

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Mater del Magisterio Nacional

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

Escuela Profesional de Electromecánica



**Metodología para el desarrollo de prácticas de programación de
microcontroladores PIC**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0951-2021-D-FATEC

Presentada por:

Grajeda De los Santos, Gianfranco Andre

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

Especialidad: Automatización Industrial

Lima, Perú

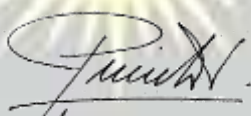
2021

Metodología para el desarrollo de prácticas de programación de microcontroladores PIC

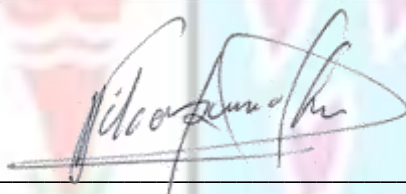
Designación de Jurado Resolución N° 0951-2021-D-FATEC



Dr. Vargas Quispe, Guillermo
Presidente



Mg. Quinteros Osorio, Roger Octavio
Secretario



Mg. Vilcapuma Flores, Juan Mariano
Vocal

Línea de investigación: Tecnología y soportes educativos

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación fruto de mi estudio constante, en primer lugar a Dios, seguidamente a mis padres por su amor y confianza que siempre me demostraron; a mis docentes por inculcarme cada día un nuevo aprendizaje en beneficio de mi desarrollo profesional.

Índice de contenidos

Portada	i
Hoja de firmas de jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos	iv
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Introducción.....	xi
Capítulo I. Metodología	12
1.1 Método y metodología.....	12
1.2 Tipos de métodos.....	14
1.2.1 Método general.....	14
1.2.2 Método específico.....	14
1.2.3 Método experimental.....	14
1.3 Desarrollo conceptual y básico.....	15
1.4 Técnicas	15
1.5 Recursos	15
Capítulo II. Microcontroladores PIC	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Controlador.....	18
2.3 Microcontrolador	19
2.3.1 Características de un microcontrolador.....	20
2.3.1.1 Arquitectura básica.....	21
2.3.1.2 Arquitectura interna.....	22

2.3.1.3	Arquitectura Von Neumann.....	22
2.3.1.4	Arquitectura Harvard.....	23
2.3.2	Memoria.	25
2.3.3	Tipos de memoria del microcontrolador.	26
2.3.3.1	Memoria ROM (Read Only Memory) – memoria de solo lectura.	26
2.3.3.2	ROM de mascara (enmascarada) – MROM.	26
2.3.3.3	OTP ROM (One Time Programmable) - Programable una sola vez.....	27
2.3.3.4	Memoria flash.....	27
2.3.3.5	Memoria RAM (Random Acces Memory) – Acceso aleatorio.....	28
2.3.3.6	Memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)- ROM programable y borrrable eléctricamente.	28
2.4	Microcontroladores PIC	29
2.4.1	Características del PIC.....	31
2.4.2	Organización de un microcontrolador.	33
2.4.3	Registros de funciones especiales camino de los datos y registro W.....	34
2.4.3.1	Contador de programa.	35
2.4.3.2	Stack.	36
2.4.3.3	Palabra de estado del procesador.....	37
2.4.4	Puerto de entrada / salida.....	38
2.4.4.1	Circuito equivalente.....	39
2.4.4.2	Circuito equivalente de puerto I/O.	39
2.4.5	Temporizador/Contador (RTCC).	40
2.4.6	Tipos de microcontroladores PIC.....	41
2.4.6.1	Microchip PIC16F877A.	42
2.4.6.2	Conexiones para el PIC16F877A.	43

2.4.6.3	Microchip PIC16F628A.	43
2.4.6.4	Microchip PIC16F84A.	45
2.5	Familias de microcontroladores PIC	46
Capítulo III. Programación		48
3.1	Introducción a la programación	48
3.2	Lenguajes de programación para PICs	49
3.2.1	El lenguaje basic.	50
3.2.1.1	Ventajas.	50
3.2.1.2	Desventajas.	50
3.2.2	Lenguaje C.....	51
3.2.2.1	Ventajas.	51
3.2.2.2	Desventajas.	51
3.2.3	Lenguaje ensamblador.	51
3.2.3.1	Ventajas.	51
3.2.3.2	Desventajas.	52
3.3	Software de desarrollo de microchip (MPLAB).....	52
3.3.1	Componentes de MPLAB.....	53
3.3.2	Instrucciones/Comandos básicos que se emplean en MPLAB IDE para el manejo de un PIC.	55
3.3.3	Directivas.....	56
3.3.4	Compilación del programa y carga al PIC.....	57
3.3.5	Cómo empezar.....	58
3.4	Programación en los microcontroladores	62
Capítulo IV. Aplicación de la metodología para el desarrollo de prácticas de programación microcontroladores PIC		65

4.1	Antecedentes de la problemática	65
4.2	Desarrollo de la programación en microcontrolador PIC.....	66
4.2.1	Grabador.....	66
4.3	Programando en el MPLAB IDE v8.91.	68
4.4	Entrenador	68
4.5	Pantalla LCD	69
	Aplicación didáctica	71
	Síntesis.....	85
	Apreciación crítica y sugerencias	86
	Referencias	87

Lista de tablas

Tabla 1. Recursos empleados	15
Tabla 2. Familias de microcontroladores	47

Lista de figuras

Figura 1. Controlador	19
Figura 2. Microcontrolador PIC 18F4520	20
Figura 3. Unidad lógica aritmética	21
Figura 4. Arquitectura Harvard	21
Figura 5. Arquitectura de Von.....	23
Figura 6. Arquitectura Harvard	24
Figura 7. Memoria	25
Figura 8. Esquemas de pines.	30
Figura 9. Características del PIC	31
Figura 10. Arquitectura de un microcontrolador	33
Figura 11. Funciones especiales	34
Figura 12. Circuito equivalente	39
Figura 13. Esquema de prescaler.....	40
Figura 14. Circuito equivalente del RTCC.....	41
Figura 15. Microcontrolador PIC16F877A	42
Figura 16. Microcontrolador PIC16F877A conexiones al LCD	43
Figura 17. Microcontrolador PIC16F628A	44
Figura 18. Microcontrolador PIC16F628A	44
Figura 19. Microcontrolador PIC16F84A	45
Figura 20. Microcontrolador PIC16F84A	46
Figura 21. Directivas	56
Figura 22. Programador picstart plus	57
Figura 23. Pantalla de inicial del MPLAB IDE.....	58

Figura 24. Pantalla de edición de programa en el MPLAB IDE	59
Figura 25. Selección del microcontrolador.....	60
Figura 26. Selección del simulador	60
Figura 27. Selección de la frecuencia de simulación para el MPLAB	61
Figura 28. Propiedades de la pantalla de edición	62
Figura 29. Programador PICKit™3.....	67
Figura 30. Módulo de tarjeta entrenadora	69
Figura 31. Pantalla LCD 1602ª	70

Introducción

El presente trabajo titulado “Metodología para el desarrollo de prácticas de programación de microcontroladores PIC” presenta las bases teóricas para conocerlo y está dividido en los siguientes capítulos: Capítulo I, en este primer capítulo se abordará de los conceptos básicos de la metodología, y sus tipos, así como la metodología del desarrollo, técnicas y recursos. Capítulo II, en este segundo capítulo se tratará de los microcontroladores, donde se describirá su definición, antecedentes y sus características.

El microcontrolador es uno de los avances más destacados del siglo XX. En la actualidad se pueden encontrar alrededor de 15,000 millones de PIC's y es posible encontrarlos en algunos equipos como: microondas, refrigeradores, autos, aviones, radios, televisores, entre otros. Capítulo III, en este tercer capítulo se describirá una introducción a la programación y se explicará sus características y componentes. Capítulo IV, en este cuarto capítulo se abordará la aplicación de la metodología para el desarrollo de prácticas de programación microcontroladores

Por último, en la aplicación didáctica trataremos los aspectos pedagógicos donde detallaremos la programación curricular, así como las fichas de actividades y las hojas de información y operación que se aplicaran en una sesión de aprendizaje. La síntesis, apreciación crítica y sugerencias, y referencias.

Capítulo I

Metodología

1.1 Método y metodología

El fruto de un método de investigación se basa en que se rigen bajo un orden para transformar una problemática, el cual debe ser desarrollado para la comprensión de la realidad.

“Es posible poder valorar la metodología de la investigación como un conglomerado de procesos organizados que hagan posible dirigir la habilidad del intelecto para revelar y expresar una veracidad” (Aguilera, 2013, p. 86).

En ese sentido se deduce que el método busca y permite reducir la complicación de los elementos del problema con el fin de estructurarlo y explicarlo de manera casual.

“La utilización de la metodología no va depender de ella misma, sino va depender del individuo conocedor, quien va elegir el objeto a estudiar, el conjunto de concepciones a laborar y organizar la forma de realizar el estudio” (Aguilera, 2013, p. 86).

Por tal razón, el método consiste en llevar una actitud reflexiva con un orden y secuencia rigurosa. El método responde a la necesidad de reestructurar las secciones de la realidad con un sentido lógico para resolver las dudas, preguntas, y las hipótesis. De esta

manera, el método trabaja de forma sistematizada donde la problemática abordada sea incluida en el contexto que se desarrolla.

La metodología es la ciencia, la parte lógica, que estudia los métodos; el cual es de utilidad para realizar una investigación científica, realizar una sustentación o ciertos estudios.

La metodología en su contexto fundamental de ejecución se refiere en que es el logos que dirige la indagación razonable de los procedimientos, lo que conlleva el estudio de la racionalidad que lo sostiene, su eficiencia, la extensión de su efectividad, la capacidad de su planificación y los procedimientos para la producción de concepciones importantes (Aguilera, 2013, p. 89).

La metodología, es entonces, la serie de métodos los cuales se aplican para sistematizar una investigación, funciona también como una base conceptual de rigor para llevar a cabo la indagación.

La metodología es muy imprescindible ya que se enfoca específicamente en el estudio de los componentes de los métodos vinculados con su origen, su argumentación, su composición, su aspecto explicativo, su utilidad empleada y los procesos de control del que hacen uso (Aguilera, 2013, p. 89).

El método es un sinónimo de lo que en castellano acostumbra a llamarse *técnica* de investigación de muestreo o de análisis. Ya que al método se le denomina como el conjunto de procedimientos para desarrollar la investigación. A diferencia de la metodología que viene a ser algo menor con respecto a su definición según menciona el autor (Fabregues, 2015, p. 15).

1.2 Tipos de métodos

1.2.1 Método general.

Esta técnica se lleva a cabo de manera organizada con puntos claros, de esta manera se obtendrá resultados siguiendo una secuencia sistematizada.

La metodología general que se llevará a cabo para el proceso de la presente investigación es el descriptivo, ya que se identificarán los componentes que participan en una placa fundada en microcontroladores PIC, sus características, los mecanismos de funcionamiento, además se podrán identificar cada parte de sus componentes y mecanismos a utilizar, como es su funcionalidad y en donde deben adaptarse (Toapanta, 2015, p. 40).

1.2.2 Método específico.

Para este método nos enfocamos solo en un área determinada que sería la programación del microcontrolador y la función que llegara a tener este PIC 16F628A, demostraremos que tiene una función necesaria y garanticen el porqué de los avances de la tecnología.

Se usará la investigación bibliográfica, porque esta permite adquirir informaciones idóneas, peculiares y fiables respecto a los diversos tópicos a estudiarse en esta investigación tanto en software como en hardware. También es importante contar con disposición bibliográfica de especialistas en la materia, que publican sus estudios en canales escritos (Toapanta, 2015, p. 40).

1.2.3 Método experimental.

Es un método cuantitativo para usarlo finalmente en lo desconocido y así poder crear manifestaciones óptimas y fundamentalmente requeridas para la elaboración de la C.

1.3 Desarrollo conceptual y básico

Paul Toapanta propone que en esta etapa se ejecuta las alternativas de solución del proyecto, dando como inicio al Diseño conceptual, el cual nos facilita realizar un bosquejo y materialización del mismo, en el cual se pretende tener un orden u organización de los capítulos a desarrollar (Toapanta, 2015).

1.4 Técnicas

La técnica consiste en agrupar instrumentos y medios donde se aplica el método y se involucra a una ciencia, infaltable en el proceso de la investigación científica, porque asocia la estructura por medio en que se organiza la investigación, sus objetivos son clasificar las fases de la investigación, proporcionar las herramientas para hacer uso de los datos, llevar un registro de documentaciones y como enseñar la obtención de las informaciones.

La técnica que se aplica en la investigación busca la recopilación de información directa proporcionada por los participantes de la investigación, con el objetivo de determinar el conocimiento del área y la predisposición en el manejo y en el uso de los microcontroladores (Villacreses, 2014).

1.5 Recursos

Tabla 1
Recursos empleados

Humanos	Materiales
Creador de la investigación	Computadora
Estudiante de Automatización	Lecturas tecnológicas
Industrial	Entrenador

Nota: Descripción de recursos. Fuente: Autoría propia.

- Microcontroladores
 - PIC 16F628A
 - Software: MPLAB – PIC K150
 - Proyecto PIC: Pantalla LCD
 - 3 pulsadores
 - 2 leds
 - Espadín
 - Cristal de 4 MHz
 - Condensador de 22 picos
 - Resistencias de 10k
 - 1k
 - 2.2k
 - Motor reductor
 - Proyecto PIC: Placa fibra de vidrio

Capítulo II

Microcontroladores PIC

2.1 Antecedentes

La investigación titulada *Aplicaciones de la programación de microcontroladores Pics*, es un trabajo donde se sustenta a detalle el valor didáctico y pedagógico de los microcontroladores Pics, sus diversidades y sus utilidades, cumpliendo cada parte del hardware y software imprescindible para realizar la programación de los microcontroladores Pics, y su desarrollo en las sesiones de clases como vía de aprendizaje enseñanza (Salgado, 2016).

En la tesis publicada por el Instituto Politécnico Nacional de México, titulado *Tarjeta de desarrollo para microcontroladores PIC*, con el propósito de crear y componer una tarjeta de desarrollo para microcontroladores PIC para realizar la configuración de los aplicativos de control con intenciones didácticas, que se mostró en una jerarquización modular, se logra examinar la trascendencia del uso de la arquitectura de los microcontroladores PIC en la estructuración de la memoria de los sistemas (Melchor, 2013).

El trabajo de investigación titulado *Análisis, diseño e implementación de un sistema de control de focos incandescentes en los hogares por medio de un control remoto*

universal, en dicha sustentación se llevó a cabo un prototipo empírico para el funcionamiento adecuado de audio empleado en un concierto poniendo en práctica un circuito haciendo uso de los microcontroladores que permiten examinar las técnicas de encendido y apagado de las luces basándose en las frecuencias producidas por los instrumentos (Yagual, 2015).

2.2 Controlador

El controlador es un dispositivo que da accesibilidad a poder encaminar diferentes procesos, además es un componente del software utilizado por un método que permite relacionarse con el hardware (Valdés, 2011).

Anteriormente dichos mecanismos que realizan el control se fabricaban únicamente con elementos de lógica discreta, después se hicieron uso de los microprocesadores, que son chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso, los cuales prácticamente son una computadora en una sola tarjeta SBC, Single Board Computer (Valdés, 2011, p. 8).

Cabe indicar que, a pesar de que un controlador prácticamente requiere todos los aspectos indispensables para ser conceptualizado como una computadora, no lo es ya que su uso principal se basa en el desempeño de funciones de *control* involucrándose con el *mundo real* para inspeccionar situaciones por medio de sensores y como respuesta, encender o apagar los dispositivos a través de actuadores. Actualmente los elementos del controlador se han incluido en un circuito integrado que recibe el nombre de microcontrolador que generalmente se enfocan en sistemas de propósitos específicos: videojuegos, equipos de sonido, máquinas de escribir, entre otros.



Figura 1. Controlador. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/>

2.3 Microcontrolador

El microcontrolador viene a ser una computadora únicamente con un chip. El micro hace referencia a lo diminuto y controlador, esto significa que es utilizado en sistemas de control.

Un microprocesador se diferencia de un microcontrolador en diversos aspectos. Lo esencial es que un microprocesador necesita de diversos elementos de la parte externa para su funcionamiento, como memoria de programa y de datos, mecanismos de entrada/salida, y un circuito de reloj externo (Mendez, 2014, p. 19).

Además, los elaboradores tecnológicos de microcontroladores de distintas marcas tienen diferentes lenguajes de compilación, por eso es necesario que el técnico o el aficionado a la programación de microcontroladores conozcan de los lenguajes de programación y de esta forma siga aprendiendo, que para cada microcontrolador que utilice, existirán nuevos lenguajes de programación.



Figura 2. Microcontrolador PIC 18F4520. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/>

2.3.1 Características de un microcontrolador.

Los siguientes dispositivos electrónicos llamados microcontroladores que son de distintos fabricantes manejan diferentes capacidades y arquitecturas. Se pueden considerar adaptaciones únicas contrario a otros que son inoperante para la misma adaptación.

Iniciamos con el desglose con respecto a los microcontroladores hablando de principalmente de la CPU, ahí se encuentra la Unidad central de procesamiento conocida por sus siglas en inglés como Central Processor Unit (CPU), tiene la función de controlar las distintas sucesiones en el microcontrolador, sus partes sustanciales son:

- Decodificador de instrucciones: Permite la decodificación de las especificaciones del programa y activa dichos circuitos enfocándose en ello. El grupo de instrucciones se diferencia de cada tipo de microcontrolador que manifiesta las facultades de este circuito.
- Unidad lógica aritmética (ALU): Lleva a cabo los diversos procedimientos matemáticos y lógicos de los datos.
- Registro de trabajo: Es un listado fuertemente vinculado en el manejo de la ALU. Es empleado para reunir diversas informaciones respecto a lo que se tiene que llevar a cabo cierta ejecución. Asimismo, realiza el almacenamiento de los resultados originados para realizar el proceso a futuro (Bizama, 2012, p. 5).

