

**CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC
TENIENDO COMO BASE LA PEDAGOGÍA EN COMPETENCIAS
DESARROLLADA POR EL SENA.**

INVESTIGADORES

**German Enrique Beltrán Castillo
Juan Miguel Castillo Acevedo**

GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**Semillero de Investigación en Aplicaciones con microcontroladores y
microelectrónica.**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2009

**CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC
TENIENDO COMO BASE LA PEDAGOGÍA EN COMPETENCIAS
DESARROLLADA POR EL SENA.**

Autores

German Enrique Beltrán Castillo

Juan Miguel Castillo Acevedo

Director

Rodrigo Alberto Acevedo Portilla

Ingeniero Electrónico

SENA

Co-Director

Claudia Leonor Rueda Guzmán

Ingeniera Electrónica

UPB

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA**

2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos desarrollar este proyecto, el cual será de gran ayuda en el mejoramiento social de nuestra región.

A nuestros padres y hermanos quienes fueron un apoyo moral incondicional en toda nuestra formación.

Al Ingeniero Rodrigo Alberto Acevedo Portilla por creer en nosotros, siendo un batallador incasable, ayudándonos a que la realización de este proyecto fuera un hecho.

A la Ingeniera Claudia Leonor Rueda Guzmán gracias a su amplio conocimiento nos brindó la ayuda pedagógica necesaria para la culminación de este proyecto.

Al Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA - Centro Industrial de Mantenimiento Integral en cabeza de la ingeniera Claudia Celina Marín Ariza por la financiación del proyecto y por permitirnos ejecutarlo.

Y a todos aquellos quienes nunca dudaron que esto fuera posible.

A mis padres que con grandeza me enseñaron el comienzo del camino y me mostraron la meta. A mi hermana quien me incentivó a siempre seguir adelante, a mi hermano por su incondicional apoyo y compañía, a chetes quien siempre creyó en mí y a Dios que sin el nada de esto fuera posible.

Juan Miguel Castillo

A mis padres que con su apoyo incondicional me acompañaron en la culminación de esta meta, a mis hermanos quienes con su cariño me brindaron comprensión y ayuda para hacer realidad mi sueño, a Dios quien con su infinita bondad bendijo mi vida y permitió realizarme plenamente como profesional.

German Enrique Beltrán

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. METODOLOGÍA	22
3. MARCO TEÓRICO	24
3.1 MICROCONTROLADORES Y DSP: analogías y diferencias	24
3.1.1 Microcontrolador.	24
3.1.2 DSP.	26
3.1.3 Cuadro comparativo.	29
3.2 CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES (dsPIC)	30
3.2.1 Qué son los dsPIC.	30
3.2.2 Características de los dsPIC	31
3.2.3 Familias de dsPIC.	34
3.2.4 Campos de aplicación de los dsPIC.	34
3.2.5 Descripción de la familia dsPIC30F.	35
3.3 ARQUITECTURA DE LOS dsPIC30F	36
3.3.1 Memoria de datos.	37

3.3.2 Memoria de programa.	38
3.4 RECURSOS AUXILIARES	39
3.5 SIGNIFICADO DE LAS LETRAS Y DIGITOS EN LA NOMENCLATURA DE LOS DISPOSITIVOS dsPIC30Fxxx.	39
3.6 DIAGRAMA DE CONEXIONADO	40
3.6.1 Alimentación.	42
3.6.2 Señal de reset.	43
3.6.3 Señales digitales de E/S.	43
3.6.4 Señales analógicas de entrada.	43
3.6.5 Señales de reloj.	43
3.6.6 Señales del oscilador.	44
3.6.7 Señales de notificación de cambio.	44
3.6.8 Señales de comunicación con la interfaz conversora de datos (ICD).	44
3.6.9 Señales para SPI.	44
3.6.10 Señales para el bus I²C.	44
3.6.11 Señales para transmisión UART.	44
3.6.12 Señales de interrupción.	45
3.6.13 Señales de captura de la entrada.	45
3.6.14 Señales de comparación.	45
3.6.15 Señales de programación del circuito de entrada serie.	45
3.6.16 Características generales de los dsPIC30F3014.	45
3.7 DISPLAY 7 SEGMENTOS	46

3.8 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO Ó LCD	49
3.8.1 Aspecto físico.	50
3.8.2 Pines del LCD.	51
3.9 TECLADO MATRICIAL	52
3.9.1 Funcionamiento.	52
3.10 SERVO-MOTOR	53
3.10.1 Terminales	54
3.11 COMUNICACIÓN SERIAL ASÍNCRONA	56
3.12 CONECTOR DB9	58
3.13 POTENCIÓMETRO LINEAL	60
4. DESARROLLO DEL MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC	62
4.1 ESTRUCTURA DEL MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC	62
4.2 CREACIÓN DEL PROGRAMADOR GTP-USB	67
4.3 DISEÑO DE LAS GUÍAS DE APRENDIZAJE	69
4.3.1 Estructura guía de aprendizaje.	69
4.3.2 Actividades Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación (E-A-E) de cada guía de aprendizaje.	77
4.3.3 Evidencias de aprendizaje.	82
4.4 CREACIÓN DEL ENTRENADOR PARA LA ENSEÑANZA DE MICROCONTROLADORES AVANZADOS dsPIC	86
4.4.1 Etapas del entrenador.	89
4.4.2 Diagrama de bloques del entrenador para la enseñanza de microcontroladores avanzados dsPIC.	102

4.5 CREACIÓN DEL ROBOT MÓVIL DIDÁCTICO SEGUIDOR DE LÍNEA	103
4.5.1 Materiales utilizados en el robot móvil didáctico seguidor de línea.	107
4.5.2 Diagrama de bloques del robot móvil didáctico seguidor de línea.	114
4.6 CREACIÓN DEL TUTORIAL PARA EL DESARROLLO DEL MÓDULO AMBIENTADO EN ADOBE FLASH	115
5. CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	120

