

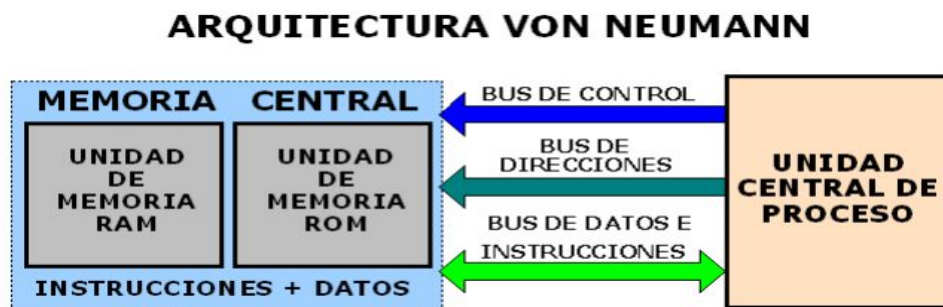
## **Introducción**

El uso de microcontroladores en el ambiente industrial es muy usual, especialmente en el desarrollo de prototipos, pues en ellos se realiza la programación de las tareas a realizar. Es por ello que la enseñanza de estos en las escuelas es una tarea de especial interés para las empresas que se dedican a la manufactura y desarrollo de nuevas tecnologías.

Es importante notar que para el correcto uso de un microcontrolador no basta saber programar, sino también poder diferenciar entre los diferentes microcontroladores las ventajas que presentan conforme a su arquitectura, es decir, como fueron diseñados. Entre estas características podemos mencionar el tiempo y la forma en que realiza cada instrucción, las operaciones que pueden realizar, la implementación de la pila o stack, los módulos con que cuenta el microcontrolador, es decir, si cuenta con timers, ADC, DAC, UART, entre otros.

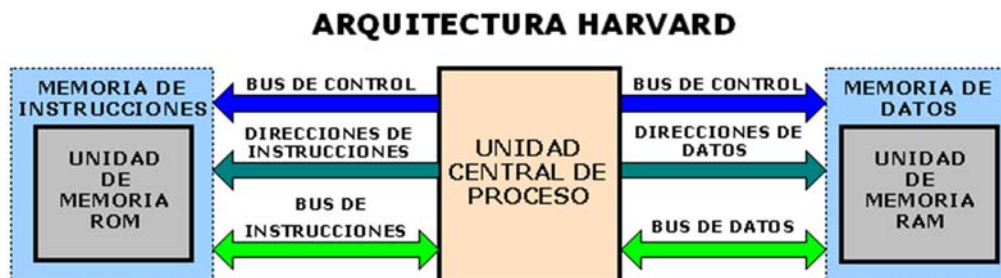
Entre las arquitecturas clásicas de arquitectura computacional se encuentran la arquitectura Harvard y la arquitectura Von Neumann. Estas dos arquitecturas son modelos generales que atienden el problema de cómo acceder a la memoria de la computadora, o en este caso el microcontrolador. Como uno puede imaginar las instrucciones del programa y los datos son alojados en memoria, sin embargo, esto puede traer problemas en cuanto a la velocidad de procesamiento del ordenador debido a la baja velocidad de operación de la memoria y entonces crear un cuello de botella.

La arquitectura Von Neumann es más sencilla, pues es una sola memoria la que almacena el programa y los datos, sin embargo, esto se refleja en una velocidad más lenta en la ejecución de instrucciones que la arquitectura Harvard, ya que las instrucciones y los datos vienen del mismo bus, por lo tanto, primero se debe extraer el dato y luego la instrucción o viceversa. A continuación, la Figura 1.1 muestra esta arquitectura.



**Figura 1.1** Arquitectura Von Neumann [1]

Por otro lado, contamos con la arquitectura Harvard, en esta arquitectura se tiene el programa y los datos en memorias separadas, por lo tanto, permite una velocidad de procesamiento mayor, pues se pueden extraer datos e instrucciones de manera simultánea. A continuación, la Figura 1.2 muestra dicha arquitectura.