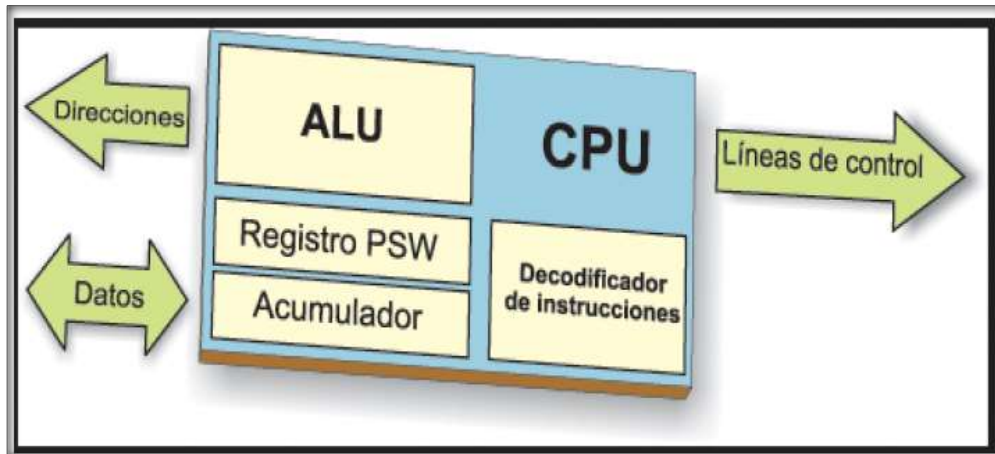


Figura 3. Unidad lógica aritmética. Fuente: Bizama, 2012.

2.3.1.1 Arquitectura básica.

La arquitectura de los microcontroladores es autónoma: la primera es la que se rige solo a instrucciones y la segunda, únicamente a los datos. Las dos se alinean a sus correspondientes sistemas de buses de acceso y se permite efectuar intervenciones de entrada ya sea de lectura o redacción, sincrónicamente en las dos memorias, donde la rapidez del procedimiento se acrecienta (Barra, 2011).

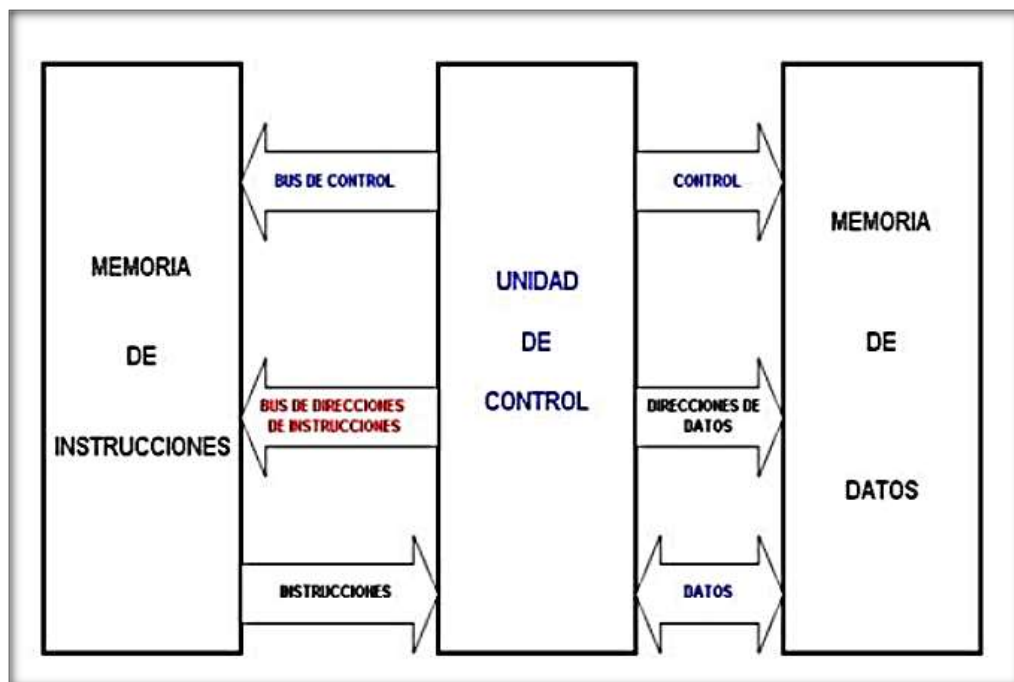


Figura 4. Arquitectura Harvard. Fuente: Barra, 2011.

2.3.1.2 *Arquitectura interna.*

Los microprocesadores usan dos únicas maneras de relacionar los datos entre la CPU y la memoria de datos, los cuales son la arquitectura Von Neumann y la arquitectura Harvard.

2.3.1.3 *Arquitectura Von Neumann.*

La arquitectura Von Neumann es una arquitectura de computadoras fundado por este mismo matemático-físico, detalla un computador digital electrónico con secciones que consisten de la unidad de procesamiento en la que conlleva primero una unidad aritmética lógica y segunda, registros del procesador.

Los microcontroladores que emplea la arquitectura Von Neumann cuentan con un conjunto de memoria y de un bus de datos de 8 bits. Debido a que las informaciones realizan intercambios a través de las 8 líneas, dicho bus se encuentra excedente, por ello la interacción por sí sola es demasiada tardía e ineficiente. La CPU es posible que pueda llevar a cabo la lectura de una indicación o leer/redactar los datos de la memoria. Ambos procedimientos no es posible que ocurra al mismo tiempo debido a que las indicaciones y los datos emplean el mismo bus (Leon, 2015, p. 35).

Este propio bus de datos se emplea por completo en nuestras operaciones intermedias al conmutar los datos que se relacionan en la CPU y la memoria.

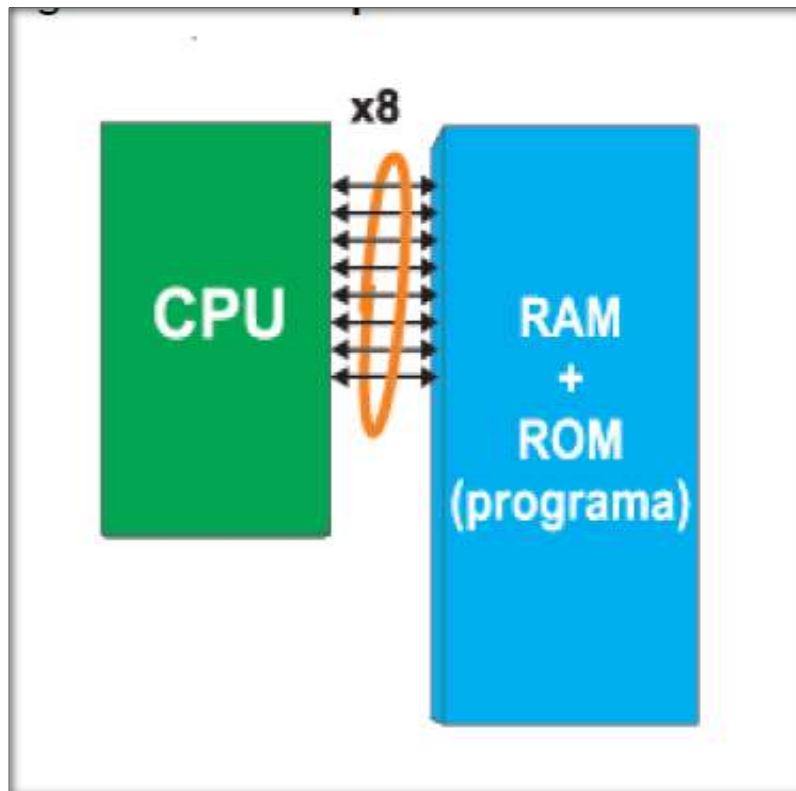


Figura 5. Arquitectura de Von. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/>

2.3.1.4 *Arquitectura Harvard.*

En los microcontroladores la arquitectura Harvard podemos mencionar que es otra arquitectura para computadoras que cuentan con almacenamiento y también que cuenta con señales físicamente distanciadas para la formación y también para los datos de este mismo.

Los microcontroladores que usan esta arquitectura conllevan dos buses de distintos datos. El primero de ellos es el de 8 bits de ancho y se enlaza a la CPU con la memoria RAM. El segundo consiste en diferentes líneas que son (12, 14 o 16) y enlaza la CPU y la memoria ROM. En consecuencia, la CPU logra leer las funciones e instrucciones y ejecuta el ingreso a la memoria de datos sincrónicamente. Debido a que en su totalidad estos datos de la memoria RAM son de 8 bits de ancho, todos los registros que contiene del microcontrolador que se conmutan son de igual anchura.

En el desarrollo de la redacción de programa, solamente se utilizan los datos de 8 bits, esto quiere decir que es posible modificar el programa. Los programas redactados por los microcontroladores son guardados en la memoria ROM interna luego de ser agrupados y recolectados a código máquina. Sin embargo, dichas localidades de memoria ROM no cuentan con 8, sino con 12, 14 o 16 bits. Las cifras de 4, 6 o 8 bits añadidos simbolizan una especificación que caracteriza a la CPU lo que debe de realizar con los datos de 8 bits (Leon, 2015, p. 37).

A continuación, se describirá las ventajas de la arquitectura:

- Toda la información en el programa es de un byte (8 bits) de amplitud. Cuando el bus de datos empleado para leer el programa cuenta con mayor cantidad de líneas, la especificación, así como el dato es posible realizar la lectura sincrónicamente al emplear dichos bits extras. Por ello, las indicaciones se llevan a cabo en un ciclo, excepto las especificaciones de salto que tienen dos ciclos.
- Cuando un programa (la ROM) y los datos eventuales (la RAM) están alejados, facilita al CPU realizar la ejecución de las indicaciones consecutivamente. Interpretado de otra forma, cuando se lleva a cabo la lectura o redacción de la RAM en la próxima especificación se realiza la lectura a través de diferente bus.

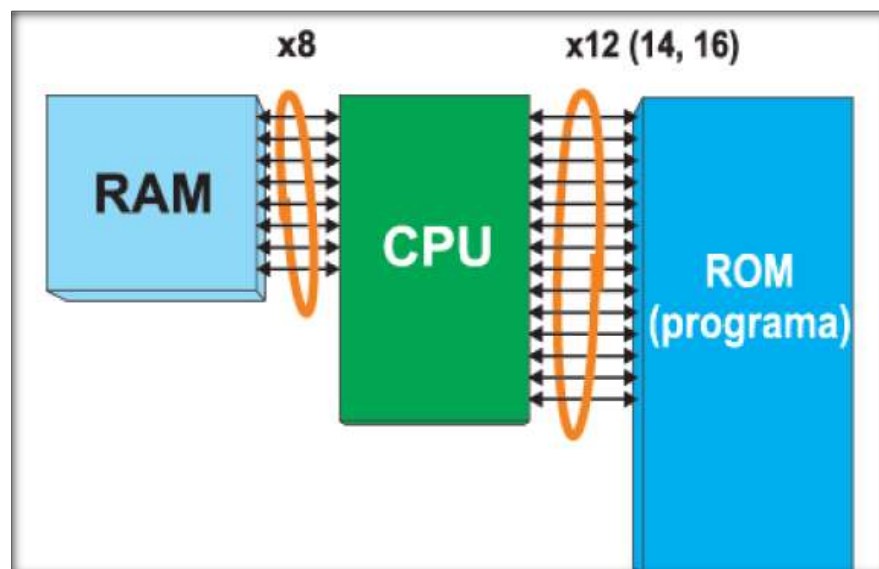


Figura 6. Arquitectura Harvard. Fuente: León, 2015.

2.3.2 Memoria.

Con respecto a la memoria podemos observar que importante en el ámbito tecnológico para la vida de las personas, se utiliza para guardar información ya sean imágenes, audios, videos, archivos pdf, documentos de office, entre otros.

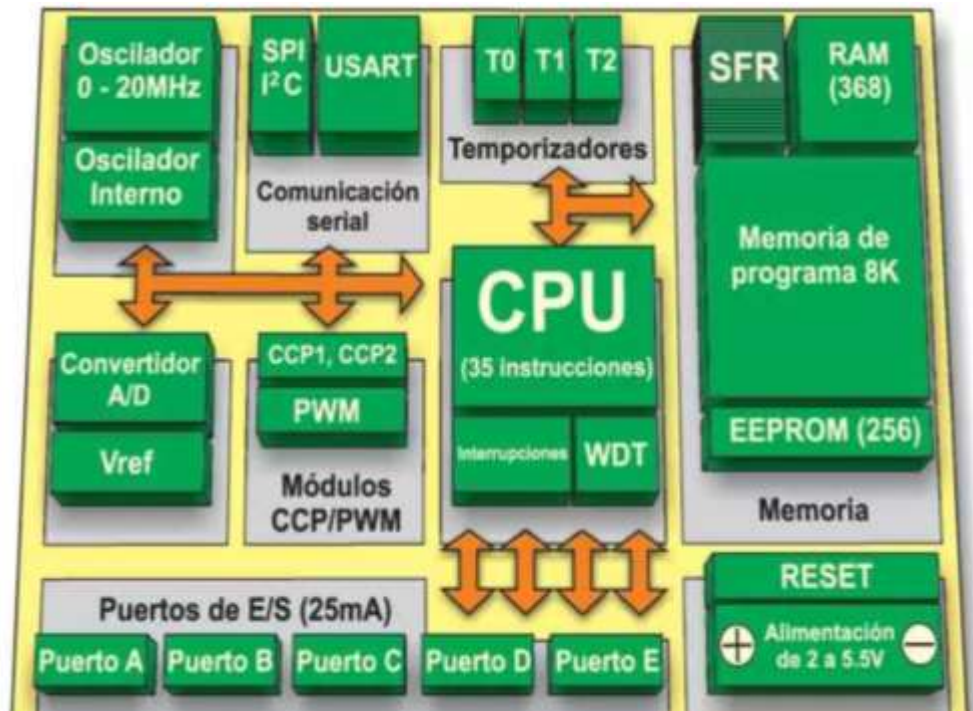


Figura 7. Memoria. Fuente: León, 2015.

En los microcontroladores la memoria de especificaciones y datos es incorporada dentro del circuito integrado. La porción no tiene que ser volátil, tipo ROM, y por ello se dedica a comprender el programa de especificaciones que dirige dicho aplicativo. Otra porción de memoria tiene que ser de clase RAM, volátil, y se dedica a custodiar las variables y las informaciones (León, 2015, p. 31).

En el caso de los microcontroladores no es ajeno a este, nosotros cuando empezamos a programar en un software llámese MPLAB, PROTEUS, MICROCODE; entre otros, por ello necesitamos que todo lo que programemos permita que se guarde la información en el PIC por lo que es sumamente importante que conlleve en sus circuitos un espacio para albergar la memoria, por ello en esta presente investigación

mencionaremos y describiremos los diferentes tipos de memoria que puede haber en el caso de los microcontroladores.

2.3.3 Tipos de memoria del microcontrolador.

2.3.3.1 Memoria ROM (Read Only Memory) – memoria de solo lectura.

Esta memoria es muy importante en las computadoras desde la época de los 90, tienen una función de almacenar datos que no se modificaran casi nunca, solo si es necesario, se realiza funciones como sistemas de arranque fundamental, incluso lo veremos en esta monografía.

La memoria ROM es empleada para preservar constantemente el programa que se está efectuando. La magnitud del programa que es posible redactar va depender de la magnitud de la memoria. Los microcontroladores de la actualidad generalmente hacen uso de la conducción de 16 bits, esto quiere decir que es idóneo para conducir máximo 64 Kb de memoria, o sea 65 535 localidades. Existen diversas clases de memoria ROM (Leon, 2015, p. 32).

2.3.3.2 ROM de mascara (enmascarada) – MROM.

Este tipo de memoria ROM de mascara o conocida también como MROM es el más antiguo del que se puede hablar de estos tipos de memoria, su función es que la información que tienen dentro nunca se va cambiar ni poder modificar.

La ROM enmascarada es una clase de ROM donde su contenido es configurado por el fabricante. El vocablo *máscara* proviene del procedimiento de creación, en el cual los fragmentos del chip se representan en las máscaras empleadas en el procedimiento de fotolitografía. Cuando se realiza la fabricación en producción, el costo es significativamente menor (Leon, 2015, p. 33).

2.3.3.3 OTP ROM (One Time Programmable) - Programable una sola vez.

Podemos observar que, en este tipo de memoria, los datos o registros que se almacenen se podrán usar una sola vez, si este tiene una falla en la programación que se almacenó en este microcontrolador se tendría que volver a programar correctamente y almacenar nuevamente en otro dispositivo con este tipo de memoria llámese un microcontrolador.

“Con la memoria programable es posible de realizar la descarga en un programa en el chip solamente una vez. Cuando se encuentre una falla luego de realizar la descarga, solo es posible realizar la descarga idónea en otro chip” (Leon, 2015, p. 34).

2.3.3.4 Memoria flash.

La memoria que veremos ahora es una de las más usadas en la historia por los técnicos, estudiantes, aficionados, etc. En la industria se ven muy a menudo esta memoria flash en los microcontroladores por su utilidad y facilidad al almacenar una gran variedad de datos.

Esta clase de memoria se creó en el año 1980 en la compañía INTEL, como una versión más sofisticada de la memoria UVEPROM. Se puede realizar la escritura y la eliminación del contenido de dicha memoria todas las veces posibles, los microcontroladores con memoria Flash son ideales para analizar, ensayar y realizar la creación en corta escala. Debido a que esta memoria es muy conocida, generalmente todos los microcontroladores son creados con tecnología flash en la actualidad (Leon, 2015, p. 32).

2.3.3.5 Memoria RAM (Random Acces Memory) – Acceso aleatorio.

La memoria RAM es muy famosa para todos los usuarios de computadoras, dispositivos electrónicos, entre otros accesorios tecnológicos. En ella se almacenan todos los datos temporales, también los datos de los programas, imágenes y una inmensa variedad de archivos, En el caso de los microcontroladores no es ajeno a ello, por ello es fundamental para su utilización y su funcionalidad que realiza al ser operado en un circuito electrónico.

Al desactivar el origen de alimentación, se da la pérdida del contenido de la memoria RAM. Es empleada para realizar el almacenamiento temporal de datos así como también los resultados obtenidos durante la funcionalidad del microcontrolador. Un ejemplo de ello, es cuando el programa realiza el proceso de la sumatoria es importante contar con un registro que simbolice lo que se denomina *suma*. Con dicho objetivo uno de los registros de la RAM es conocido como *suma* y es empleado para realizar el almacenamiento de los resultados de la sumatoria (Leon, 2015, p. 35).