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cómo se conforma un microcontrolador.	25
Figura 2. Distribución del uso del microcontrolador.	26
Figura 3. Imagen de un DSP.	27
Figura 4. Procesamiento de Señales.	28
Figura 5. Distribución de mercado de los DSP.	29
Figura 6. Cómo se conforma un dsPIC.	30
Figura 7. Relación rendimiento-precio de diferentes dispositivos respecto a los dsPIC.	31
Figura 8. Esquema simplificado de la arquitectura Harvard de los dsPIC30F.	36
Figura 9. Estructura general del espacio de memoria RAM para datos.	37
Figura 10. Mapa del espacio de la memoria de programa.	38
Figura 11. Significado de las letras y dígitos que conforman la nomenclatura de los dsPIC30F.	40
Figura 12. Diagrama de pines dsPIC30F3014.	41
Figura 13. Descripción individual de cada pin.	42
Figura 14. Imagen real de un Display 7 segmentos	47
Figura 15. Diagrama de pines de un Display 7 segmentos	47
Figura 16. Esquema eléctrico de las conexiones internas para ánodo común	48

Figura 17. Esquema eléctrico de las conexiones internas para cátodo común	49
Figura 18. Distribución de un LCD	49
Figura 19. Imagen real de un LCD.	50
Figura 20. Aspecto físico de un LCD.	51
Figura 21. Teclado Matricial 4 x 4.	52
Figura 22. Matriz 4 x 4.	53
Figura 23. Imagen de un Servo-motor.	54
Figura 24. Dimensiones de un Servo-motor.	54
Figura 25. Terminales de un Servo-motor.	55
Figura 26. Diagrama de bits en la comunicación serial.	57
Figura 27. Conector DB9	59
Figura 28. Diagrama de pines de un Potenciómetro	60
Figura 29. Potenciómetro lineal.	61
Figura 30. Estudiantes desarrollando un laboratorio.	63
Figura 31. Diagrama de bloques del módulo de formación en dsPIC	66
Figura 32. Placa base del programador GTP-USB.	67
Figura 33. Estructura del programador GTP-USB.	68
Figura 34. Diseño en Solid Edge del programador.	69
Figura 35. Página de inicio Guía de Aprendizaje.	70
Figura 36. Control del Documento.	71
Figura 37. Presentación.	72

Figura 38. Actividades y estrategias de aprendizaje.	73
Figura 39. Materiales, elementos y equipos requeridos.	74
Figura 40. Estrategia metodológica para el desarrollo de la Guía de Aprendizaje.	75
Figura 41. Apropiación del conocimiento.	76
Figura 42. Instrucciones para el diligenciamiento del cuestionario.	83
Figura 43. Instrumento de Evaluación 1.	84
Figura 44. Instrumento de Evaluación 2.	85
Figura 45. Ejemplo de un entrenador FESTO.	87
Figura 46. Bananas de interconexión FESTO.	88
Figura 47. Entrenador dsPIC.	89
Figura 48. Diseño en EAGLE del Entrenador.	90
Figura 49. Diseño Esquemático del Entrenador.	90
Figura 50. Entrenador dsPIC por Etapas.	91
Figura 51. Tarjeta FUENTE.	91
Figura 52. Tarjeta BASE.	92
Figura 53. Tarjeta LEDS.	93
Figura 54. Tarjeta PULSADORES.	94
Figura 55. Tarjeta DISPLAYS 7 SEGMENTOS.	95
Figura 56. Tarjeta LCD.	96
Figura 57. Tarjeta TECLADO MATRICIAL.	97
Figura 58. Tarjeta SERVO-MOTORES.	98

Figura 59. Tarjeta RS-232.	99
Figura 60. Tarjeta DIP-SWITCH.	100
Figura 61. Tarjeta POT. LINEAL.	101
Figura 62. Tarjeta CRISTAL.	102
Figura 63. Diagrama de bloques del Entrenador.	103
Figura 64. Diseño en EAGLE del Robot Móvil Seguidor de Línea.	104
Figura 65. Estructura del Robot Móvil didáctico.	105
Figura 66. Diseño en Solid Edge del Robot Móvil.	106
Figura 67. Pines del sensor IS471F.	108
Figura 68. Conexión del sensor IS471F.	108
Figura 69. Posición de los sensores en la estructura.	109
Figura 70. Ubicación de los sensores en el Robot Móvil.	110
Figura 71. Pilas recargables.	110
Figura 72. Servo-motor marca Parallax.	111
Figura 73. Vista interior del Robot Móvil.	112
Figura 74. Circuito de Control.	113
Figura 75. Tarjeta de Control.	114
Figura 76. Diagrama de bloques del Robot Móvil.	114
Figura 77. Presentación en Adobe Flash.	115
Figura 78. Presentación en Adobe Flash: Menú de prácticas.	116
Figura 79. Presentación en Adobe Flash: Ejemplo plantilla de prácticas.	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro comparativo entre un Microcontrolador y un DSP	29
Tabla 2. Equivalencia de pines del LCD	51
Tabla 3. Ángulos de posición para un Servo-Motor.	56
Tabla 4. Pines del conector DB9.	59

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. ARTÍCULO DEL PROYECTO	120
ANEXO B. MANUAL DE GUÍAS DE LABORATORIO	121
ANEXO C. SOLUCIONARIO GUÍAS DE LABORATORIO	122

TITULO: CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC TENIENDO COMO BASE LA PEDAGOGÍA EN COMPETENCIAS DESARROLLADA POR EL SENA.