**Figura 1.2** Arquitectura Harvard [1]

Asimismo, los ordenadores se pueden dividir en cuanto a su conjunto de instrucciones en RISC y CISC. Los ordenadores que operan bajo RISC (Reduced Instruction Set

Computer) tienen instrucciones que realizan pequeñas operaciones, tales como la suma, la resta, load y store entre otras, tal que con este conjunto de instrucciones se puedan recrear cualquier otra función deseada. Por otra parte, los ordenadores CISC cuentan con un conjunto de instrucciones mucho más grande, pues tratan de tener instrucciones para cada operación deseada y de esta manera obtener menores líneas de código para cada tarea, por ejemplo, multiplicar [2].

A continuación, se muestra un ejemplo extraído de la página de Eric Roberts, profesor de ciencias computacionales de la Universidad de Stanford:

“MULT is what is known as a "complex instruction." It operates directly on the computer's memory banks and does not require the programmer to explicitly call any loading or storing functions. One of the primary advantages of this system is that the compiler has to do very little work to translate a high-level language statement into assembly. Because the length of the code is relatively short, very little RAM is required to store instructions. The emphasis is put on building complex instructions directly into the hardware.”

<b>CISC</b>	<b>RISC</b>
MUL 2:3, 5:2	LOAD A, 2:3
	LOAD B, 5:2
	PROD A, B
	STORE 2:3, A

De igual manera, en [3] se nos indica que el desarrollo de ordenadores CISC se debió al elevado costo de la memoria en los años 80. Por lo que se puede deducir que los

ordenadores CISC surgieron antes que los RISC, además los ordenadores CISC son más complejos en Hardware, mientras que los ordenadores RISC se centran en una arquitectura simple en hardware y un gran respaldo de software mediante el compilador.

Entre las características más importantes de las computadoras RISC es que las instrucciones se realizan generalmente en un solo ciclo, además de tener una longitud fija, y poder paralelizar la realización de instrucciones.

En la actualidad la utilización de la arquitectura ARM en el campo de los microprocesadores, microcontroladores y sistemas embebidos ha sido muy empleado en la industria, pues actualmente la arquitectura ARM lidera el mercado. Estos microcontroladores son de 32 bits por lo que ofrecen mayores capacidades y nuevas funciones comparados con los Microchip de 8 bits utilizados en las aulas.

ARM es solo una arquitectura, pues los fabricantes compran licencias y sacan las tarjetas de desarrollo según les convenga, entre los fabricantes de semiconductores encontramos a Texas Instruments, Freescale, NXP, ST Microelectronics, Atmel, LG, entre otros.

Los sistemas embebidos son sistemas digitales enfocados en una tarea en específico, generalmente se basan en microcontroladores. Los sistemas embebidos cuentan con ciertos periféricos de entrada y salida, memoria y software orientado a tareas de tiempo real comúnmente llamado RTOS, entre los cuales se encuentra FreeRTOS, iMQX, uClinux. La atención de las interrupciones en un microcontrolador mediante las ISR (Interruption Service Routine), en ellas se utilizan funciones que pasan la señalización y datos necesarios a las tareas que se fueron creadas en el main y la realización de las tareas en el RTOS las controla

un scheduler.

Hay que señalar que la tarjeta empleada en el desarrollo de este trabajo es en sí misma un sistema embebido, pues cuenta ya con ciertos módulos incorporados, entre ellos está el acelerómetro, un slider touch capacitivo y un LED RGB, además esta tarjeta ha sido utilizada para el control de cuadricopteros como se puede observar en [3].

Debido a la complejidad que puede presentar manejar una arquitectura más grande a la usual de 8 bits, el uso de estos microcontroladores no se ha visto en muchas escuelas, sin embargo, hay algunas que ya los vienen manejando y han desarrollado grandes cosas con ellos, un ejemplo de ello es la UBA (Universidad de Buenos Aires), entre sus proyectos podemos encontrar un Holter cardíaco (ECG), el control digital de péndulo invertido y un ecualizador adoptivo de audio [4].