2.3.3.6 Memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)- ROM programable y borrrable eléctricamente.

Aquí en la memoria Electrically Erasable Programmable ROM tiene una gran ventaja debido a que en el momento de almacenar una información y si sucediera un inconveniente como perder la energía, los registros que uno haya programado se seguirán encontrando en esta memoria.

Por ello podemos decir que es fundamental en la industria tener esta memoria, incluso podríamos afirmar que es infaltable.

El contenido de la EEPROM es posible modificarlo en el proceso de su función (semejante al RAM), sin embargo, es posible que se quede de forma permanente almacenado luego de perder al causante de realizar la alimentación. Por ello, la EEPROM es empleado constantemente para resguardar las valoraciones concebidos en el proceso de su función. Una ejemplificación es cuando se realiza el diseño de una llave electrónica, es imprescindible facilitar a los usuarios la creación e introducción de una codificación realizada por ellos mismos. Obviamente una reciente codificación debe de ser conservada al desactivar el origen de alimentación (Leon, 2015, p. 36).

2.4 Microcontroladores PIC

Adicionalmente han sido desarrolladas una gran cantidad de herramientas como programadores y software a bajo costo que facilitan el uso y a la programación de los microcontroladores PIC. En el mercado los compiladores de C y Basic son disponibles para la programación de los PIC, de reciente aparición, los PICAXE son un sistema que permite a los usuarios implementar una función con microcontrolador PIC sin que sea necesario un conocimiento de las instrucciones ni de la arquitectura propia de un microcontrolador.

Los microcontroladores PIC, es una importante opción en el mundo del mercado tecnológico en lo que respecta los dispositivos electrónicos y existe una gran variedad también, son sumamente famosos y en ello radica tanto en su alta disponibilidad como en un costo mínimo, que cualquiera podría conseguir. Los arquitectos de los microcontroladores han hecho una gran difusión en mayor magnitud para que así la información llegue a todo el mundo y conozcan de sus productos, entonces debido a ello podemos ver que entre la mayoría de las personas que se encuentran en el rubro de la

electrónica son muy usados, tienen una gran demanda, por encima de todo tienen un uso fácil y sencillo para ser programados (Guapaz, 2013).

Los microcontroladores PIC están por niveles, existen de gama baja, media y alta, en los que podemos observar gamas como 8 bit, 16 bit y 32 bit que son los más comunes. La gama que podríamos decir es la más fundamental es la de 8 bit, ahí podemos ver al microcontrolador el cual integra a la familia del PIC18 MCU. Las cualidades de la memoria en este programa, memoria RAM, número de canales analógicos, número de Entradas/Salidas y tipos de puertos de comunicación, lograron que estos PICZ sean de los primeros y los que van a ser los más utilizados para diversas aplicaciones a lo largo de la historia (Wilmschurts, 2007).

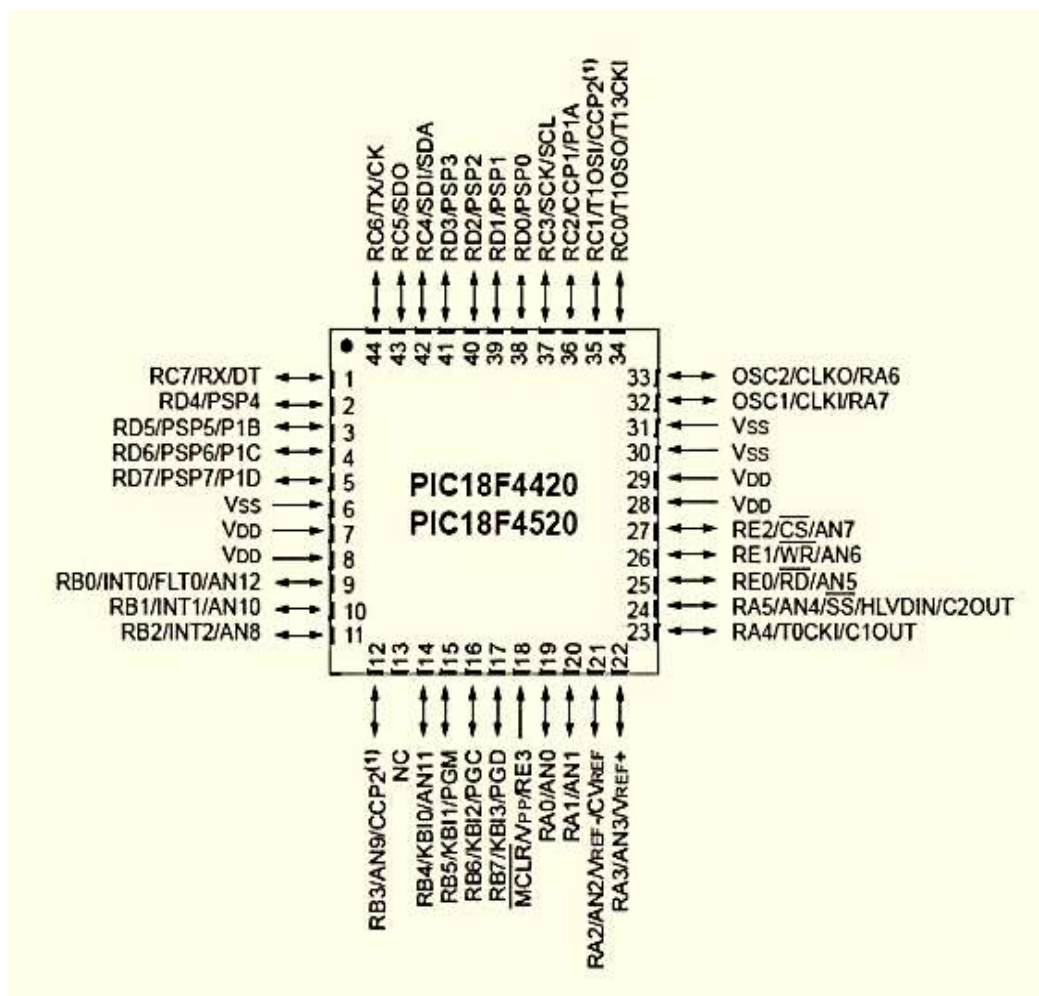


Figura 8. Esquemas de pines. Fuente: Wilmschurts, 2007.

2.4.1 Características del PIC.

El PIC tiene muchas características las cuales pueden ser:

- Los diferentes tipos de memoria que tienen llámese EEPROM, RAM, ROM, FLASH.
- Los puertos de entrada/salida.
- También podemos encontrar las partes de soporte como el soporte de interfaz para USB, el soporte de controlador Ethernet, etc.
- Los núcleos de CPU de 8/16 bits con arquitectura Harvard.
- También en algunos casos la arquitectura Von Neumann.
- Periférico para comunicaciones.
- Módulos de comparación y capturas.
- Temporizadores de 8/16/32 bits.

Posteriormente, se mostrará las fundamentales características del PIC18F4520.

	PIC18F4520
Frecuencia de operación	DC - 40MHZ
Memoria de programa (BYTES)	32768
Memoria del programa (INSTRUCCIONES)	16384
Memoria de datos (BYTES)	1536
Memoria EEPROM de datos (BYTES)	256
Fuentes de interrupción	20
Puertos de E/S	Ports A, B, C, D, E
Temporizadores	4
Módulos de captura (PWM)	1
Comunicaciones serie	MSSP, Enhanced USART
Comunicaciones paralelas	Si
Módulo A/D 10-BIT	13 Canales de entrada
Restablecimiento	POR, BOR, Reset Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (opcional), WDT
Detector programable de alta/baja tensión	Si
Detector de restablecimiento de programación	Si
Conjunto de instrucciones	75 y 83 con set extendido
Paquete	40 pin / 44 pin QFN y TQFP

Figura 9. Características del PIC. Fuente: Recuperado de www.microchip.com

Podemos observar, en la tabla, cualidades generales de la familia PIC18. Un caso en especial figura en la última parte posterior derecha verdaderas cualidades del PIC18F4520.

“Este microcontrolador tiene 5 puertos E/S, 4 temporizadores, 20 fuentes de interrupción, comunicación serial, modulo USB, 13 canales de entradas analógicas y 2 módulos PWM” (Mendez, 2014, p. 10).

- Arquitectura RISC avanzada Harvard: 18 bit con 8 bit de datos.
- Set de 77 especificaciones.
- A partir de 18 a 80 patillas de conexión.
- Hasta 64K bytes de programa.
- Multiplicador Hardware 8x8.
- Pila de 32 niveles.
- Variadas fuentes de interrupción.
- Periféricos de comunicación progresivos (Mendez, 2014, p. 11).

Ahora hablando del PIC 16F628A proviene de la compañía Microchip, funciona con un voltaje de 3 a 5.5 voltios en DC. La memoria RAM es de 224 bytes, la memoria EEPROM de 128 bytes, la memoria Flash es de 3.5 KB, por supuesto que pertenece a la serie PIC 16F.

Es el más usado a nivel mundial por los principiantes en el campo de la electrónica con lo que respecta a microcontroladores PIC, obviamente tiene mayor capacidad de memoria que los PIC's de gama baja, se puede ver que tiene arquitectura Harvard en su estructura, entonces eso nos permite que tenga acceso a la memoria de datos. Tiene 16 terminales de entrada y de salida. Es fundamental para la enseñanza en los estudiantes de carreras como es la ingeniería.

2.4.2 Organización de un microcontrolador.

La estructura del Microcontrolador PIC, se sustenta en la arquitectura Harvard, la cual radica fundamentalmente en datos con la memoria y buses distanciados para las organizaciones correspondientes y los datos (Orduña, 2012).

Entre las principales características de la arquitectura Harvard podemos ver que se logran nombrar:

Se utilizan dos zonas de memoria: para datos y para programación.

Se emplean dos buses diferentes: el primero, para el tráfico entre la CPU y los datos, y el segundo, para la comunicación entre la memoria de programa y la CPU.

La conformación de un Microcontrolador PIC, fundada en arquitectura Harvard, en la que podemos ver que se encuentran dos tipos de memoria y buses, una para registros y otra para repertorios (Orduña, 2012).

A continuación, se muestra el diagrama en Bloques del Microcontrolador PIC:

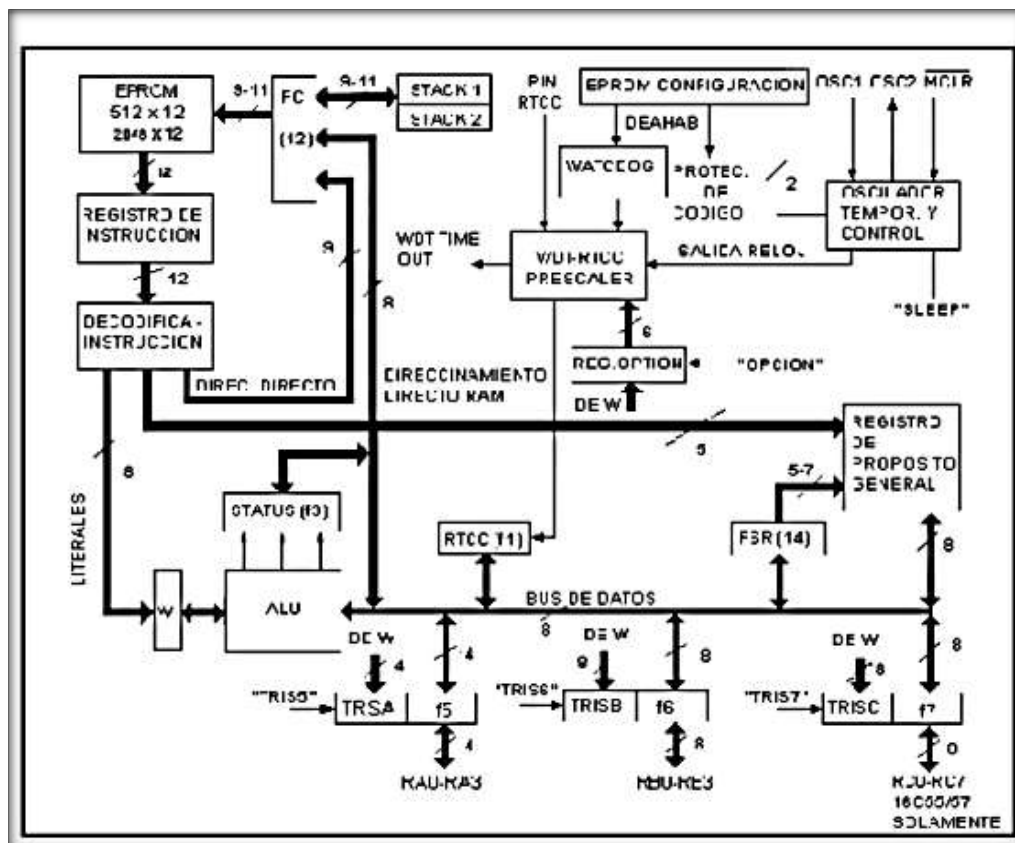


Figura 10. Arquitectura de un microcontrolador. Fuente: Recuperado de www.microchip.com

2.4.3 Registros de funciones especiales camino de los datos y registro W.

Entonces, los diagramas no pueden demostrar con claridad el circuito interior de los microcontroladores, sin embargo, para el programador es claro y exacto. La siguiente imagen nos muestra un diagrama de un microprocesador convencional de arquitectura característica. Como podemos ver existe una gran diferencia principal donde se encuentra la ubicación del registro de trabajo, caso contrario ocurre con los PIC's que se nombra W (Working Register) y para los clásicos es el Acumulador (A).

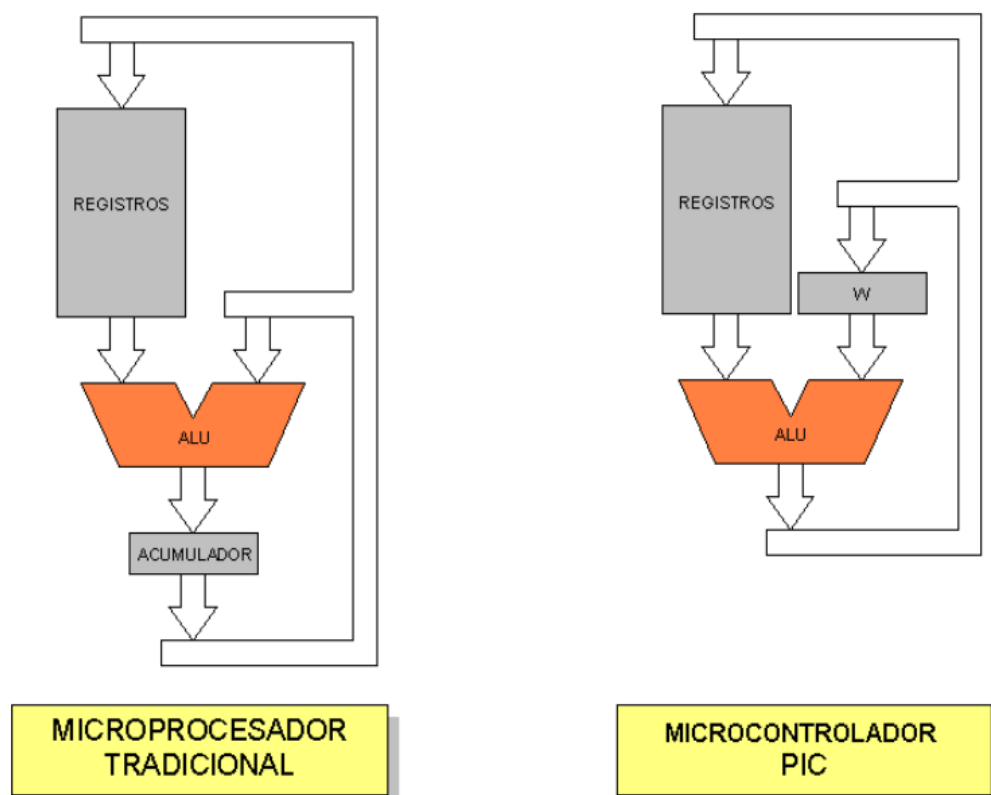


Figura 11. Funciones especiales. Fuente: Recuperado de www.microchip.com

En los microcontroladores cotidianos se realizan operaciones en el acumulador. La salida de este, está unida a una entrada de la Unidad Aritmética y Lógica (ALU), por tal razón, es usual que el primero de los dos ejecutores tome cualquier medida.

Por simposio, los comandos son de simple operador (suprimir, aumentar, mermar, añadir, trabajan sobre el acumulador. La salida de la ALU va exclusivamente a la entrada del acumulador, de esta manera cualquier operación que se realice se registrara en nuestra

base de datos. Para realizar estas operaciones primero nos enfocamos en los datos de memoria, posteriormente realizamos la operación de trasladar el acumulador a la memoria con una guía suplementaria.

En los microcontroladores PIC, la salida de la ALU va al registro W y también a la memoria de datos, por ello es posible que el resultado sea guardado en una de las 2 direcciones. En las especificaciones de doble operando, generalmente alguno de los dichos datos tiene que encontrarse en el registro W, como sucedería con el tipo habitual. En las especificaciones de simple operando el dato es tomado de la memoria. La mayor virtud de este tipo de arquitectura es que facilita una inmensa conservación de especificaciones, debido a que el resultado de alguna especificación que trabaje con la memoria, sea de simple o doble operando, es posible colocarse en el mismo lugar de memoria o en el registro W, de acuerdo a la selección con un bit de la misma especificación. Los procedimientos derivados de la memoria de programa se ejecutan solamente respecto al registro W. En el caso de los 16 C5X, ciertos registros especiales de solo redacción TRIS y OPTION no son alcanzables al interior del bloque de memoria de datos, solamente es posible realizar la carga a partir del registro W a través de especificaciones especiales.

2.4.3.1 Contador de programa.

En la base de datos, usualmente llamado PC, es igual al de la mayoría de microprocesadores y tiene la ubicación de la siguiente guía a desarrollar. Aumenta inmediatamente al desarrollar cada guía de manera progresiva al momento de desarrollarse cada programa que es lineal, la primera guía es consiguiente después de la otra. En algunas guías las nombraremos de control, modifican el contenido de la PC alterando la secuencia lineal de la ejecución. Con lleva unas guías donde podemos observar el CALL y el GOTO que nos deja procesar la información de manera inmediata y darle un valor en la PC

haciendo que en el programa la información salte a diferentes memorias. En las diferentes guías de control también están los SKIP o saltos condicionales, que aumentan al PC cuando se cumple un carácter característico, haciendo que el programa salte, sin darle la orden de accionar en la siguiente guía.