AUTOR(ES): German Enrique Beltrán Castillo
Juan Miguel Castillo Acevedo

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Rodrigo Alberto Acevedo Portilla - SENA

CODIRECTOR(A): Claudia Leonor Rueda Guzmán

RESUMEN

El proyecto consiste en la creación de un prototipo para desarrollar las actividades de enseñanza-aprendizaje-evaluación planteadas con los controladores de señales digitales dsPIC, para fomentar la formación de competencias enfocado en la Tecnología en Automatización, que se brinda de forma gratuita para el sector empresarial; buscando reemplazar el módulo de formación correspondiente al uso de microcontroladores, por esta nueva tecnología de Microchip anteriormente descrita. Para la formación integral de los estudiantes resulta de vital importancia tener una serie de prácticas de laboratorio estructuradas planteadas por medio de guías de aprendizaje según el modelo SENA, así como manuales de usuario ambientados en solid edge y presentaciones en adobe flash con los cuales se pretende facilitar el aprendizaje del alumno desde la teoría hasta la práctica. Al finalizar este módulo de formación el alumno debe estar en capacidad de diseñar, realizar pruebas y buscar soluciones que satisfagan las necesidades requeridas por las empresas implicadas en este proceso.

PALABRAS CLAVES: Entrenador\ Guía de aprendizaje\ Prototipo de prueba\ dsPIC Programador\ Robot Móvil \

TITLE: CREATION AND IMPLEMENTATION OF A MODULE OF FORMATION IN dsPIC TAKING THE PEDAGOGY AS A BASE IN COMPETITIONS DEVELOPED BY THE SENA.

AUTHOR (S): German Enrique Beltrán Castillo
Juan Miguel Castillo Acevedo

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR (A): Rodrigo Alberto Acevedo Portilla - SENA

CODIRECTOR(A): Claudia Leonor Rueda Guzmán

SUMMARY

The project consists in building a prototype to develop the Teaching-Learning-Evaluation raised the dsPIC Digital Signal Controllers to encourage the development of skills focused on Technology in Automation, which provides for free to the industry corporate looking to replace the training module for the use of microcontrollers, this new technology Microchip described above. For the training of students is vital to have a series of structured laboratory practices raised through tutorials on the model SENA, as well as user manuals and set in solid edge presentations to Adobe Flash which is intended facilitate student learning from theory to practice. Upon completion of this training module the student should be able to design, test and find solutions that meet the needs required by companies involved in this process.

KEYWORDS: Trainer } Guide of Learning } Prototype Test } dsPIC } Programmer }
Mobile Robot. }

INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, los microprocesadores, han revolucionado el mundo, siendo estos pilares fundamentales en los avances tecnológicos que han transformado el modo de vida de la humanidad. Para el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, es muy importante actualizar una acción de formación como lo es el curso de microcontroladores, ya que estos son herramientas fundamentales que el estudiante puede utilizar en el momento que se desempeñe en los diferentes campos de la industria, estando así el SENA a la vanguardia de la tecnología mundial.

Con esta propuesta se busca continuar el trabajo realizado por la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, acerca de la implementación de nuevas tecnologías en la pedagogía y su aplicación en las diferentes áreas de trabajo, enfocadas al beneficio de la comunidad y de la empresa santandereana.

Gracias a la gran versatilidad, facilidad de manejo e innumerables aplicaciones que se tienen con los controladores de señales digitales dsPIC, se abre el camino de la implementación de esta tecnología de Microchip, en el módulo de formación sobre microcontroladores referente al diseño e integración de automatismos mecatrónicos y otros cursos ofertados por el SENA, haciendo que el talento humano sea más competitivo, cumpliendo con las necesidades que se requieren en las empresas de nuestro país.

Para la formación integral de los estudiantes resulta de vital importancia tener una serie de prácticas de laboratorio estructuradas, planteadas por medio de guías de aprendizaje según el modelo SENA, así como manuales de usuario,

presentaciones en adobe flash complementadas con diseños en solid edge con los cuales se pretende facilitar el aprendizaje del alumno desde la teoría hasta la práctica.

Este proyecto traerá grandes beneficios a la comunidad tanto regional como nacional, pues siendo el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, un establecimiento público del orden nacional, el cual brinda el servicio de formación profesional integral, busca un mejoramiento en el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías.

Por medio del aprendizaje de los dsPIC se busca preparar al estudiante con el fin que éste pueda resolver problemas en su ámbito laboral cotidiano, utilizando las innumerables aplicaciones que los controladores de señales digitales dsPIC nos brindan.

Como una meta a largo plazo, se espera que gracias al impacto causado y a los resultados favorables esperados en el campo laboral, se fomente la implementación de este módulo en las diferentes regionales del SENA en el país.

El capítulo 1, muestra los objetivos tanto generales como específicos siendo estos el punto de partida de este proyecto pedagógico.

El capítulo 2, da a conocer las pautas y parámetros pedagógicos utilizados en el diseño, desarrollo e implementación del proyecto. También explica los métodos de enseñanza empleados por el SENA, el proceso de preparación del estudiante y la función que cumple la empresa privada en la formación del mismo.

El capítulo 3, muestra un marco teórico con los principales conceptos y términos utilizados para la realización de esta tesis. Este marco teórico contiene fundamentos de los microcontroladores llegando al origen de los dsPIC y sus

características principales, estructura básica y composición. También explica las características y conceptos primordiales de los diferentes dispositivos utilizados en el módulo de formación.

El capítulo 4, enseña paso a paso el desarrollo de la tesis, muestra como se desarrollo cada etapa del proyecto, así como la estructura del módulo de formación en dsPIC, la creación de las diferentes herramientas pedagógicas tales como: el programador GTP-USB, el robot móvil didáctico y el entrenador. También indica cómo se realizó el diseño de las guías de aprendizaje y el tutorial para el desarrollo del módulo ambientado en adobe flash.

