es que, aunque hay buenos emuladores o simuladores para estos microcontroladores, se necesita tener físicamente el dispositivo para hacer pruebas de la puesta en marcha del proyecto. Y así como el conjunto de instrucciones es diferente, también cada fabricante tiene su propio **IDE** (Entorno de desarrollo integrado). Hoy en día existen IDEs que pueden integrar herramientas para dispositivos de diferentes fabricantes, como es el caso del **software eclipse**.

Hagamos ahora un vistazo somero por algunos de los dispositivos microcontroladores más populares.

- Comencemos por los microprocesadores conocidos como **PIC** (Microchip, 2014). Microchip tiene productos de 8, 16 y 32 bits. Existen chips que tienen unos pocos pines (8) multipropósito que son programados con una carga de datos en forma serial. Los periféricos más comunes en estos dispositivos son los convertidores analógicos a digital, los PWM y los GPIO (puertos de propósito de entrada-salida), que son grupos de bytes reprogramables individualmente. Pero también posee chips con periféricos sofisticados integrados como, por ejemplo, para manejar el puerto de comunicación serial universal (USB) o el estándar de Ethernet. Su IDE es llamado **MPLAB**.

Aquí podemos apreciar el manual de una de las familias PIC de 8 bits:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41365E.pdf>

- Freescale es un fabricante de chips heredero de toda la división de microcontroladores de Motorola. Uno de los microcontroladores de Motorola más populares por muchos años y con un uso muy extenso en los sistemas automotrices, maquinaria pequeña y en electrodomésticos, ha sido el famoso **68HC10** y 11, hoy se fabrica como Freescale. Provee microcontroladores de alta eficiencia energética de 8, 16 y 32 bits.

Algunas familias se crean en zócalos compatibles de forma tal que se puede escalar desde 8 hasta 32 bits sin modificar el diseño electrónico externo. Freescale, junto con los microcontroladores de Texas, se reparten casi totalmente el mercado de microcontroladores para uso industrial, transporte y dispositivos de consumo. El IDE de Freescale es **CodeWarrior**.

Aquí podemos verificar el manual de programación de la familia del 68HC11 de Freescale:

http://cache.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11ERG.pdf?fasp=1&WT_TYPE=Reference%20Manuals&WT_VENDOR=FREESCALE&WT_FILE_FORMAT=pdf&WT_ASSET=Documentation

- Por otra parte, **ATMEL** se dedica a la fabricación de diversos chips con arquitectura Harvard, los más conocidos son la familia **AVR** que han resultado ser muy versátiles y de fácil adopción. En particular se han vuelto muy populares las **tarjetas de desarrollo Arduino**, pues se acompañan de un IDE muy sencillo que permite su programación en un lenguaje propio, parecido a C. El IDE hace el ensamblador y carga en el AVR. Los microcontroladores AVR son de mediana velocidad, en el orden de las decenas de MHz, poseen capacidades de comunicación serial, convertidores analógicos digitales y puertos digitales y PWM. Una de las características populares de los AVR es que sus salidas pueden soportar hasta 10mA, lo que permite el accionamiento directo de otros dispositivos externos digitales.

Aquí podrás revisar la familia de microcontroladores para aplicaciones en el área automotriz:

http://www.atmel.com/Images/Atmel-7701_Automotive-Microcontrollers-ATtiny24-44-84_Datasheet.pdf

- Otra de las consolidadas empresas de desarrollo de chips analógicos y digitales es **Texas Instruments**. Posee una división de microcontroladores muy extensa y con velocidades y capacidades muy diversas. Hoy en día produce una línea de microcontroladores cuyo procesamiento no se realiza en un CPU común, sino que desarrolla las operaciones matemáticas con la ayuda de un DSP, es decir, un Procesador Digital de Señales, por sus siglas en inglés (Texas es quien domina el desarrollo de estos dispositivos). Estos dispositivos llegan a tener una velocidad muy alta con voltajes bajos y muy bajo consumo de potencia. El procesamiento con DSP le permite proporcionar microprocesadores de tiempo real, es decir, con un procesamiento tan veloz que pueden ser usados en aplicaciones en donde el cálculo es primordial, como en dispositivos de comunicación de alta velocidad, Drones y cadenas cinemáticas (robots).

En la siguiente liga tenemos el manual de usuario de una familia de microcontroladores de 8 bits.

<http://www.ti.com/lit/ug/slau049f/slau049f.pdf>

Además, en la red podrás encontrar múltiples tarjetas de desarrollo:

https://www.google.com.mx/?gws_rd=cr&ei=Md1eU77hMMiB8AGiQAg#q=tarjetas+de+desarrollo