El PC es un registro de 9 bits en los 16C54/55, 10 bits en el 16C56, y 11 bits en el 16C57, lo que facilita orientar 512, 1024 o 2048 posturas de memoria de programa. Al reiniciarse el microprocesador, todos los bits del PC adquieren una valoración, de forma que la dirección de arranque del programa generalmente es la postura final de memoria de programa.

En comparación de lo general de los microprocesadores comunes, el PC es muy accesible al programador como la base de datos de la memoria interior, en la posición de 02. Esto significa que cualquier guía común que maneje la base de datos puede utilizar o manipular la PC y cambiar el destino de la ejecución del programa. La práctica indiferente de estas guías nos dificulta el programa y causa mucho peligro, porque produciría muchos imprevistos. Por otro lado, estas guías con cierto cálculo de uso nos pueden ser de utilidad para incrementar el poder de las estructuras de control como el GOTO computado. Como el microprocesador que opera con registros de 8 bits, y la memoria de datos también es de 8 bits, esta guía nos permite que solo se pueda modificar o leer los bits de 0 a 7 de la PC.

2.4.3.2 Stack.

Dentro de los microcontroladores PIC está el stack que es una memoria interna dedicada de una característica limitada llamase tamaño, distancia de otras memorias como la de datos y de programa, inalcanzable al programador, y está estructura en forma de pila, que solo se emplea de manera automática, para salvar las ubicaciones de retorno de subrutinas e interrupciones.

Las posiciones de 11 bits facilitan que se pueda guardar copias completas de la PC, que es común en todas las memorias tipo pila los registros son aceptados ya que el primero que accede es el último en ser expulsado.

En los 16 C5x el stack solamente tiene dos posturas, en los 16 CXX cuenta con 8 posturas y en los 17 CXX cuenta con 16 posturas. Ello significa la restricción de los microcontroladores, debido a que no es posible usarlo constantemente el anidamiento de subrutinas. En los 16 C5X, solamente es posible anidar dos niveles de subrutinas, esto significa que una subrutina es conocida a partir del programa inicial, es posible que llame a otra, pero esta última no es posible que llame a una tercera, debido a que excede el espacio de almacenamiento del stack, esto sucede debido a que solamente es posible el almacenamiento de dos direcciones de retorno. Este suceso significa un obstáculo para el programador y también dificulta la programación estructurada, no obstante, es una estupenda solución de compromiso debido a que estos microcontroladores son elaborados para aplicativos de mayor rapidez en periodo real, donde el overhead que origina un desmedido anidamiento de subrutinas es inadmisibles. De otro lado, se encuentra la existencia de organización del programa que facilitan conservar la claridad de la programación estructurada, sin la necesidad de emplear diversas subrutinas anidadas.

En la mención anterior, el stack y el puntero interno que permite la dirección de este, son inútiles para el programador porque se puede ingresar de manera automática para poder salvar o rescatar las ubicaciones del programa cuando ocurre un problema e imprevisto o se efectúa una guía de reingreso de ella.

2.4.3.3 Palabra de estado del procesador.

Un bit llamado Z nos indica el fin de la última realización que se desarrolló, esta vendría a ser CERO. El bit C nos dice que acarreo del bit más importante (bit 7) de la

última operación que obtuvo de la suma. Caso contrario al de la resta que se manifiesta de manera inversa, C vendría a ser 1 si no pidió el préstamo. El bit DC (digit carry) nos dice que acarreo del cuarto bit (bit 3) obteniendo así la última operación de la resta o suma, con una conducta análoga al del bit C, este es mucho más útil para poder efectuar en BCD (para restar o sumar números en códigos BCD empaquetado). El bit C se utiliza también para las operaciones de rotación de izquierda o derecha como un intermediario del bit 0 y el bit 7.

El bit PD (POWER DOWN) permite verificar si la alimentación fue desactivada y prendida otra vez, y si está relacionada con la sucesión de inicio, el watch dog timer y la instrucción sleep, y su utilización se especificará en el sector referida al modo Power down. El bit TO permite encontrar si una situación de reset es provocada por el watch dog timer, y si se encuentra vinculado con los componentes del bit anterior y su utilización se especificará en el sector Watch Dog Timer. Los bits para seleccionar la página PA0/PA1/PA2 se emplean en las especificaciones de salto GOTO y CALL, y se expresara detalladamente en el sector relacionada a las especificaciones de verificación, y a la organización de la memoria de programa.

2.4.4 Puerto de entrada / salida.

En los microcontroladores generalmente tienen 16 puertos en los que se divide 8 de entrada y 8 de salida, para esta monografía emplearemos el PIC 16F628A donde cumple con las cualidades necesarias para nuestro modulo que demostraremos más adelante.

Los microprocesadores PIC16C5X cuentan con dos o tres puertos de entrada/salida paralelo de utilización diversos conocidos como puerto A, puerto B y puerto C. El puerto A es de cuatro bits y los otros son de 8 bits cada uno. El Puerto C solo se encuentra accesible en el 16C55 y el 16C57.

2.4.4.1 Circuito equivalente.

El circuito equivalente de un bit puede ser cualquier otro de un puerto de entrada/salida lo veremos a continuación.

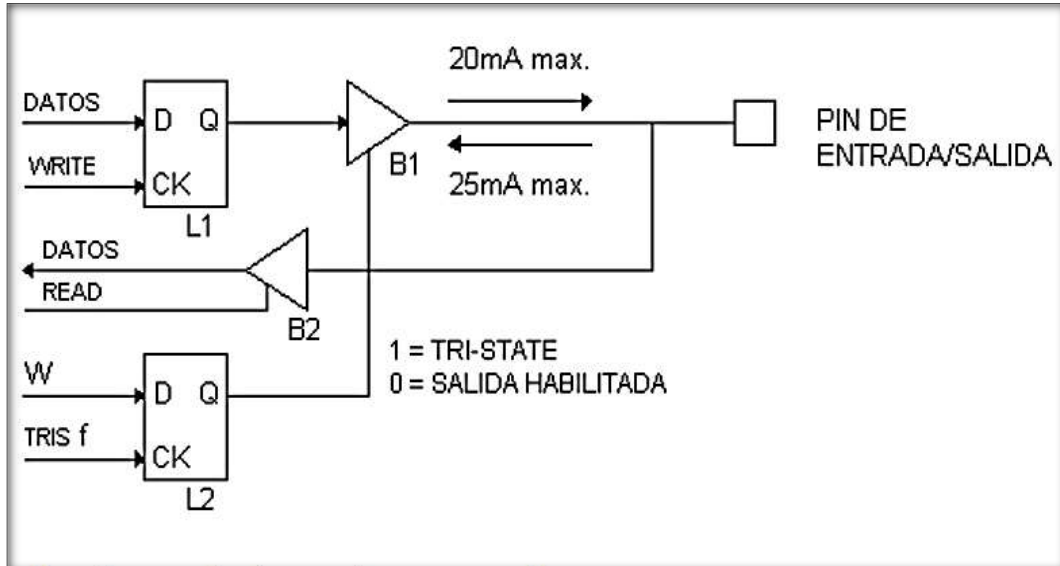


Figura 12. Circuito equivalente. Fuente: Recuperado de www.microchip.com

2.4.4.2 Circuito equivalente de puerto I/O.

Este tipo de circuito nos habla de los bits de la base de datos de cada puerto, podemos ver que cada puerto tiene una función específica ya sea tener baja impedancia o el modo de salida, también podemos ver el buffer que se encuentra en los puertos de entrada, entonces podemos decir que los puertos de entrada y de salida tiene un circuito muy compacto e importante para los microcontroladores.

El latch L1 pertenece a un bit del registro de datos del puerto, sin embargo, el L2 es un bit del registro de verificación de tristate del mismo. B1 es el buffer tristate de salida el cual posee la facultad de proporcionar 20 mA y drenar 25 mA. B1. Si L2 posee un “1”, B1 se ubica en tristate, esto significa que, con la salida desconectada en mayor impedancia, y el puerto es posible el uso como entrada. Si L2 posee cargado un “0”, la salida de B1 está relacionada menor impedancia y el puerto se encuentra en situación de salida. B2 es el buffer de entrada, esto quiere decir que el encargado de colocar las informaciones en el bus

interno del microcontrolador al momento se realizar la lectura del registro de datos del puerto. Es posible visualizar que la información leída sea inmediatamente el estado del pin de entrada (Nariño, 2009).

2.4.5 Temporizador/Contador (RTCC).

El dispositivo electrónico llamado Real Time clock / Counter, es únicamente un contador de 8 bits, conformado por el registro operacional RTCC que está en una ubicación de 01 en la memoria de datos. Esta base de datos se puede usar para muchas situaciones externas, gracias a un pin de entrada especial (modo contador) o para contar pulsos de la frecuencia del reloj también conocido como modo timer. También, en ambos de las dos maneras, se puede introducir un prescaler, ósea un divisor programable de frecuencia que divide por 2, 4, 8, 16, 32, 128 o 256. Este divisor es manipulado usualmente como postscaler del Watch Dog Timer o como prescaler del RTCC, según sea programado.

U-0	U-0	W-1	W-1	W-1	W-1	W-1	W-1
—	—	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0
bit7	6	5	4	3	2	1	bit0

bit 7-6: **Unimplemented.**

bit 5: **T0CS:** Timer0 Clock Source Select bit
 1 = Transition on T0CKI pin
 0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)

bit 4: **T0SE:** Timer0 Source Edge Select bit
 1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin
 0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin

bit 3: **PSA:** Prescaler Assignment bit
 1 = Prescaler assigned to the WDT
 0 = Prescaler assigned to Timer0

bit 2-0: **PS2:PS0:** Prescaler Rate Select bits

Bit Value	Timer0 Rate	WDT Rate
000	1:2	1:1
001	1:4	1:2
010	1:8	1:4
011	1:16	1:8
100	1:32	1:16
101	1:64	1:32
110	1:128	1:64
111	1:256	1:128

Figura 13. Esquema de prescaler. Fuente: Recuperado de <http://www.oocities.org/micros>

Para realizar la configuración se cuenta con dos registros: el RTCC y el registro OPTION. Este último no es asequible como memoria de datos, no es posible realizar su lectura de ninguna forma, y solamente es posible su escritura con la especificación especial OPTION (familia PIC16C5X). Dicho registro posee los bits imprescindibles para realizar la selección modo contador o modo timer, flanco de conteo en modo contador, prescaler para RTCC o para WDT y constante de división del prescaler.

Observamos la muestra de un circuito equivalente del RTCC (TMR0) y el prescaler.

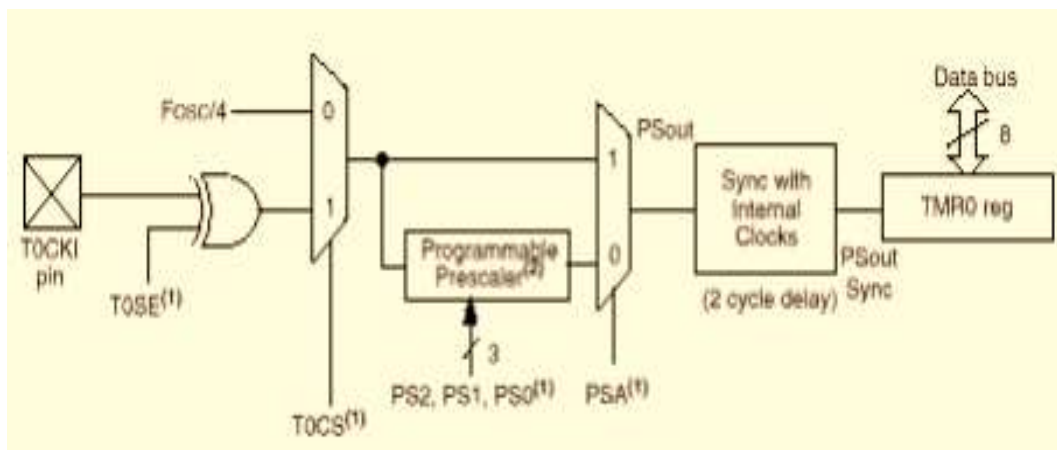


Figura 14. Circuito equivalente del RTCC. Fuente: Recuperado de <http://www.oocities.org/mi>

2.4.6 Tipos de microcontroladores PIC.

Existen muchos tipos de microcontroladores incluso podemos ver las empresas como el ESP8266 que es el favorito de mucha gente por el uso en proyectos enfocados a la internet, también está el ahora famosísimo *arduino* que está revolucionando la industria de los PIC con su circuito integrado y por último, el más clásico de los tres está la empresa Microchip con sus diferentes PIC que veremos a continuación.

Para realizar la clasificación a los PIC se les coloca en tres tipos de acuerdo a su capacidad, estos tipos son las de: 8 bits, 16 bits y 32 bits, las cuales cuentan con subdivisiones que es de acuerdo a las gamas de los microcontroladores que es posible de utilizar.

2.4.6.1 Microchip PIC16F877A.

El PIC16F877A es un microcontrolador diseñado por microchip que contiene 40 pines, por ello es esencial para la creación de prototipos en un protoboard. En la parte interna contiene una memoria de tipo flash, esto significa que se posible realizar la reprogramación del microcontrolador en reiteradas oportunidades.

En este PIC su funcionamiento es con una arquitectura RISC de una frecuencia de desarrollo que oscila hasta los 20 MHz. Para el PIC16F877A hay 35 guías para programar tus algoritmos dentro de la base de datos de este PIC y así poder realizar con éxito nuestros futuros proyectos.

El PIC16F877A nos permite efectuar proyectos donde se usa muchos elementos, esto es gracias a una principal característica de este PIC, también elementos externos que permiten su funcionamiento, todo esto gracias a la gran variedad de pines que tiene.



Figura 15. Microcontrolador PIC16F877A. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/PIC16F877A>

2.4.6.2 Conexiones para el PIC16F877A.

Va depender del proyecto que nos encontremos desarrollando, por ello vamos a necesitar utilizar diversos componentes externos como un teclado, una pantalla LCD, entre otros. Por ello vamos a explicar ciertos diagramas para que conozcan cómo realizar la conexión de los periféricos.

A continuación, observaremos la figura número 12, en la cual nos indica cómo realizar la conexión de un LCD:

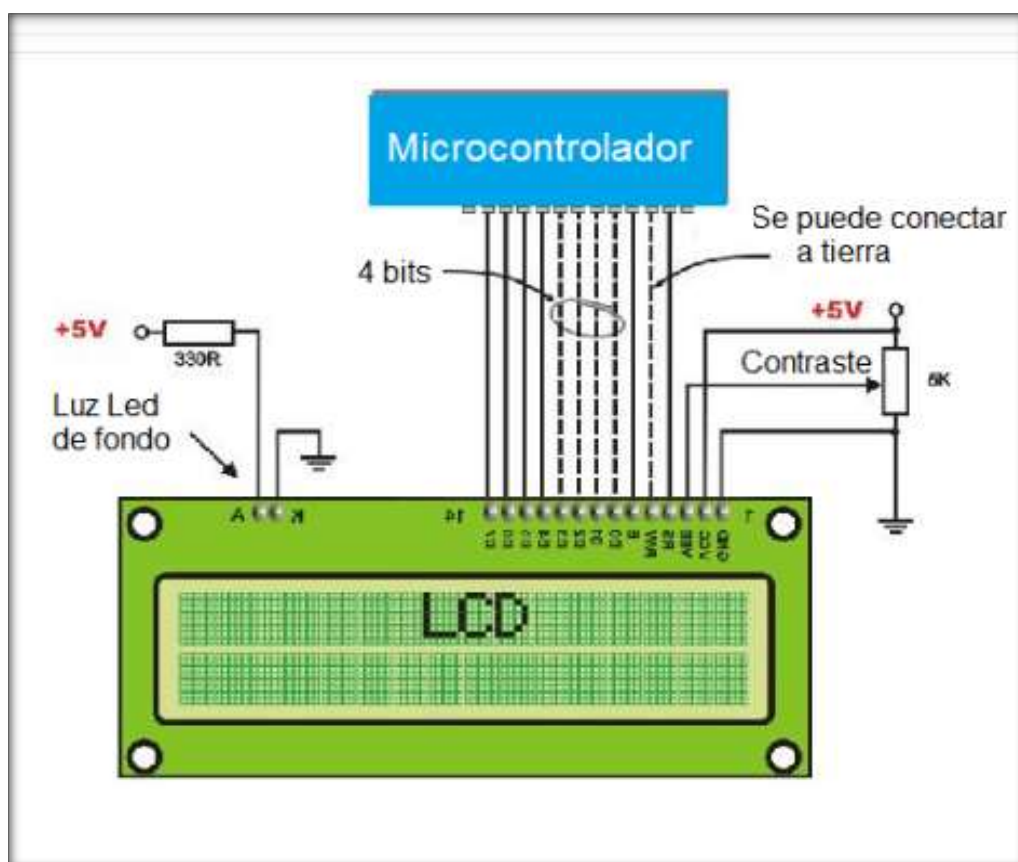


Figura 16. Microcontrolador PIC16F877A conexiones al LCD. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladoress.com/pic/PIC16F877A>

2.4.6.3 Microchip PIC16F628A.

PIC16F628A es un microcontrolador del tipo de microchip que coloca al alcance del usuario 18 pines, el cual es idóneo cuando se requiera proyectos que no necesiten de demasiados periféricos externos.