En el capítulo 5, se muestran las conclusiones del trabajo realizado. Este capítulo contiene un análisis detallado de los diferentes componentes, herramientas y ayudas didácticas empleadas en el módulo así como su impacto e implementación en el campo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Crear e implementar un módulo de aprendizaje de dsPIC teniendo como base la pedagogía en competencias desarrollada por el SENA.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear una serie de prácticas estructuradas sobre el manejo y aplicaciones de los dsPIC para que el alumno las desarrolle por medio de Guías de Aprendizaje según del modelo SENA
- Diseño y creación de los prototipos de entrenamiento correspondientes a los grupos de prácticas propuestas.
- Generar los manuales de utilización de los prototipos de entrenamiento y del quemador, ambientados en Adobe Flash y Solid Edge.
- Creación de un prototipo de aplicación estándar (robot móvil) así como su campo de pruebas y manuales de utilización.

2. METODOLOGÍA

La preparación y elaboración de este módulo de formación tuvo como parámetros de construcción el método de aprendizaje empleado por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, el cual se basa en la enseñanza por competencias laborales.

La empresa propone cuatro componentes normativos los cuales son: Criterios de desempeño, Conocimientos esenciales, Campos de aplicación y Evidencias requeridas, los cuales el SENA los toma como guía de preparación para cada alumno y por medio de la planeación metodológica de actividades de Enseñanza–Aprendizaje–Evaluación (E–A–E) lleva a cabo el proceso de enseñanza para así suplir las necesidades y exigencias de las empresas con base en la competencia laboral.

Basándonos en el método de enseñanza descrito anteriormente y tomando como referencia los formatos de las Guías de Aprendizaje del modelo SENA, se diseñaron una serie de prácticas estructuradas, por medio de las cuales se espera que el alumno obtenga un conocimiento básico de los dsPIC, además de que este lo reconozca como una herramienta de trabajo avanzada y con un gran número de aplicaciones en el campo laboral.

Las prácticas se plantearon de tal manera que el estudiante comience a adquirir los conocimientos básicos acerca de los dsPIC por medio de herramientas didácticas como lo es un software interactivo en Adobe Flash, así como la familiarización con el software de programación y las pruebas con el programador. Esto con el fin de ir poco a poco avanzando en la complejidad de las prácticas a medida que se adquieren más conocimientos. Buscando la agilidad en el desarrollo de los laboratorios debido al práctico método de enseñanza empleado

por el SENA, se construyó un entrenador y un robot móvil de configuración versátil los cuales ayudará al estudiante a enfocarse en las técnicas de programación y en el análisis de los resultados.

El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, emplea métodos de verificación de conocimientos, los cuales se llevan a cabo por medio de instrumentos de evaluación, por tanto al finalizar cada práctica de laboratorio se verificará que los resultados de cada uno de ellos concuerden con los objetivos planteados al inicio del mismo. Buscando constatar por medio de una práctica final los conocimientos adquiridos durante el módulo de formación, se creó un prototipo de prueba (robot móvil), en el cual el estudiante utilizara su parte creativa y versatilidad como programador.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MICROCONTROLADORES Y DSP: analogías y diferencias

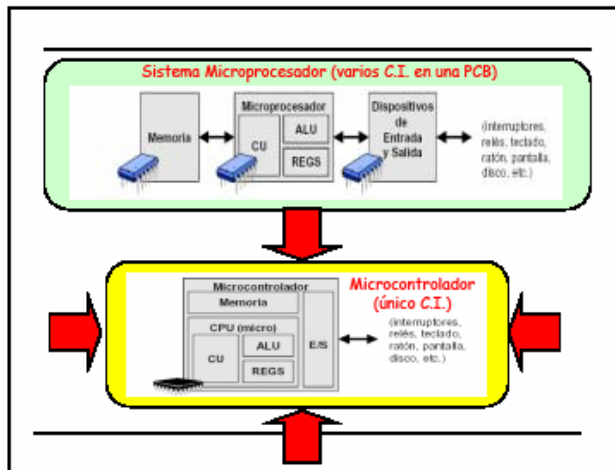
3.1.1 Microcontrolador. Cuando la tecnología permitió implementar sobre un chip todos los componentes necesarios para construir un computador digital junto a recursos complementarios, apareció el microcontrolador. De esta forma se puede definir un microcontrolador como un circuito integrado que contiene un computador digital y ciertos recursos auxiliares.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/EPROM/EEPROM/Flash.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertos serie y paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

En la figura 1 se muestra la conformación de un microcontrolador, basándose en los sistemas microprocesados.

Figura 1. Como se conforma un microcontrolador.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

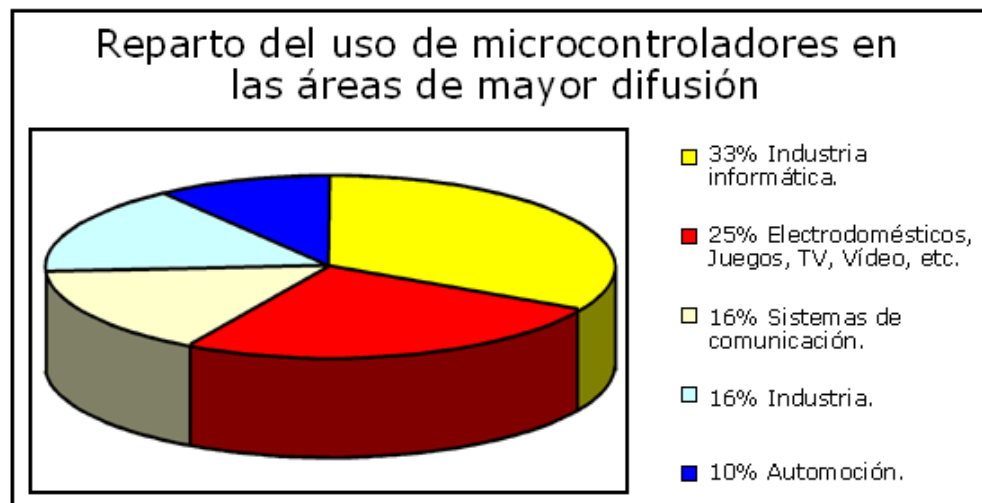
Los microcontroladores se encuentran por todas partes:

- Sistemas de comunicación: En grandes automatismos como centrales y en teléfonos fijos, móviles, fax, etc.
- Electrodomésticos: Lavadoras, hornos, frigoríficos, lavavajillas, batidoras, televisores, vídeos, reproductores DVD, equipos de música, mandos a distancia, consolas, etc.
- Industria informática: Se encuentran en casi todos los periféricos; ratones, teclados, impresoras, escáner, etc.
- Automoción: Climatización, seguridad, ABS, etc.
- Industria: Autómatas, control de procesos, etc.

- Sistemas de supervisión, vigilancia y alarma: ascensores, calefacción, aire acondicionado, alarmas de incendio, robo, etc.
- Otros: Instrumentación, electromedicina, tarjetas (smartcard), sistemas de navegación, etc.

La distribución del uso de los microcontroladores en las áreas de mayor aplicación se observa en la figura 2.

Figura 2. Distribución del uso del microcontrolador.



Fuente: [HTTP://CURSO_PIC_2007](http://CURSO_PIC_2007)

3.1.2 DSP. Las siglas DSP se reducen el término Digital Signal Processing, y como su nombre indica, se trata de Procesadores Digitales de Señales.

El término DSP se aplica a cualquier chip que trabaje con señales representadas de forma digital. En la práctica, el término se refiere a microprocesadores específicamente diseñados para realizar procesamiento digital de señal.

En la figura 3 se muestra la representación del encapsulado de un Procesador de Señales Digitales o DSP.

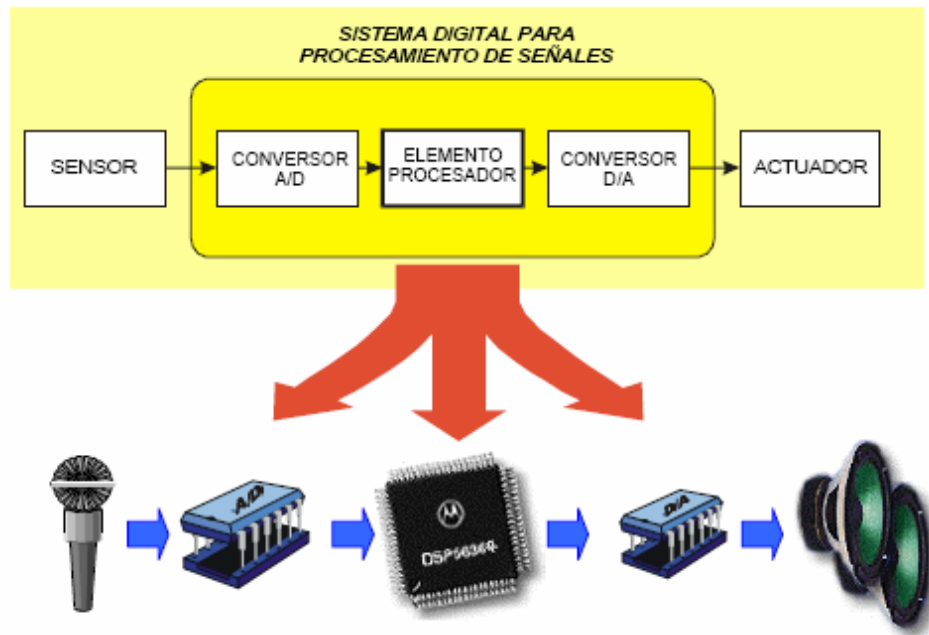
Figura 3. Imagen de un DSP.



Fuente: usuarios.lycos.es/dspmasters/hpbimg/ti-dsp.jpg

Algunas de sus características más básicas como el formato aritmético, la velocidad, la organización de la memoria o la arquitectura interna hacen que sean o no adecuados para una aplicación en particular, un ejemplo de ello es el representado en la figura 4, en la cual se observa el procesamiento de señales en un sistema digital.

Figura 4. Procesamiento de Señales.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

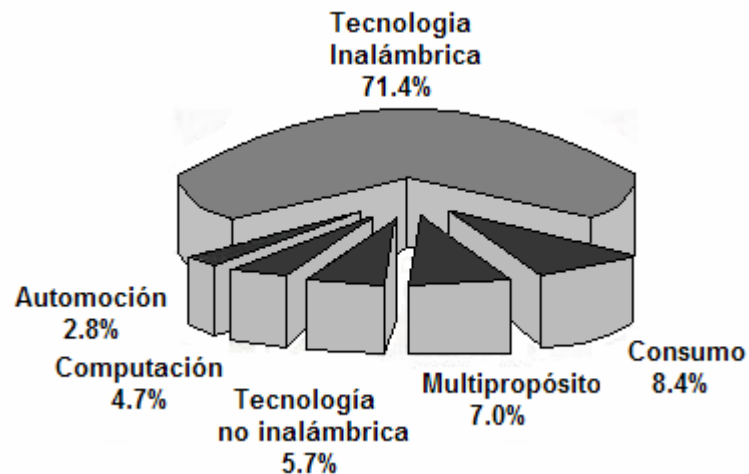
Los DSP son procesadores digitales cuyo diseño ha sido enfocado para soportar las especificaciones del tratamiento de señales.