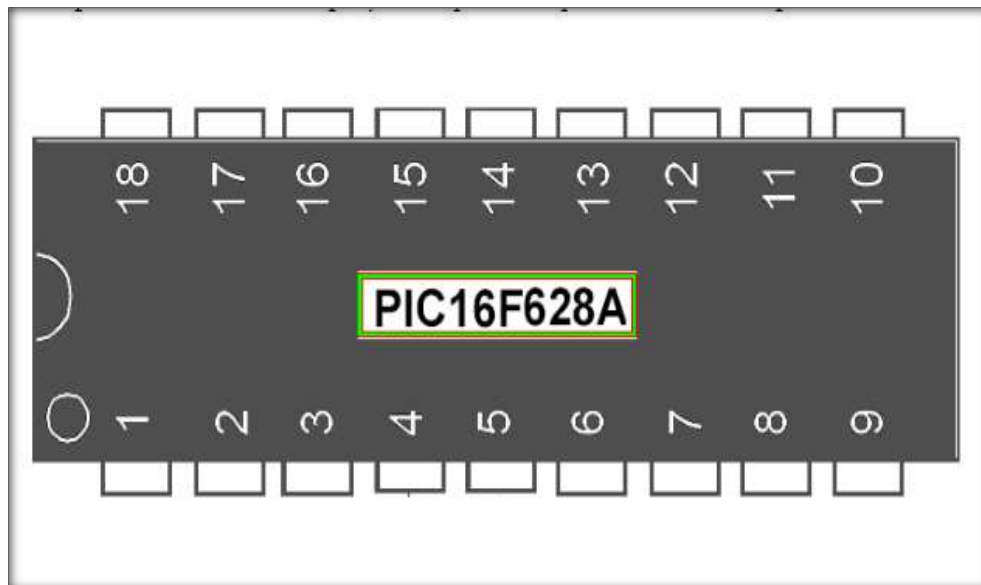


Figura 17. Microcontrolador PIC16F628A. Fuente: Recuperado de <https://microcontrolador.ess.com/pic/PIC16F628A>

En la familia de Microchip, el PIC16F628A es de gama media en esta familia, y revoluciono la industria de Microchip porque nos dio una opción más al reemplazar al PIC16F84A ya que con la misma cantidad de pines se puede sacar mucho más provecho incluso con mayor facilidad de uso que el PIC en mención.

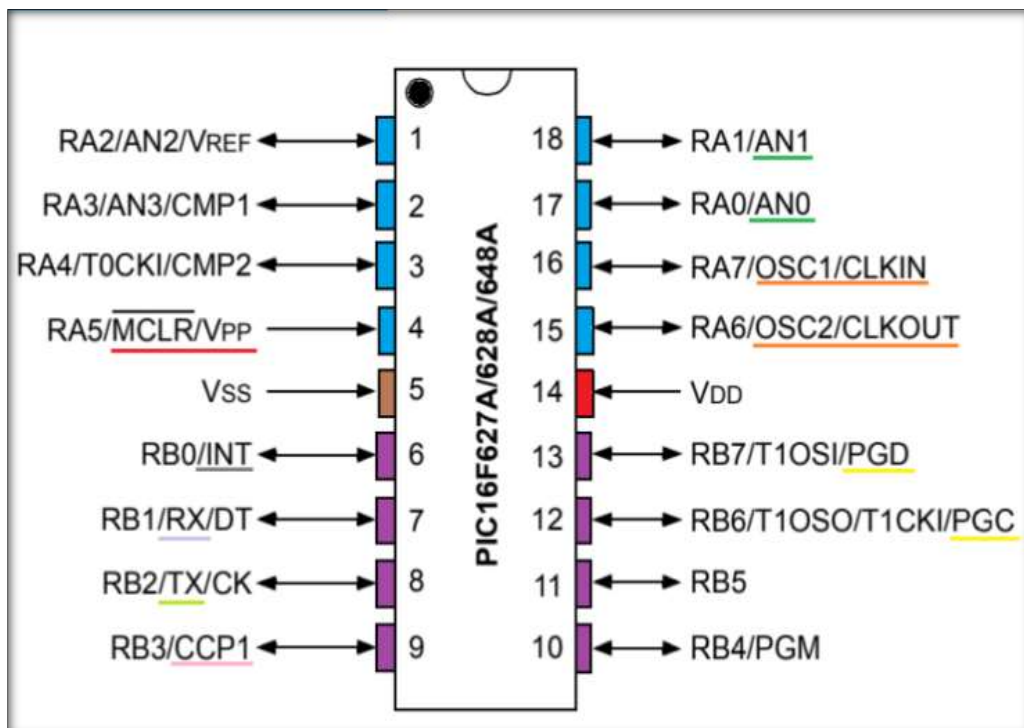


Figura 18. Microcontrolador PIC16F628A. Fuente: Recuperado de <https://microcontrolador.ess.com/pic/PIC16F628A>

En los 18 pines que tiene el PIC16F628A se reparten en 8 para cada lado de los dos puertos A y B. Además, los dos faltantes son para la fuente de alimentación que recibe un microcontrolador para su uso, es decir VDD y VSS que se ubican en el pin 5 y 14. Para poder identificar y tener nociones de los pines podemos observar el siguiente diagrama en el PIC16F628A, puedes utilizar el siguiente diagrama de pines como guía.

2.4.6.4 Microchip PIC16F84A.

Microcontrolador PIC16F84A, está un PIC que es altamente recomendado para los aficionados y estudiantes que recién están empezando en el mundo de los microcontroladores y a la vez con esta familia de microchip.

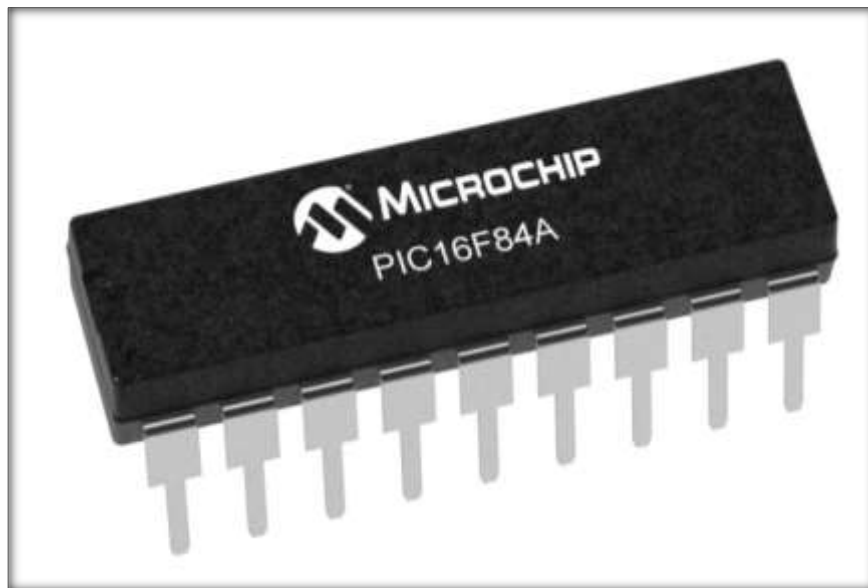


Figura 19. Microcontrolador PIC16F84A. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/PIC16F84A>

Expuesto por la misma familia de Microchip, el PIC16F84A es un microcontrolador tiene una arquitectura de 8 bits, con una gama media.

Existen muchas personas que están empezando a utilizar microcontroladores y se obsesionan con el PIC16F84A para su inauguración con los microcontroladores. Es un PIC que está siempre a disposición del usuario con sus 18 pines y se utiliza con el lenguaje de

programación ensamblador, la guía de instrucciones para este PIC son muy fáciles de acordarse y gestionarlas, lo que hace que sea si no uno, el mejor de los PICs para neófitos.

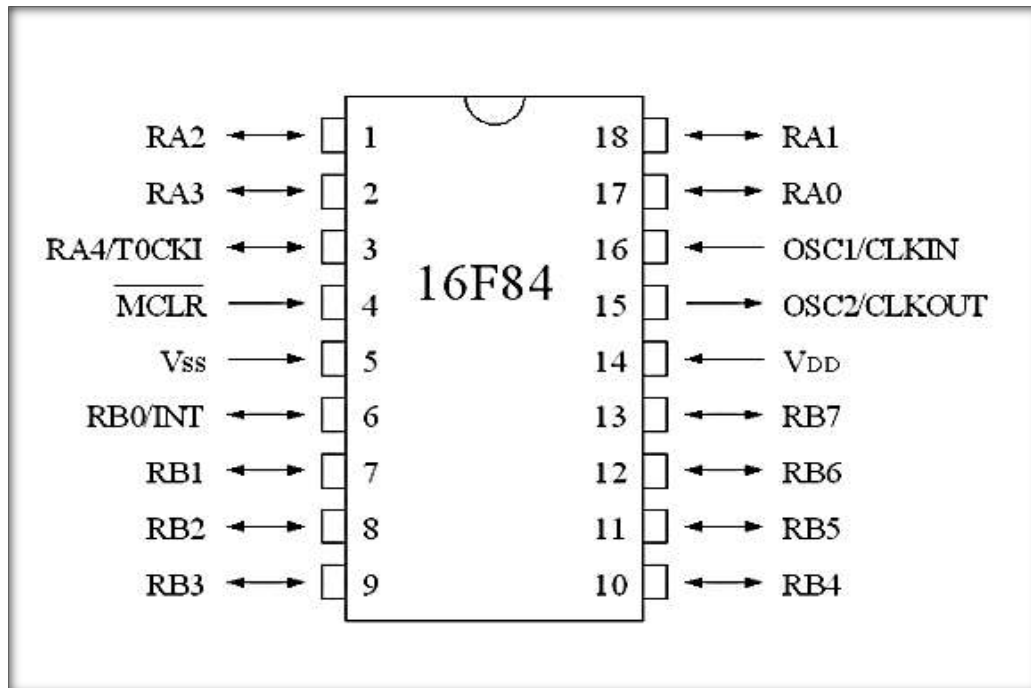


Figura 20. Microcontrolador PIC16F84A. Fuente: Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic/PIC16F84A>

2.5 Familias de microcontroladores PIC

Microchip tiene muchos dispositivos electrónicos que por los diferentes números de terminales se pueden clasificar en:

- Gama baja: Microcontroladores de 8 bits, de costo reducido, de 6 pines y bajas prestaciones. Ciertos PIC's de las series PIC10 se entienden como gama enana.
- Gama media: PIC16 microcontroladores de 8 bits, con diversas variedades de cantidad de pines y prestaciones medias.
- Gama alta: PIC17 y PIC18 microcontroladores de 8 bits, con diversas variedades de cantidad de pines y prestaciones medias/altas; PIC24: microcontroladores de 16 bits; PIC32: microcontroladores de 32 bits; dsPIC's. Microcontroladores especializados (Reinoso, Mena y Sanchez, 2018, p. 21).

Tabla 2

Familias de microcontroladores

Familia	Instrucciones	Pila	Recursos	Vectores de interrupcion	Cantidad de pines
PIC 10xx PIC 12xx	33 (12 bits)	1 nivel	Limitados	0	6-8
PIC 16xx	35 (14 bits)	8 niveles	Tipicos	1	14-44
PIC 18xx	77 (16 bits)	31 niveles	Avanzados	2	18-80

Nota: Descripcion de mmicrocontroladores. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/JonathanRuizdeGaribay/04afundamentos-de-los-microcontroladores>

Capítulo III

Programación

3.1 Introducción a la programación

En este programa hay varias instrucciones que nos permite manipular o encausar a un microcontrolador; mucho más formal que un programa que te puede dar más variedades de instrucciones interiores para así poder efectuar en una ordenadora que producirá un resultado eficiente y óptimo, por otro lado, se usa el software para un programa. En el momento de programar en un software se le nombra programación al conjunto de algoritmos mencionados en la PC para realizar múltiples funciones ya sea al gusto del programador y lo que él requiera. A estos algoritmos se definen de acuerdo al lenguaje de programación, y por esto a los que realizan estas operaciones en la PC se les conoce por el nombre de programadores.

Sin dudarlo es posible persistir por sí mismo, a pesar del enorme progreso de la tecnología en el ámbito electrónico y principalmente de los equipos de procesamiento que condujeron al mundo a la modernidad, no podría ser realidad sin la existencia de algo que le especificara que hacer o cómo responder ante posiciones concretas, es ahí que se manifiesta la precisión de especificar al microcontrolador que pines son de entrada, de salida y que realizar si tal pin está en posición alta o baja.

El lenguaje utilizado en la programación es útil para redactar programas que faciliten la comunicación usuaria/máquina. Unos programas peculiares conocidos como traductores transforman las indicaciones redactadas en lenguajes de programación en especificaciones redactadas en lenguajes de máquina (0 y 1, bits) que esta pueda comprender (Leon, 2015, p. 47).

Existen diversos programas que nos pueden facilitar el uso de la PC, del software que desarrollamos proyectos, asignaturas, trabajos, a estos se le llama programas de aplicación.

El lenguaje del ser humano y el lenguaje de las maquinas son totalmente distintos ya que presentan cualidades u oportunidades de las personas y de las maquinas que suelen ser muy diferentes. El lenguaje de las PC nos facilita al ser humano escribir un lenguaje único y adecuado al pensamiento humano, que se puede interpretar al lenguaje máquina, de distintos tipos de máquinas.

Los fundamentales y únicos tipos de lenguajes manipulados hasta el día de hoy son tres:

- Lenguaje de bajo nivel (ensamblador).
- Lenguajes de alto nivel.
- Lenguajes máquinas.

3.2 Lenguajes de programación para PICs

Dentro de los lenguajes que existen en la programación hay rutinas para PIC, existen tres posibilidades:

- Lenguaje basic
- Lenguaje Ensamblador
- Lenguaje C

Un desconocimiento total de los principiantes es que no saben el tipo de compilación que tiene cada una de estos tipos de lenguaje de programación, muchos aficionados o estudiantes suelen cometer un gran error al pensar que programando con el lenguaje de programación Basic o C van a poder compilar de manera inmediata, cuando no es de esta manera y por ende nos damos cuenta que falta mucho más difusión de la información para orientar a estas personas en el lenguaje de programación correspondiente.

Ahora observaremos características de las tres posibilidades para el lenguaje de programación ya sean ventajas y desventajas, para tener mayor conocimiento de las propiedades en su aplicación al utilizar cada una de ellas.

3.2.1 El lenguaje basic.

3.2.1.1 Ventajas.

Este tipo de lenguaje es el más simple de los tres mencionados anteriormente y el más antiguo, fácilmente se puede utilizar manejando las instrucciones legibles, incluso para programadores inexpertos.

3.2.1.2 Desventajas.

Es imposible poseer el dominio del programa con respecto a tiempos de realización y observación de registros bit a bit. Es difícil el control de intermisiones continuas en este lenguaje. Posee deficiencias cuando origina el archivo Hex, esto significa que no mejora la magnitud memoria de programa del PIC. La mayor parte de compiladores para este lenguaje es posible emplearse solamente bajo ambiente Windows (Arteaga, 2007).

3.2.2 Lenguaje C.

3.2.2.1 Ventajas.

Este lenguaje es de muy alto nivel incluso muy cercano al lenguaje máquina. Se puede diseñar rutinas matemáticas sencillamente. Es de ayuda al mezclar con el lenguaje Ensamblador ya sea muy a menudo en gama alta.

Se crea macros en este tipo de lenguaje de programación, para posteriormente reducir el código de diferentes desarrollos. Se usa en la empresa fabricante Microchip ya que ellos también manejan compiladores en lenguaje C.

3.2.2.2 Desventajas.

Los programas al agruparlos es posible que resulten amplios y extensos por ese motivo se tiene que tener en consideración el espacio de la memoria de programa del PIC a emplear. Con este lenguaje tampoco es posible mantener controlado los periodos y los registros bit a bit (Arteaga, 2007).

3.2.3 Lenguaje ensamblador.

3.2.3.1 Ventajas.

Este lenguaje es natural para la línea PIC lo podemos encontrar tanto como para la gama baja, media y alta. Usando a este lenguaje se adquiere un mejor provecho de los recursos del PIC. Nos permite crear macros gracias a este tipo de lenguaje, para después poder reducir el código de diversos progresos.

“Con él es posible mantener en control los tiempos y los registros bit a bit. Adecuado para controlar interferencias consecutivas. Cuando se origina el archivo Hex éste es relativamente perfeccionado” (Arteaga, 2007).

3.2.3.2 *Desventajas.*

Desde mi perspectiva no hay una posibilidad al mencionar una desventaja, sin embargo, al momento de programar puede tardarse demasiado a comparación de los otros tipos de lenguajes ya mencionados anteriormente.

3.3 **Software de desarrollo de microchip (MPLAB)**

MPLAB es un programa donde nos permite escribir, algoritmos, códigos, otros. Para poder programar los microcontroladores PIC de la empresa Microchip y así poder efectuarlos en el MPLAB, tiene también un editor de texto, cumple con cualidades para el manejo de proyectos, tareas, asignaturas, trabajos, etc. Tiene una gran variedad de herramientas para poder simular fácilmente y el usuario tendrá un mayor agrado de este software, también cuenta con una interface al igual que todos los productos de Microchip, como los compiladores, emuladores y herramientas de tercer orden.

El software es un editor IDE de acceso libre, con fin a productos de la empresa Microchip. Este software es adaptable, nos permite utilizar una gran variedad de microcontroladores soportables, también cuenta con una grabación de los circuitos integrados directamente al programador.

Este programa se puede usar en las diferentes plataformas como Windows, Linux y Mac OS. Nos muestra la clásica barra de herramientas, menú, herramientas de estado, barras de programa, etc. El ambiente MPLAB® contiene un editor de texto, compila y simula (en tiempo irreal). Para poder empezar un programa desde el inicio para: posteriormente grabarlo al μ C en MPLAB® v7.XX siendo los siguientes pasos a seguir:

- Nos permite crear nuevos archivos con extensiones ASM y poder poner cualquier nombre.
- Incorporar el archivo llamado .ASM como un SOURCE FILE

- Se puede crear el proyecto pudiendo poner cualquier nombre y ubicación que se requiera.
- Puedes elegir el microcontrolador desde el SELECT DEVICE del menú, luego CONFIGURE
- Después de haber realizado estos pasos, se permite estar en condiciones de iniciar a programar respetando las directivas únicas y la conexión para poder compilar y grabarlo en el PIC correspondiente.

El MPLAB IDE es un software de Entorno de Desarrollo Integrado se lleva a cabo con Windows. En este contexto es posible el desarrollo de aplicativos para los microcontroladores PIC. El MPLAB abarca las utilidades indispensables para la elaboración de proyectos con microcontroladores PIC, hace posible modificar el archivo principal del proyecto, aparte de realizar el ensamblado y simular en pantalla para verificar cómo se desarrolla la memoria de datos RAM, así como la de programa FLASH, los registros del SFR, entre otros. Según prospera la elaboración del programa.