Son algunas de las áreas típicas de los DSP.

- La telefonía móvil.
- La electromedicina. .
- La robótica
- Las comunicaciones.
- La reproducción y el procesamiento del sonido e imagen.
- Internet.
- El control de motores.
- La instrumentación.

La distribución del uso de los DSP en las áreas de mayor aplicación se observa en la figura 5.

Figura 5. Distribución de mercado de los DSP.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

3.1.3 Cuadro Comparativo. En la tabla 1 se realiza la comparación entre las características más relevantes de un microcontrolador y un DSP.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre un Microcontrolador y un DSP

Microcontrolador	DSP
Set de instrucciones multiciclo	Set de instrucciones de un solo ciclo
Multiplicación multiciclo	Multiplicación de un solo ciclo
Memoria RAM limitada (incorporada)	Memoria RAM grande (incorporada)
8 o 16 bits	16/32 bits coma fija o flotante
Puntero a datos restringido	Gran número de punteros a datos
Ancho de banda y algoritmo limitados	Gran velocidad y algoritmo complejos

Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

3.2 CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES (dsPIC)

3.2.1 Qué Son Los DSPIC. Un dsPIC es un potente controlador que integra de manera compacta las capacidades de control de un microcontrolador (MCU) de 16 bits con las capacidades de computación y rendimiento de un procesador digital de señal (DSP), permitiendo su aplicación en el extraordinario campo del procesamiento de señales analógicas y digitales, la forma como esta conformado se muestra en la figura 6.

Figura 6. Como se conforma un dsPIC.

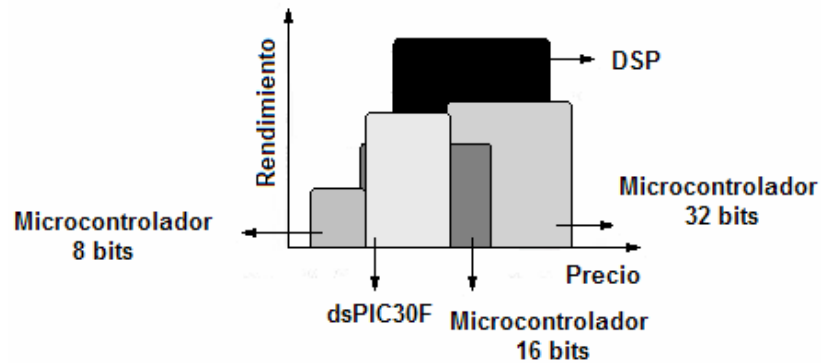


Fuente: www.insem.co.kr/.../user/2006/images/dspic.jpg

Un dsPIC ofrece todo lo que se puede esperar de un microcontrolador: Velocidad, potencia, manejo flexible de interrupciones, un amplio campo de funciones periféricas analógicas y digitales, opciones de reloj, perro guardián, seguridad del código, simulación en tiempo real, etc. Además su precio es similar al de los microcontroladores.

En la figura 7 se muestra la relación rendimiento-precio de diferentes dispositivos encontrados en el mercado de los controladores digitales con respecto al dsPIC30F.

Figura 7. Relación rendimiento-precio de diferentes dispositivos respecto a los dsPIC.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

3.2.2 Características De Los dsPIC

- Rango de funcionamiento
 - Voltaje de alimentación de 2,5 a 5,5 [V].
 - Temperatura: Interna de -40° 85 °C y externa -40° 125 °C.
- CPU de alto rendimiento
 - Núcleo RISC con arquitectura Harvard modificada.
 - Juego de instrucciones optimizado para el lenguaje C.
 - Bus de datos de 16 bits.
 - Bus de instrucciones de 24 bits.
 - Repertorio de 84 instrucciones.
 - Banco de 16 registros de propósito general de 16 bits.
 - Manejo de la pila con software.
 - Operación de multiplicación y acumulación en un ciclo.
 - Registro de desplazamiento de 40 bits

- Controlador de interrupciones
 - Hasta 45 fuentes de interrupciones, 5 externas.
 - 7 niveles de prioridad, programables.
 - 4 excepciones especiales.

- Entradas y salidas digitales
 - Hasta 54 pines programables de E/S digitales.
 - 25 [mA] de consumo por cada pin de E/S.

- Memorias
 - Memoria de programa FLASH de hasta 144 [KB] con 100.000 ciclos de borrado/escritura.
 - Memoria de datos EEPROM de hasta 4 [KB] con 1.000.000 ciclos de borrado/escritura.
 - Memoria de datos SRAM de hasta 8 [KB].

- Manejo del sistema
 - Flexibles opciones para el reloj de trabajo (externo, cristal, resonador, RC interno, totalmente integrado PLL, etc.).
 - Temporizador programable de «Power-up».
 - Temporizador/estabilizador del oscilador «Start-up».
 - Perro guardián con oscilador RC propio.
 - Monitor de fallo de reloj.

- Control de alimentación
 - Conmutación entre fuentes de reloj en tiempo real.
 - Manejo de consumo de los periféricos.
 - Detector programable de voltaje bajo.
 - Reset programable de «Brown-out».

- Modos de bajo consume IDLE y SLEEP.

- Temporizadores, módulos de captura, comparación y PWM
 - Hasta 5 temporizadores de 16 bits, pudiendo concatenar parejas para alcanzar 32 bits y pudiendo trabajar en tiempo real con oscilador externo de 32 [KHz].
 - Módulo de entrada de 8 canales para la captura por flanco ascendente, descendente o ambos.
 - Módulo de salida de comparación hasta 8 canales, en modo simple o doble de 16 bits.
 - Modo PWM de 16 bits.

- Módulos de comunicación
 - Hasta dos módulos SPI de 3 líneas.
 - Interfaz I/O con CODEC.
 - Hasta 2 módulos UART.

- Periféricos para control de motores
 - PWM para control de motores de hasta 8 canales con 4 generadores de «duty-cycle», modo complementario o independiente y tiempos muertos de programación.
 - Módulo de codificación de cuadratura.

- Conversor analógico/digital
 - Módulo conversor A/D de 10 bits y 500 [Ksps], con 2 o 4 muestras simultáneas y hasta 16 canales de entrada. Conversión posible por el modo SLEEP.
 - Módulo conversor A/D de 16 bits y 100 [Ksps] con hasta 16 canales de entrada y conversión posible en modo SLEEP como el anterior.

3.2.3 Familias De dspic. Microchip ha dividido los diferentes modelos de la serie dsPIC30F que fabrica en la actualidad en tres grandes familias caracterizadas por su utilidad final.

- **Familia de dispositivos de propósito general.** La familia de propósito general dsPIC30F es idónea para una amplia gama de aplicaciones embebidas que requieren un MCU de 16-bit. Además, las variantes con interfaces para CODEC están especialmente indicadas para aplicaciones de audio.

- **Familia de dispositivos para control de motores y sistemas de alimentación.** Esta familia reúne a siete controladores dsPIC30F está diseñada para soportar variedad de aplicaciones para control de motores, como motores tipo “*brushless DC*”, motores de inducción monofásicos y trifásicos y motores de reactancia conmutada. Estos productos están también indicados para fuentes de alimentación ininterrumpidas (*UPS*), inversores, fuentes de alimentación conmutadas y corrección del factor de potencia y también para controlar el módulo de gestión de potencia en servidores, equipos de telecomunicaciones y otros equipos industriales.

- **Familia de dispositivos para control de sensores.** La familia de sensores reúne a cuatro controladores dsPIC30F tiene características embebidas diseñadas para soportar aplicaciones de control de bajo coste y altas prestaciones. Los encapsulados de 18 y 28 pines están diseñados para aplicaciones críticas en espacio.

3.2.4 Campos De Aplicación De Los dsPIC. Se han agrupado en seis campos principales las aplicaciones más abundantes y apropiadas para los dsPIC, aunque la realidad amplía este número continuamente.

- Voz y Sonido.
- Automoción.
- Control de motores.
- Control de sensores.
- Regulación y monitorización de sistemas de alimentación.
- Conexión a Internet.

3.2.5 Descripción De La Familia dsPIC30F. El dsPIC30F proporciona un amplio conjunto de instrucciones, que apoya las aplicaciones tradicionales del microcontrolador y una clase de instrucciones, que apoya las aplicaciones intensivas de matemáticas. Debido a que casi toda la funcionalidad del microcontrolador y el conjunto de instrucciones se ha mantenido, este permite un amistoso DSP para los usuarios ya familiarizados con el microcontrolador.

El dsPIC30F contiene un conjunto de 84 instrucciones, que pueden agruparse en diez categorías funcionales. Estas categorías definen la sintaxis, la descripción, almacenamiento y ejecución necesarios para cada instrucción:

- Instrucciones de movimiento.
- Instrucciones de matemáticas.
- Instrucciones de lógica.
- Instrucciones de Rotación/cambio.
- Instrucciones de bit.
- Instrucciones de comparación/salto.
- Instrucciones de programa de flujo.
- Instrucciones de shadow/pila.
- Instrucciones de control.
- Instrucciones DSP.

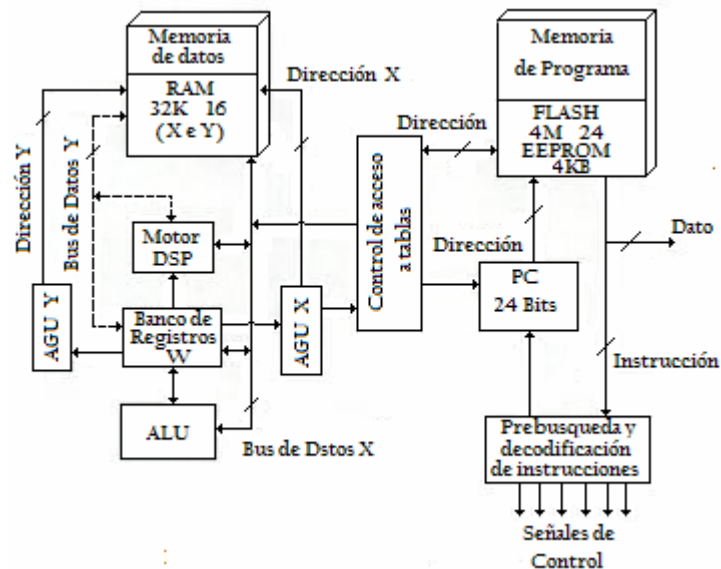
3.3 ARQUITECTURA DE LOS dsPIC30F

Todos los procesadores dsPIC30F incorporan las siguientes características:

- **Arquitectura Harvard** con dos memorias independientes, una para datos y otra para instrucciones.

En la figura 8 se muestra el esquema simplificado de la arquitectura Harvard de los dsPIC30F, el cual está constituido por la memoria de datos, la memoria de programa, la memoria flash, la unidad lógica aritmética (ALU), entre otros.

Figura 8. Esquema simplificado de la arquitectura Harvard de los dsPIC30F.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

- **Procesador RISC** optimizado para repertorio de instrucciones orientado a soportar el lenguaje C.