3.3.1 Componentes de MPLAB.

Un editor de texto en la gran mayoría de funciones que se usan como un depurador de ventanas. Un administrador de trabajo que nos manifiesta la incorporación y comunicación entre el IDE y las herramientas de lenguaje. También está agrupado por el ensamblador/enlazador para el desarrollo de firmware para el dispositivo de su trabajo.

El motor de saneamiento que sirve puntos de complicación, pasos notables, ventanas de relojes y todas las particularidades de un depurativo moderno. El depurador opera en conjunto con instrumentos de depuración, tanto de software como de hardware.

Un simulador de software para cualesquiera los mecanismos PIC MCU y dsPIC DSC. El simulador en situación está combinado por diversos realizables de simuladores

determinados del dispositivo. MPLAB X IDE decide cuál manejar según el módulo de su proyecto. Los dispositivos necesarios se pueden obtener o conseguir para ocuparse con MPLAB X IDE.

Instrumentos de lenguaje del compilador: Los compiladores MPLAB XC C de Microchip suministran un código mejorado y completamente constituido para MCU PIC y DSC dsPIC. Junto con los compiladores de microEngineering Labs, CCS y SDCC, son solicitados por el director de planes para compilar el código que se carga indeliberadamente en el depurador de puesto para cumplir pruebas y comprobaciones al momento.

Programadores: El depurador en circuito MPLAB ICD 3, el emulador en circuito MPLAB REAL ICE y el programador MPLAB PM3 son idóneos de programación de fabricación en módulos de puesto. El depurador en un circuito PICKit™ 3 es idóneo de proyectar el perfeccionamiento del código en los módulos de destino. Unas de estos instrumentos se logran utilizar con MPLAB X IDE para intervenir en la sistematización del código y de los datos, así como los bits de proporción para realizar la configuración de las numerosas formas que operan los microcontroladores o los controladores de señal digital. Conjuntamente, unos de estos efectos se consiguen al manipular con MPLAB IPE para realizar la programación del código, datos y bits de configuración. MPLAB IPE está planteado para programar el producto, y su interfaz se reduce para hacer justificadamente eso.

Debuggers y emuladores internamente del circuito: Los depuradores en circuito PICKit 3 y MPLAB ICD 3, y el emulador en circuito MPLAB REAL ICE se logran emplear para purificar códigos de aplicaciones en módulos de destino. Al aplicar cualquiera de los recursos en el chip, estos obtienen al descargar un código en un microcontrolador ecuánime incrustado en la aplicación, fundar puestos de interrupción, un

solitario paso y monitorear registros y variables. El emulador contiene destinos agregados de depuración, como trace.

Equipos de integridad: Hay diversos plug-ins aprovechables para adicionar a las cabidas de MPLAB X IDE. Por ejemplo, el ordenador de datos y la interfaz de inspección (DMCI) suministran un módulo para ver y examinar variables en el código y modificar sus transacciones en tiempo real. Asimismo, le consiente visualizar los datos de evasiva en una conformación gráfica (Buenrostro, 2018).

3.3.2 Instrucciones/Comandos básicos que se emplean en MPLAB IDE para el manejo de un PIC.

Para la ejecución de un microcontrolador es necesario conocer los comandos más importantes, los cuales están ubicados en el menú *Debugger*. Entre ellos tenemos:

- Run-Ejecución continua: Compone el programa continuamente y la ventana Watch no inicia con una actualización hasta que la simulación se detenga.
- Animate-Ejecución animada: Compone el programa constantemente, actualizando la información de la ventana Watch cada vez que esta instrucción es ejecutada.
- Halt-Paro: Paraliza el desarrollo del programa y automáticamente pasa a la actualización de los valores de las ventanas de observación.
- Step Into-Ejecución paso a paso: Elabora solamente una indicación y actualiza toda la información del programa de las ventanas de visualización.
- Reset: Corresponde a un reset al ser activador del pin /MCLR.
- Step Over: Elabora solamente una instrucción y actualiza toda la información del programa de las ventanas de visualización. Si la subrutina (call k) es una llamada de la instrucción, esta se desarrolla sobre la subrutina antes de realizarle la actualización de las ventanas.

- Step Out: Cuando la subrutina está siendo ejecutada paso por paso, obliga a que se desarrollen las demás instrucciones de la subrutina hasta volver al programa principal, en ese momento la simulación se detiene y las ventanas de visualización se actualizan.
- Run to cursor: En esta opción se realiza la ejecución constante desde la instrucción final simulada hasta la posición actual. Se ingresa a esta simulación por medio del menú el cual se activa con el clic derecho del ratón.

3.3.3 Directivas.

Las directivas son términos discretos para comunicarle al MPLAB® cuáles son las tareas de configuración que se tiene que realizar cuando se agrupe nuestro programa.

Directiva	Descripción	Sintaxis
CBLOCK	Define un Bloque de Constantes.	cblock [<exp>]
#DEFINE	Define una Etiqueta de Substitución de Texto	define <name> [<value>] define <name> [<arg>...,<arg>] <value>
DT	Define Tabla	[<label>] dt [<exp>] [<exp>...,<exp>] [<label>] dt "<exp_string>"["<exp_string>"...]
ELSE	Empieza el bloque alternativo de un IF	Else
END	Fin de bloque de programa	End
ENDIF	Fin del bloque de condiciones ensambladas	Endif
ENDM	Fin de la definición de una Macro	Endm
ENDW	Fin de un bucle de While	Endw
EQU	Define una constante para el ensamblador	<label> equ <exp>
IF	Empieza un bloque de código condicional	if <exp>
#INCLUDE	Include Archivos fuentes adicionales	include <<include_file>> ["<include_file>"]
LIST	Opciones listado	list [<list_option>...,<list_option>]
MACRO	Declara la Definición del Macro	<label> macro [<arg>...,<arg>]
ORG	Pone el Origen del Programa	<label> org <exp>
WHILE	Realiza el bucle Mientras la Condición es Verdadera	while <exp>

Figura 21. Directivas. Fuente: Recuperado de www.mplab.com

3.3.4 Compilación del programa y carga al PIC.

Al haber redactado y depurado el programa, se da paso a la agrupación. Para lograrlo se debe ir al menú *Project* y elegir la opción *build all*, al no haber errores, se devolverá con un mensaje diciendo *buils succesfull*. Los errores que bote el compilador son sintácticos.

Existen del mismo modo los mensajes y las advertencias, por ejemplo, en los mensajes pueden decir que se está laborando en el banco de la memoria diferente al bank 0; en el caso de las advertencias que tiene más peso puede decir que el PIC que se ha seleccionado es diferente al programa que se ha definido, en ambas situaciones la compilación terminara de manera satisfactoria, sin embargo, se debe tener en cuenta los mensajes para prevenir errores. Al finalizar la revisión del MPLAB se origina un archivo Hex, el cual es comprensible para el PIC, en ese sentido solo quedaría grabar al PIC a través de un programador PicstartPlus de microchip. Al completar todo el proceso, el programa ya estará ejecutado (Martínez, Meléndez, Ortega & Pacheco, 2020).



Figura 22. Programador picstart plus. Fuente: Recuperado de www.mplab.com

3.3.5 Cómo empezar.

Ingresamos al programa una vez habiéndolo instalado, realizaremos los primeros pasos para poder trabajar con el MPLAB IDE v. 8 xx. Se sugiere que vayan experimentando según se vaya dando las pautas a seguir.

Con el explorador de Windows ingresamos a la unidad C y adentro de la unidad creamos una carpeta que se nombrará PIC16F628A (u otro apelativo que quisieras ponerle), en que se irán almacenando todos los esquemas que se anden diseñando. El avance necesario o path del archivo no logra exceder la extensión máxima de 62 caracteres, esto es significativo poseer en cuenta si se opera en Windows 2000 o XP en que los path necesarios recubran ser suficiente largos. Asimismo, el subdirectorio en el que se almacenarán los ejercicios será del tipo C: / PIC16F84A o equivalente.

“Iniciamos el programa desplegando sobre el icono indicado en la pantalla de mi escritorio que vendría ser el acceso directo al MPLAB” (Arnadillo, 2012, p. 2).

Se ingresará a una pantalla parecida a la figura 23.

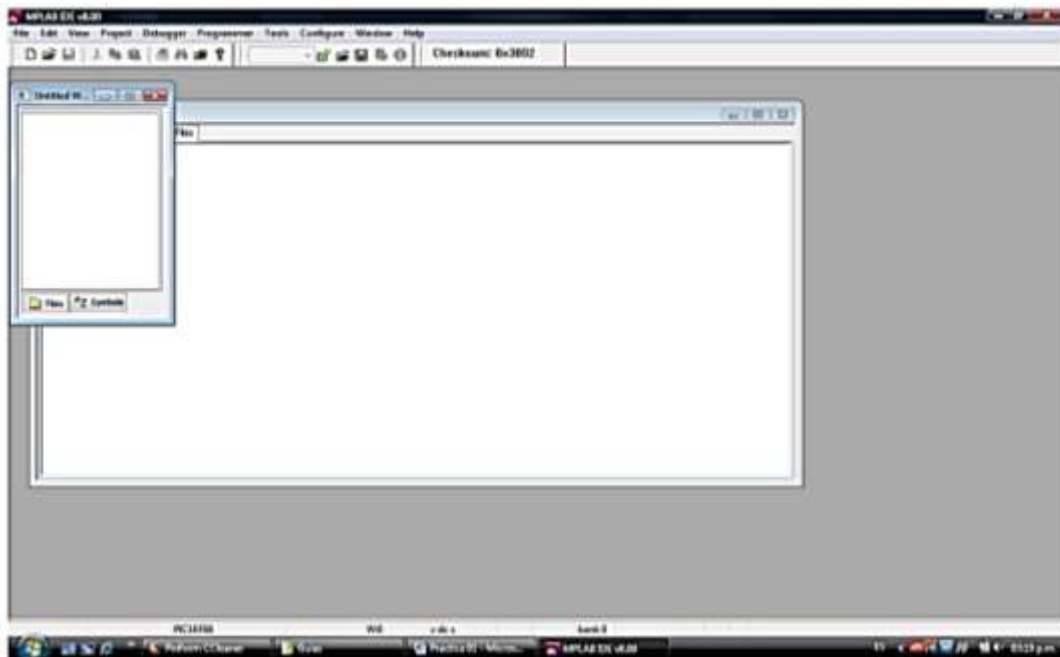


Figura 23. Pantalla de inicial del MPLAB IDE. Fuente: Recuperado de www.mplab.com

Ahora podemos ingresar en la pantalla la barra de edición, dando clic en el menú file y posteriormente en New (File > New) y agrandamos nuestra hoja de trabajo como se muestra en la siguiente figura 24.

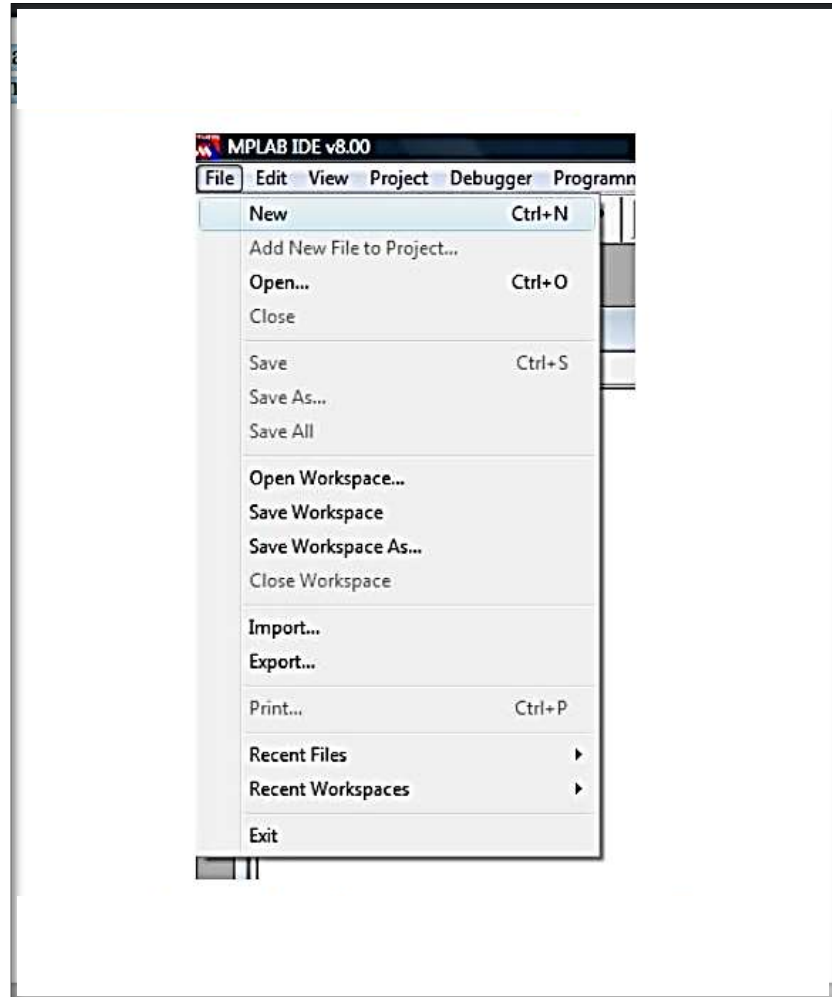


Figura 24. Pantalla de edición de programa en el MPLAB IDE. Fuente: Recuperado de <http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Do>

Elegimos el microcontrolador que usaremos el PIC 16F628A. Y a continuación accedemos al menú configure > Select Device y seleccionamos el PIC ya mencionado anteriormente, tal como podemos observar en la figura 25.

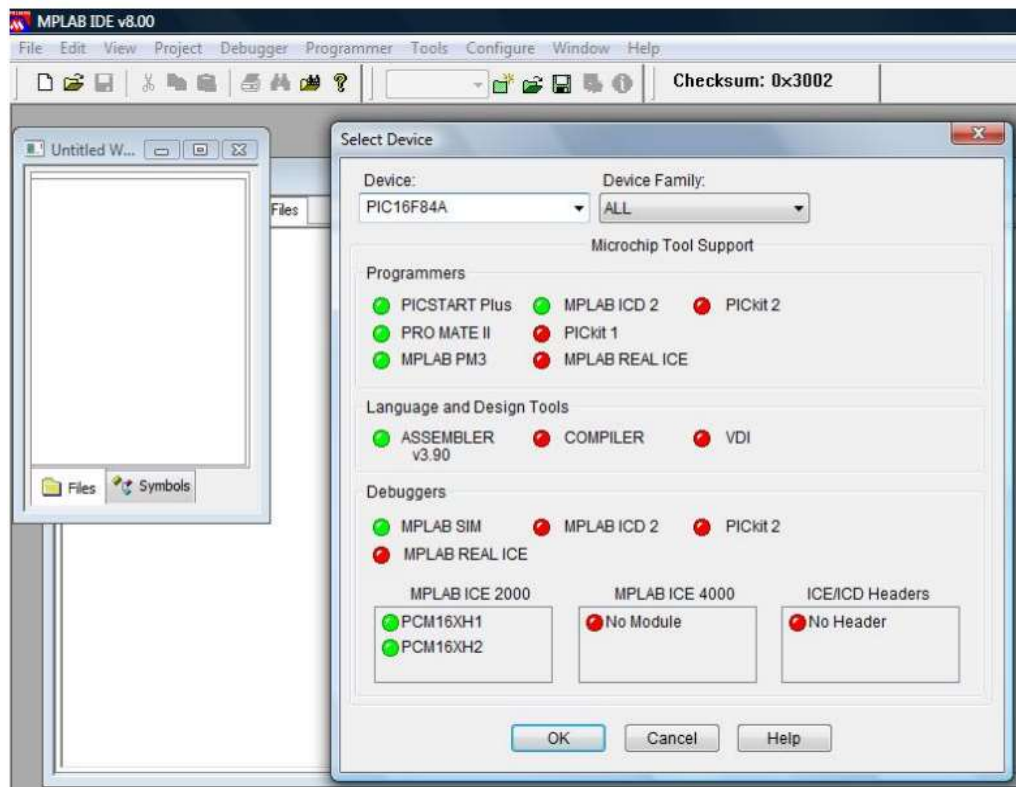


Figura 25. Selección del microcontrolador. Fuente: Recuperado de http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Tecnicas/UD3_Ensamblador%20MPLAB/2_MPLAB.pdf

Ahora seleccionamos el simulador, para vamos a nuestra barra de menú y seleccionamos Debugger > Select Tool > MPLAB SIM como se muestra en la figura 26.

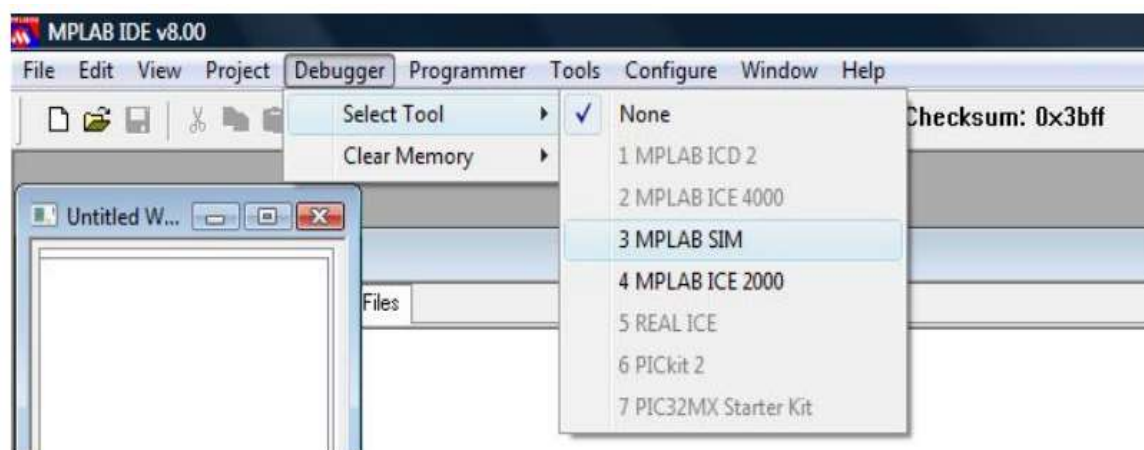


Figura 26. Selección del simulador. Fuente: Recuperado de http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Tecnicas/UD3_Ensamblador%20MPLAB/2_MPLAB.pdf

La frecuencia de trabajo del MPLAB SIM corresponde a coordinar con la del circuito que se simula. Hacia escoger permitir a Debugger> Settings > “Osc / Trace” y posteriormente comprobamos que está a 4 MHz de frecuencia.

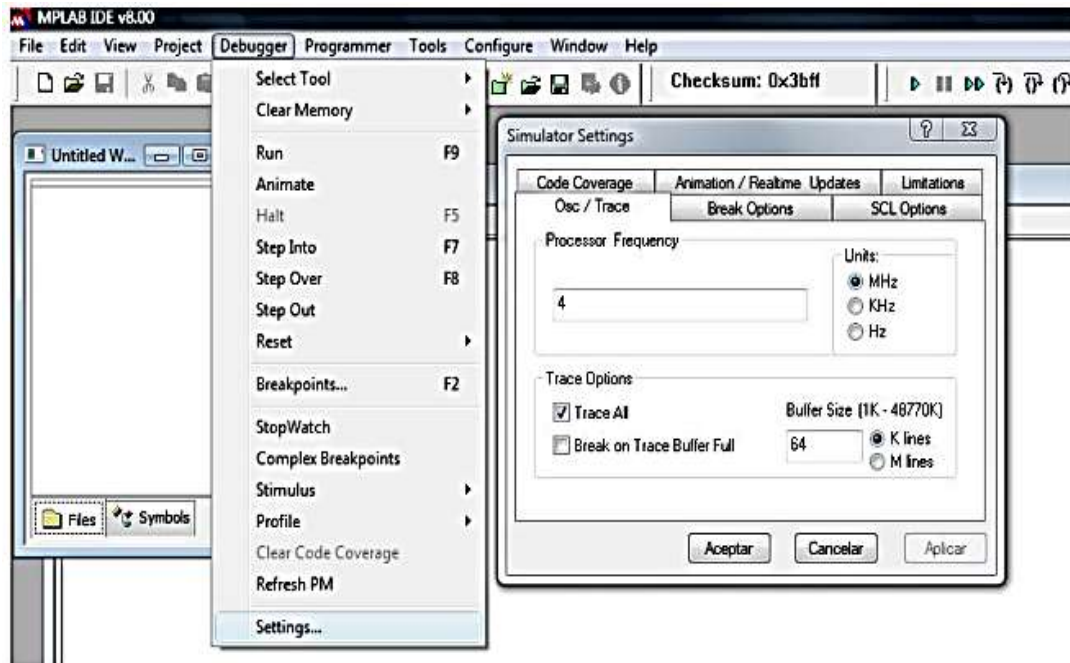


Figura 27. Selección de la frecuencia de simulación para el MPLAB. Fuente: Recuperado de http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Tecnicas/UD3_Ensamblador%20MP

A continuidad se da un pseudónimo al registro origen asintiendo al menú File > Save As Surge un cuadro de comentario que pide el nombre del registro. Se logra designar por modelo *Modelopractica01.asm* y se guarda en la cubierta C:/PIC16F84A establecida primeramente o en otra carpeta que se apetezca. Para atarearse con mayor bienestar es beneficioso representar el dígito de cada línea. Para ello preferir el menú Edit > Properties. Adentro de la ventana Editor Options y pestaña *File Type* se activarán las opciones que se muestra en la figura 28.

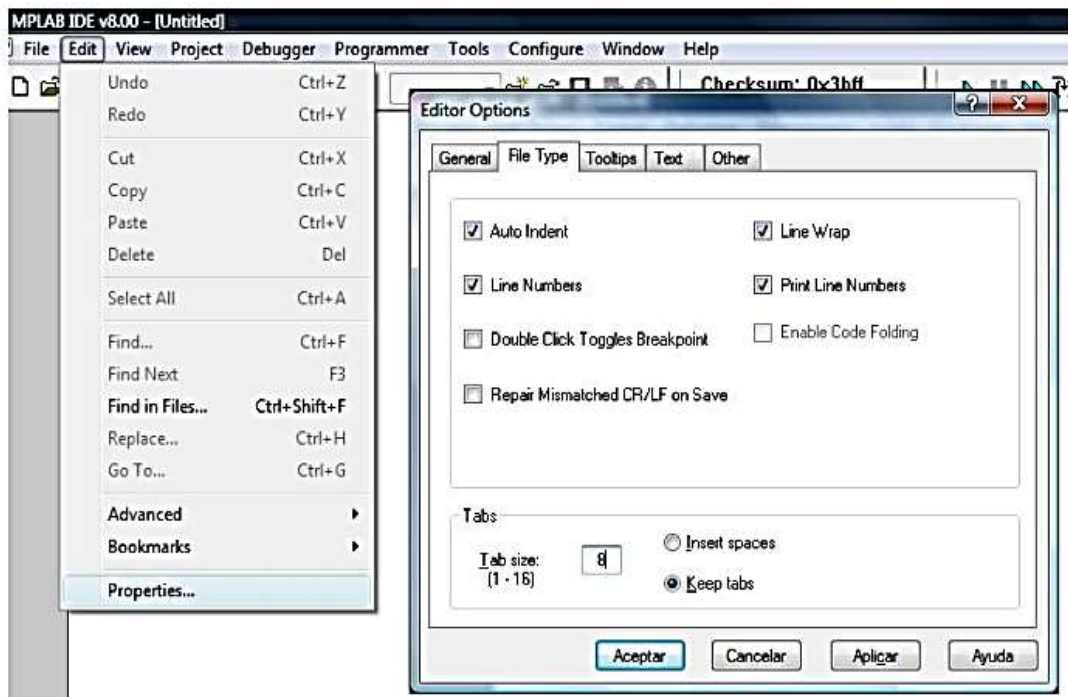


Figura 28. Propiedades de la pantalla de edición. Fuente: Recuperado de http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Tecnicas/UD3_Ensamblador%20MPLAB/2_MPLAB.pdf

3.4 Programación en los microcontroladores

Encontramos una amplia variedad de microcontroladores donde su clasificación general son las que se encuentran entre 4, 8, 16 o 32 bits. Los microcontroladores 8 y 4 bits tienen una gran acogida en el mercado ya que suelen ser los más apropiados para la mayor cantidad de aplicaciones. Con respecto a las marcas, existe una gran variedad en el mercado, las más famosas son: Toshiba, Motorola, Intel, Philips, Microchip, Microchip, y otras que producen microcontroladores con características parecidas y cumplen las mismas funciones que son leer y ejecutar los programas de usuario (Villacreses., 2014).

La diferencia de estos microcontroladores se da en aspectos como la memoria, rapidez, y periféricos; al elegir estos dispositivos se debe tener en cuenta el diseño y las necesidades, por tal razón, si se desea escoger un microcontrolador para un diseño en específico se debe ver la documentación, sus herramientas de desarrollo, el precio, cuantos fabrican dicho microcontrolador, y sus características etc. Para elegir un buen controlador, Jorge Choéz nos da una lista de recomendaciones a tomar en consideración (Choez, 2017).

- Adquirir un microcontrolador que no sea escaso en el mercado local ya que puede atrasar el proceso del proyecto.
- Contar con la información e instrumentos de desarrollo para comprender la operación y función del dispositivo ya que en algunas situaciones esta información es mínima y con respecto a los emuladores y el software.
- Comparar los precios y ver cuál es el más favorable a su alcance según las características que necesite el consumidor.
- Realizar la elección del modelo de acuerdo a la aplicación que se quiere ejecutar teniendo en cuenta las cualidades de puertos de entrada y salida, su capacidad y de su velocidad (Choez, 2017, p. 16).

Los requisitos de la aplicación para adquirir la aplicación son el procesamiento de datos, entrada salida, consumo, memoria, ancho de palabra y diseño de la placa (Choez, 2017).

- Procesamiento de datos: Si se necesita que el microcontrolador realice cálculos críticos en un tiempo limitado se debe tener en cuenta la velocidad del microcontrolador y la precisión de los datos, en este caso se puede recurrir a un microcontrolador de 16 o 32 bits o tal vez a hardware de coma flotante.
- Entrada de salida: Observar si la entrada y salida es adecuado para dibujar un diagrama de bloques y sea entendible de identificar el tipo y cantidad de señales a controlar. Se busca que el microcontrolador se adecue a un sistema de hardware estremo.
- Consumo: Algunos microcontroladores son alimentados por baterías y su función puede ser valioso para realizar la activación de una alarma para evitar robos. En esta situación lo usual seria escoger un microcontrolador con estado de bajo consumo pero que se encienda ante una señal de activación, es decir alguna interrupción.

- Memoria: Para detectar las necesidades de la memoria se debe separar la aplicación de la memoria volátil (RAM), no volátil (ROM) y no volátil modificable (EEPROM), esta última, sirve para agregar datos concretos de utilidad como un número de serie. La memoria que se utilice se determina por el número de volumen de ventas, es conveniente de menor a mayor volumen que se utilice EPROM, OTP y ROM.
- Ancho de palabra: Con respecto al juicio de diseño se opta por el microcontrolador de menor ancho de palabra que pueda complacer las exigencias de la aplicación. Si se usa un microcontrolador de 4 bits disminuirá los costos por eso se recomendaría uno de 8 bits solo en el caso de que el ancho de los datos sea de un byte. Los de 16 y 32 bits, por su alto costo deberían ser reservados para las aplicaciones que urjan altas prestaciones, es decir que la entrada y salida sea potente.
- Diseño de la placa: Al elegir el microcontrolador su diseño de placa de circuitos se va a condicionar. Se debe tener en consideración que un microcontrolador de bajo costo implica que lo componente de diseño se encarezcan.

Capítulo IV

Aplicación de la metodología para el desarrollo de prácticas de programación microcontroladores PIC

4.1 Antecedentes de la problemática

“En el ámbito docente en la ingeniería tendría que informarse que la programación es otra actividad *industrial*, que tiene la opción de agregar un procedimiento, diagramas, documentación, trabajo en grupo” (Bonifacio, 2015, p. 3).

Aquí podemos ver como el autor analiza desde donde proviene el problema y plantea una solución con un método de diagramas, documentación, trabajo en equipo, etc. Para una mejora en la instrucción de la acción de programar los microcontroladores PIC.

Las asignaturas relativas al análisis de microcontroladores es muy importante tener actualizado las materias y las prácticas, debido a que los diversos microcontroladores que se encuentran en el mercado se modifican velozmente en cada periodo de tiempo, convirtiendo en obsoleto las materias y las herramientas empleadas en las prácticas.

Podemos detectar otra problemática, la falta de actualización tanto como en la teoría y la práctica (laboratorios), en comparación a la industria que cada vez salen nuevos dispositivos y en los sitios donde se da la educación siguen trabajando con microcontroladores desfasados.

Para hacer posible las prácticas en laboratorios, se decidió realizar la implementación de algunas de ellas de forma remota. De esta manera se generó un *espacio virtual*, para constituir los recursos del e-learning con el uso de las herramientas virtuales interactivos (Revuelta, Massa y Bertone, 2014, p. 928).

Este autor expone la deficiencia del horario que tienen los estudiantes para practicar en los laboratorios y que debería incluirse en la metodología del docente un espacio virtual, donde se pueden adquirir más informaciones y conocimientos del avance tecnológico.

Podemos ver de estos tres autores que tienen una metodología encontrando una problemática y poniendo en práctica métodos de como contrarrestar y poniendo a pruebas nuevas formas de enseñar el desarrollo de la programación en microcontroladores.

4.2 Desarrollo de la programación en microcontrolador PIC

Para este planteamiento voy a ejecutar mi modulo en un entrenador de principio básico, haciendo que en la memoria del PIC se guarde la información por medio del grabador PICKit™3 y pueda efectuar la orden de encender y apagar un servo motor. Ahora para ello tenemos que saber que es un grabador PICKit™3 como elemento fundamental.

4.2.1 Grabador.

El módulo de la tarjeta entrenadora tiene q funcionar con un software de compatibilidad como lo es el software de Microchip para su funcionamiento y aplicación de la programación que se elaboró previo en el programa del PICKit™3 y obtener un conocimiento más aplicando los microcontroladores PIC.

El programador PICKit™3 es un módulo que permite la programación de microcontroladores PIC por puerto serie, de igual manera cuenta con un zocalo ZIF de 40

pinos y conexión ICSP para poder realizar la programación sin dañar los pines de los microcontroladores. Es ideal para estudiantes y aficionados que buscan una herramienta accesible y práctica.



Figura 29. Programador PICKit™3. Fuente: Recuperado de <https://uelectronics.com/producto/programador-pickit-3/>

Las características de un grabador o programador son:

- Tipo: Módulo de programación
- PICKit™3
- Dimensiones: 88 mm x 47mm x 14mm
- Alimentación: 5 V USB
- Conector: Jack USB-B
- Encapsulados soportados: 8 a 40 pines tipo DIP
- Base: ZIF de 40 pines
- Funciona como analizador lógico y para enviar datos por UART

- Verificación automática de la programación
- Cable USB para comunicación y alimentación
- Admite los chips PIC más populares, lectura, cifrado y otras funciones
- Se puede programar usando ICSP en línea o agregando bloques de conversión
- El software de programación proporciona instrucciones fáciles de usar
- Compatible con Windows y otros sistemas operativos.

4.3 Programando en el MPLAB IDE v8.91.

Una vez guardado el archivo en sistema HEX se transfiere al programador para que así toda la información en lenguaje HEX se almacene en la memoria del microcontrolador PIC 16F628A y posteriormente transferirlo al entrenador ya establecido.

Hay un dispositivo más nuevo disponible. Considere PIC16F628A. Programación de bajo voltaje, modo de reloj de baja velocidad, BOR programable, oscilador RC interno de 4MHz, referencia de voltaje en el chip, 128 bytes de memoria de datos EEPROM.

4.4 Entrenador

Para realizar las practicas con los microcontroladores PIC es necesario aplicar en un protoboard, para visualizar el manejo del PIC se necesita la instalación de otros dispositivos externos, tales como; leds, resistencias, reguladores de voltaje, osciladores, capacitores, entre otros.

Con la fabricación de la tarjeta entrenadora ya no es indispensable la creación de dispositivos primarios, ya que también es posible llevar a cabo las prácticas en un menor periodo, debido a que esta PCB cuenta con mecanismos imprescindibles para el funcionamiento de un PIC.

En este entrenador también habrá una pantalla LCD adaptada a mi tarjeta entrenadora.



Figura 30. Módulo de tarjeta entrenadora. Fuente: Autoría propia.

4.5 Pantalla LCD

En esta pantalla tendrá la función de decirnos cuando el motor este encendido y también cuando este apagado, esta función tan importante es fundamental para saber las funciones que está elaborando nuestra tarjeta entrenadora, y también forma parte de la estética al desarrollar nuestro modulo y habiendo plasmado toda la programación. La pantalla LCD es un display de cristal líquido alfanumérico, el cual dispone de 2 filas y 16

caracteres. Este dispositivo permite la visualización de información gráfica mediante símbolos o caracteres.



Figura 31. Pantalla LCD 1602^a. Fuente: Autoría propia.

Aplicación didáctica

Sesión de aprendizaje N° 1

Título: Aplicación de la programación en los microcontroladores PIC

I. Datos informativos

- 1.1 I.E : Mater Cristhie
- 1.2 Área : Educación por el Trabajo
- 1.3 Grado : 5°U
- 1.4 Docente : Gianfranco Grajeda De Los Santos
- 1.5 Fecha : 18/10/21

II. Propósito de la sesión

Aplicación de la programación en los microcontroladores

III. Aprendizajes esperados

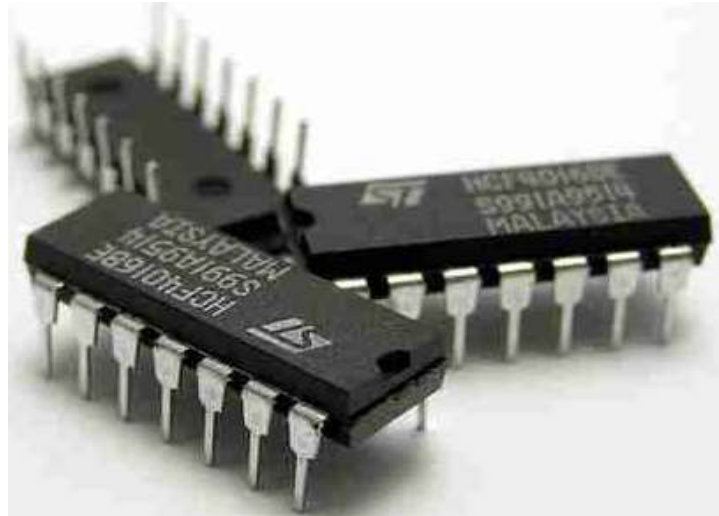
Competencias	Capacidades	Desempeño
Gestiona proyectos de emprendimiento económico o social	<ul style="list-style-type: none"> • Crea propuesta de valor. • Aplica habilidades técnicas. • Trabajan de forma grupal para el logro de los objetivos. • Realiza la evaluación de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolecta datos de forma grupal respecto a la necesidad o problemática de un conjunto de individuos de su contexto, haciendo uso de técnicas como las entrevistas en grupo y estructuradas. • Planifica e incorpora datos identificando patrones. • Identifica la arquitectura de forma general de un microcontrolador, su composición, funcionalidad y capacidad. • Reconoce los aspectos y su capacidad de un microcontrolador. • Da solución a problemáticas básicas de control a través de microcontrolador

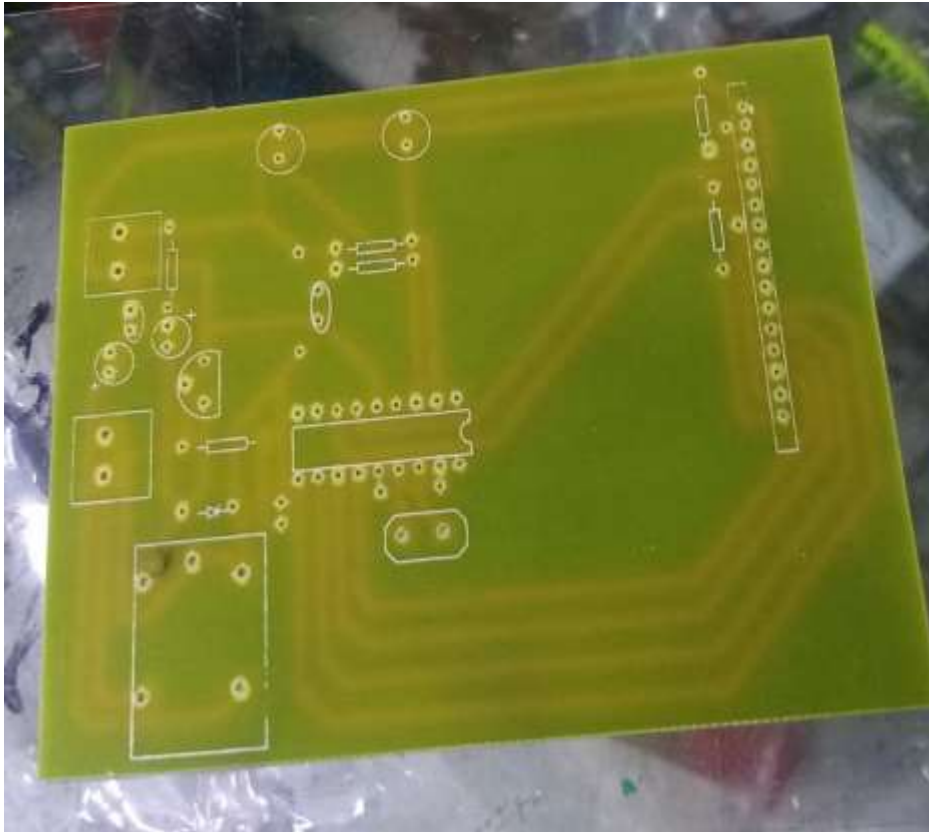
IV. Secuencia didáctica

Procesos	Secuencia didáctica y o estrategias	Tiempo	Recursos y materiales
INICIO (Motivación, Saberes previos y conflicto cognitivo)	<p>Los estudiantes reciben el saludo del docente, se observa actitudes del estudiante, se realizan actividades permanentes. Luego brindamos las indicaciones previas y ordenamos a los educandos en grupos de trabajo.</p> <p>El docente les muestra algunos microcontroladores PIC a los estudiantes para la aplicación de una programación y poder identificar los tipos de microcontroladores.</p> <p>Se les pide que respondan las siguientes preguntas mediante una lluvia de idea: Para activar los saberes previos formulamos la siguiente pregunta: ¿Qué es un microcontrolador? ¿Existen diferentes marcas de microcontroladores? ¿Qué entiendes por programación?</p> <p>Luego, el docente explica brevemente la importancia del Driver o controlador de motores en la aplicación para la programación de microcontroladores PIC.</p> <p>El docente presenta el propósito de la sesión: “Aplicación de la programación en los microcontroladores PIC”.</p>	60 min.	<p>Expresión oral</p> <p>Imágenes</p> <p>Pizarra</p> <p>Computadora</p> <p>Microcontrolador PIC 16F628A</p>
Desarrollo (Proceso de información y aplicación del aprendizaje)	<p>Aprendemos</p> <p>El docente mostrara un módulo básico de una tarjeta entrenadora y los estudiantes tendrán que reconocer las partes de este, como referencia las características del tema que se trabajará.</p> <p>Indicamos a nuestros estudiantes que se les entregará una lectura, de manera individual, en la cual deberá reconocer los tipos de microcontroladores y sus características y también saber de otros componentes como: Microchip, LCD, grabador, PIC, etc.</p> <p>Luego del tiempo establecido se les pedirá que compartan y contrasten sus ideas con su grupo ya que deberán programar con su hoja de práctica donde irán las pautas para realizar la programación y para ello tendrán que plasmar todos los conocimientos previos en general. De esta forma los estudiantes por si solos estarán</p>	115 min.	<p>Texto de información.</p> <p>Papelotes.</p> <p>Plumones.</p> <p>Entrenador LCD PIC16F628A</p> <p>PROGRAMA MPLAB K150</p>

	<p>empleando y analizando el texto utilizando las características de cada uno de los mencionados anteriormente.</p> <p>El docente explicará sobre las características de los microcontroladores en especial el PIC 16F628A, del porqué estamos usando este PIC habiendo de gama media, gama baja y gama alta y acerca de la programación. En la pizarra se anotarán datos importantes sobre el tema.</p> <p>Practicamos</p> <p>Después de conocer el tema, los estudiantes deberán perfeccionar sus apuntes y plasmarlos en una computadora con el software instalado llamado MPLAB donde expondrá las características que han encontrado en el texto leído y comenzarán a programar. El docente evaluará con una lista de cotejo del cual tienen conocimiento. A continuación, pasan a exponer su trabajo del encendido de un servomotor. El docente realizará la retroalimentación reflexiva en los casos necesarios y destacará los aciertos de los estudiantes.</p>		
<p>Cierre (Metacognición, extensión)</p>	<p>Metacognición</p> <p>Pedimos a nuestros estudiantes que reflexionen respecto del logro de sus aprendizajes a través de las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué aprendizaje logré en esta clase? • ¿Qué importancia tiene para nosotros este tema? • ¿Es necesario los microcontroladores? • ¿Para qué me sirve el PIC 16F628A? <p>Extensión</p> <p>Mencionamos a los alumnos que pongan en práctica las estrategias en otra ficha que les brindará el docente.</p> <p>El docente realizará el seguimiento del desempeño de los estudiantes atendiendo las pautas del reforzamiento.</p>	05 min.	Ficha de metacognición

V. Materiales





Hoja teórica

Microcontroladores PIC

Concepto

Un microcontrolador es una computadora que tiene solamente un chip. La palabra micro se hace mención a que el dispositivo es diminuto y controlador, esto significa que es utilizado en sistemas de control".

Su funcionamiento: PIC16F628A es un microcontrolador de la familia de microchip el cual coloca al alcance del usuario 18 pines, es indispensable cuando se requiera de proyectos que no necesiten de varios periféricos externos.

¿Qué es un grabador?

El programador PICKit™3 es un módulo que permite la programación de microcontroladores PIC por puerto serie, de igual manera cuenta con un zocalo ZIF de 40 pines y conexión ICSP para poder realizar la programación sin dañar los pines de los microcontroladores. Es ideal para estudiantes y aficionados que buscan una herramienta accesible y práctica. (Electronics, 2016)

Las características de un grabador o programador son:

- Tipo: Modulo de programación
- Serie: PICKit™3
- Dimensiones: 88 mm x 47mm x 14mm
- Alimentación: 5 V USB
- Conector: Jack USB-B
- Encapsulados soportados: 8 a 40 pines tipo DIP
- Base: ZIF de 40 pines
- Funciona como analizador lógico y para enviar datos por UART
- Verificación automática de la programación

- Cable USB para comunicación y alimentación
- Admite los chip PIC más populares, lectura, cifrado y otras funciones
- Se puede programar usando ICSP en línea o agregando bloques de conversión
- El software de programación proporciona instrucciones fáciles de usar
- Compatible con Windows y otros sistemas operativos (Electronics, 2016)

Pantalla LCD

La pantalla LCD es un display de cristal líquido alfanumérico, el cual dispone de 2 filas y 16 caracteres. Este dispositivo permite la visualización de información gráfica mediante símbolos o caracteres.

Programación en lenguaje C

- Es un lenguaje de mayor nivel y próximo a la máquina.
- Es posible fabricar repeticiones matemáticas con mayor facilidad.
- Es posible que sirva de apoyo al realizar la combinación con el ensamblador en la gama alta.
- Es posible la creación de macros con este lenguaje, para luego sintetizar el código en diversos procesos.
- Es admitido por la empresa fabricante microchip, inclusive ellos cuentan con ciertos compiladores C.

Hoja de práctica

Guía de laboratorio de microcontroladores PIC

Practica N°1 Aplicación de la programación en los microcontroladores PIC

I. Datos generales:

Nombres de los estudiantes:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Grupo N°

Fecha de realización:

.....

II. Objetivo

General: Que el estudiante reconozca las funciones básicas de un PIC y pueda aplicarlo a la programación y funcionamiento en una tarjeta entrenadora haciendo funcionar un servomotor.

Específico: Describir en formas estructuradas el o los objetivos que desea alcanzar la práctica para dar respuesta a las siguientes preguntas ¿Qué se hace...? ¿Cómo se hace...? ¿Para qué se hace...? Y su grado de calidad.

III. Método

Explicar el método empleado para el desarrollo de prácticas para la configuración de microcontroladores, que comprenden una instrucción consecutiva de los procesos a cumplir.

IV. Equipamiento y herramientas

Realizar una lista del equipamiento, herramientas, materiales, reactivos, y otros instrumentos que se necesitan para la práctica.

Incorporar símbolos representativos del equipamiento y herramientas a emplear como diagramas, planos, figuras, entre otros.

V. Marco teórico

Explicar las concepciones, leyes, ecuaciones que sustentan y dirigen de forma teórica al cumplimiento de la práctica para realizar la interpretación de resultados que se lograra de la experiencia y brindar los resultados y deducciones respectivas.

VI. Procesos

Elaborar la relación de acciones o procesos de manera consecutiva para el desarrollo de la práctica, regularmente se empleará las siguientes:

- Observar y reconocer el equipamiento.
- Utilización del equipamiento.
- Recolección de información
- Poner en orden y realizar el proceso de los datos
- Cálculos y resultados
- Análisis y observaciones

Hoja de programación

Entrenador motor LCD

```

CONFIG (FOSC_XT & WDTE_OFF & PWRTE_ON & MCLRE_OFF &
CP_ON & BOREN_OFF & LVP OFF);

#define XTAL_FREQ 4000000

#include "lcd.c"

#define true 1
#define false 0
#define HIGH 1
#define LOW 0

void main(){

CMCON=0x07;    //Comparadores deshabilitados

TRISTA=0x18;    //A0 LED, A3 OFF, A4 ON

TRISTB=0x00;    //LCD

//LIMPIAMOS SALIDAS

PORTA=0; PORTB=0;

lcdBegin();Inicializa Lcd

lcdSetCursor(0,0);lcdPrint("MOTOR APAGADO");

While(true){

While(OFF==HIGH && ON==HIGH);

If(OFF==LOW){

delay(50);while(OFF==LOW);delay(50);

lcdSetCursor(0;0);lcdPrint("MOTOR APAGADO);

LED=0

delay(50);while(ON==LOW);delay(50);

```

```
lcdSetCursor(0;0);lcdPrint("MOTOR ENCENDIDO);
```

```
LED=1
```

```
void delay(int n){
```

```
while(n>0)
```

```
{__delay_ms(1);n--;}  
}
```

Lista de cotejo

Nombres y Apellidos		Demuestra preparación para realizar su exposición	Conoce el tema de los microcontroladores	Realiza la programación y logra el objetivo	Trabaja en equipo	Evaluación nominal (AD, A, B, C)
		SÍ/NO	SÍ/NO	SÍ/NO	SÍ/NO	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Ficha de metacognición

1. ¿Qué aprendimos el día de hoy?

.....

.....

2. ¿Cómo lo logramos aprender?

.....

.....

3. ¿Para qué me servirá lo aprendido?

.....

.....

4. ¿Qué dificultades tuve?

.....

.....

Síntesis

El microcontrolador es el aparato que crecidamente manipulamos en la costumbre, también del automatismo cotidiano ellos sujetan el precio de funcionalidad de varios aparatos electrónicos.

Cuando surgieron los iniciales microcontroladores no se especuló que ellos producirían un inminente efecto en la existencia de los individuos y de manera universal, sin embargo, a medida que transitaron los tiempos, se fue manifestando la auténtica revolución que producirían optimizando nuestra vida cotidiana. Actualmente existen microcontroladores en cualquiera parte del mundo, reduciendo los mercados demandados por los circuitos y el acrecentamiento de la intervención de los artefactos electrónicos.

Es ineludible que los individuos interesados en proyectar microcontroladores tengan instrucciones básicas sobre electricidad y electrónica, para beneficiar de modo recomendable los recursos y superioridades que muestran los microcontroladores.

Los individuos que apetezcan llevar a cabo actividades con microcontroladores, han de estar al tanto a los tipos y recursos del microcontrolador al manipular para lograr el mayor beneficio potencial del mismo.

Conjuntamente corresponden a ser competentes de solucionar dificultades a través de notaciones para posteriormente transitar a una expresión de mayor nivel, debido a que este modo es de gran apoyo al configurador para relacionarse con el microcontrolador, parte que el lenguaje de aparato y assembler son crecidamente complicados.

Apreciación crítica y sugerencias

Posteriormente de haber desarrollado los desemejantes semblantes que rodean la codificación de PICs referente a los lenguajes, hacia trabajos competitivos se pide lo siguiente:

Es transcendental que los individuos que precisen establecer medios a raíz de los microcontroladores, corresponden confirmar las particularidades y recursos de los iguales, esto hacia poder beneficiar de modo recomendable al microcontrolador y evadir desaprovechar recursos del propio.

Lo excelente es manipular el lenguaje ensamblador para las jerarquías de gama baja, media y alta por variabilidad y excelente beneficio de recursos del PIC.

Si va a emprender con la programación de PICs correspondería principal sujetar el lenguaje Ensamblador, no le sugeriría el lenguaje BASIC. Acople ciclo tenga subyugado el lenguaje Ensamblador para escala baja y media consigue perfeccionar con el lenguaje C.

El Lenguaje C es una expresión de mayor nivel y logra trascender y concertar con el lenguaje ensamblador debido a que nos logra reservar el período de configuración, limpieza y simulación sobre único en la gama alta y en los dsPIC.

Referencias

- Aguilera, R. (2013). Identidad y diferenciación entre metodo y metodologia. *Estudios politicos*. 26 (9), 50-51. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4264/426439549004.pdf>
- Arnadillo, J. (31 de agosto de 2012). *Entorno de desarrollo para ensamblador*. Recuperado de [http:// Document/UD3_Ensamblador%20MPLAB/2_MPLAB.pdf](http://Document/UD3_Ensamblador%20MPLAB/2_MPLAB.pdf)
- Arteaga, L. (2007, 31 de diciembre). *Electronica desarrollo*. Bogota, Colombia: Novoa Publishing Recuperado de <http://electronicadesarrollo.blogspot.com/2007/12/programacin-de-pics.html>
- Apaza, D. (2010). *Microcontroladores PIC*. La plata, Argentina: Mansalva.
- Barra, F. (2011). *Microcontroladores PIC con programacion basic pro*. Lerida, Barcelona: McGraw-Hill.
- Bizama, A. (2012, 17 de noviembre). *Estructura y elementos de los microcontroladores*. Araucanía, Chile: The Clinic. Recuperado de <https://anibalbizama.blogspot.com/2012/11/5-estructura-y-elementos-de-los.html>
- Bonifacio, A. (2015). *Enseñanza de una metodología para la programación de microcontroladores en el marco de la titulación de electronica industrial*. (Tesis de pregrado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.
- Buenrostro, J. (2018). *Componentes de MPLAB X IDE*. Recuperado de <http://joelbuenrostroblog.blogspot.com/2018/03/componentes-de-mplab-x-ide.html>
- Choez, J. (2017). *Diseño de un módulo con microcontroladores PIC como herramienta didáctica para el fortalecimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de robótica*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/990>

- Fabregues, S. (2015). *La conceptualización y operalización de la calidad de la investigación basada en métodos mixtos: un estudio de casos múltiples de cuatro disciplinas*. (Tesis de pregrado). Universidad autónoma de Barcelona. Cataluña, Barcelona.
- Guapaz, R. (2013). *Implementación de una casa domótica residencial*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Leon, F. d. (2015). *Diseño e implementación de prácticas del laboratorio de microcontroladores*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Jutiapa, Guatemala:
- Martínez, M., Meléndez, K., Ortega, V., y Pacheco, I. (2020). *Tipos de microcontroladores*. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/55200676916/R1MICRO.docx/>
- Melchor, N. (2013). *Tarjeta de desarrollo para microcontroladores PIC*. (tesis de pregrado). Universidad Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Mendez, A. (2014). *Diseño e implementación de plataforma basada en microcontroladores PIC para facilitar el estudio práctico y la elaboración de proyectos*. (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1816>
- Nariño, U. A. (2009). *Introducción a los microcontroladores*. Bogotá, Colombia: Planeta. Recuperado de https://www.oocities.org/micros_uan/cap15.html
- Orduña, J. (2012). *Arquitectura y programación de microprocesadores*. Madrid, España: Lloréns.
- Oviedo, U. d. (2005). *Microcontrolador PIC: Entorno de trabajo MPLAB*. Bogotá, Colombia: Planeta. Recuperado <https://docplayer.es/66852984-Ensamblado-del-programa.html>

- Reinoso, S., Mena, L., y Sanchez, J. (2018). *Gestión de puertos e interrupciones externas*. Bogota, Colombia: Planeta.
- Revuelta, M., Massa, S., y Bertone, R. (2014). *Laboratorio remoto en un EVEA, para la enseñanza y el aprendizaje de la programación de microcontroladores*. La plata, Argentina: Mansalva.
- Salgado, L. (2016). *Manual de prácticas para la programación de microcontroladores PIC*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de México, Monterrey, México.
- Toapanta, P. (2015). *Diseño y construcción de un entrenador basado en microcontroladores PIC, para el laboratorio de electrología de la escuela de ingeniería en sistemas*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1216>
- Valdés, F. (2011). *Microcontroladores: Fundamentos y aplicaciones con PIC*. Quito, Ecuador: Planeta.
- Villacreses., J. Y. (2014). *Diseño de un modulo con microcontroladores PIC como herramienta didactica para el fortalecimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de robotica de la carrera de ingenieria*. (Tesis de pregrado). Universidad estatal del Sur de Manabí. Manabi, Ecuador.
- Villamil, H. (2009). *Módulo de microprocesadores y microcontroladores*. (Tesis de pregrado). Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/6933/M_309696_Microp%20%26%20Microc_Ing%20Electronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wilmschurts, T. (2007). *Diseño de sistemas embebidos con microcontroladores PIC, principios y aplicaciones*. Madrid, España: Editorial Fondo.

Yagual, J. (2015). *Análisis, diseño e implemetación de un sistema de control de focos incandescentes en los hogares por medio de un control Remoto Universal*. (Tesis de pregrado). Universidad Politecnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.