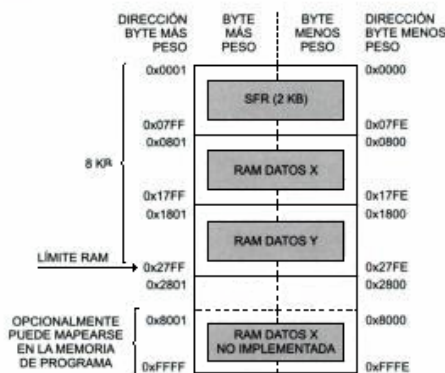
- **Cauce segmentado** del procesador que permite aumentar el rendimiento mediante el paralelismo implícito.
- **Inclusión de recursos propios** de los DSP, entre los que se encuentran el motor DSP que favorece la resolución de las operaciones matemáticas habituales en los algoritmos de procesamiento de señales.

3.3.1 Memoria De Datos. Es una memoria de tipo SRAM que consta de dos posiciones de memoria de 16 bits. Consta de dos espacios, llamados X e Y, a los que pueden acceder independientemente las instrucciones DSP.

Los 2 [KB] iniciales de la RAM están destinados a contener los Registros Especiales (SFR) entre los que se incluyen los de estado, los de control y los que regulan el comportamiento de todos los recursos.

Para la escritura de datos los espacios X e Y se acceden como si se tratase de uno solo, formando un espacio lineal de direcciones. Sin embargo, para la lectura de datos, las instrucciones DSP acceden independientemente a ambos, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Estructura general del espacio de memoria RAM para datos.



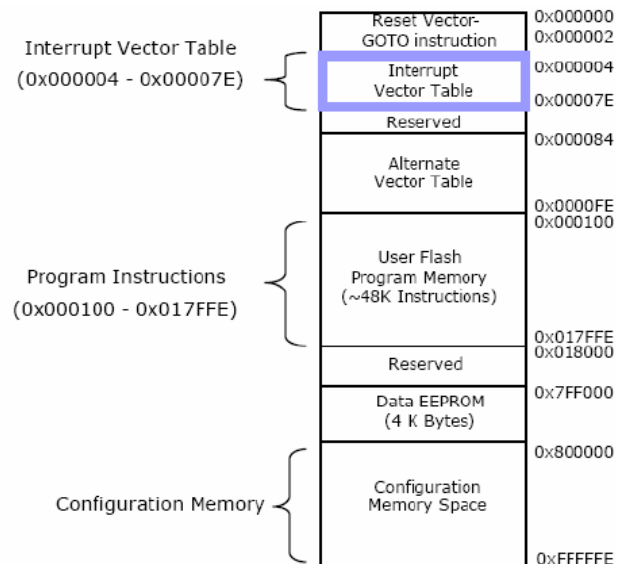
Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

3.3.2 Memoria De Programa. Ocupa un espacio de 4 [MB] posiciones de 24 bits cada una. Dicho espacio se divide en dos partes:

- **Espacio de memoria de usuario.** Contiene el vector Reset, la tabla de vectores de Interrupción junto a su tabla alternativa, la propia memoria FLASH, y finalmente, una zona de memoria EEPROM de datos con una capacidad máxima de 4 [KB].
- **Espacio de memoria de configuración.** Zona que soporta el espacio de configuración en el que se ubican los bits de configuración no volátiles que determinan el comportamiento de los diversos recursos y las posiciones ID del dispositivo.

En la figura 10, se observa la distribución de la memoria de programa en los dispositivos dsPIC30F.

Figura 10. Mapa del espacio de la memoria de programa.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

3.4 RECURSOS AUXILIARES

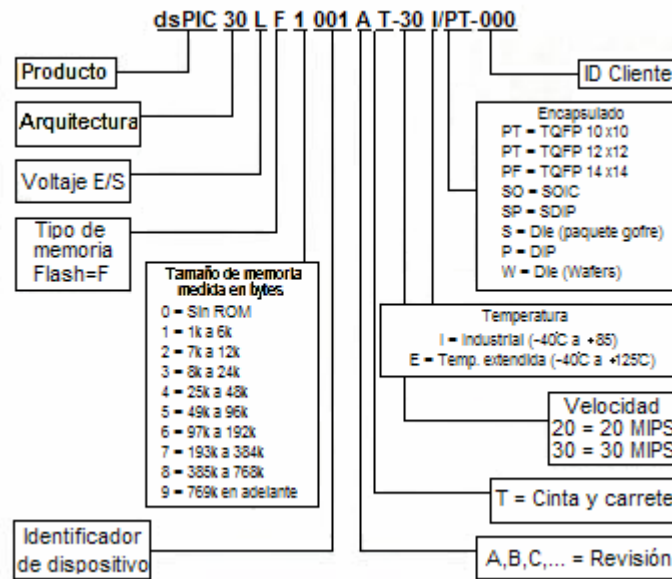
Dependiendo del modelo de dsPIC30Fxxx se dispone de diferentes dispositivos complementarios y que pueden ser los siguientes:

- Temporizadores.
- Conversor A/D de 10 y 12 bits.
- Módulo de Captura de Entrada.
- Módulo de Comparación.
- PWM para el control de motores.
- Módulos de comunicación SPI.
- Módulos de comunicación UART.
- Módulo de interfaz para conversión de datos (DCI) con interfaz CODEC que soporta protocolos I²S y AC97.
- Módulos CAN.
- Soporte para la comunicación I²S.

3.5 SIGNIFICADO DE LAS LETRAS Y DIGITOS EN LA NOMENCLATURA DE LOS DISPOSITIVOS dsPIC30Fxxx.

En la figura 11 se especifican las características de la nomenclatura de los dispositivos dsPIC30Fxxx, tales como el tipo de memoria, arquitectura, tamaño de la memoria, entre otros.

Figura 11. Significado de las letras y dígitos que conforman la nomenclatura de los dsPIC30F.



Fuente: <http://books.google.com.co/books?id=KHJYOgr1KPIC&printsec=frontcover>

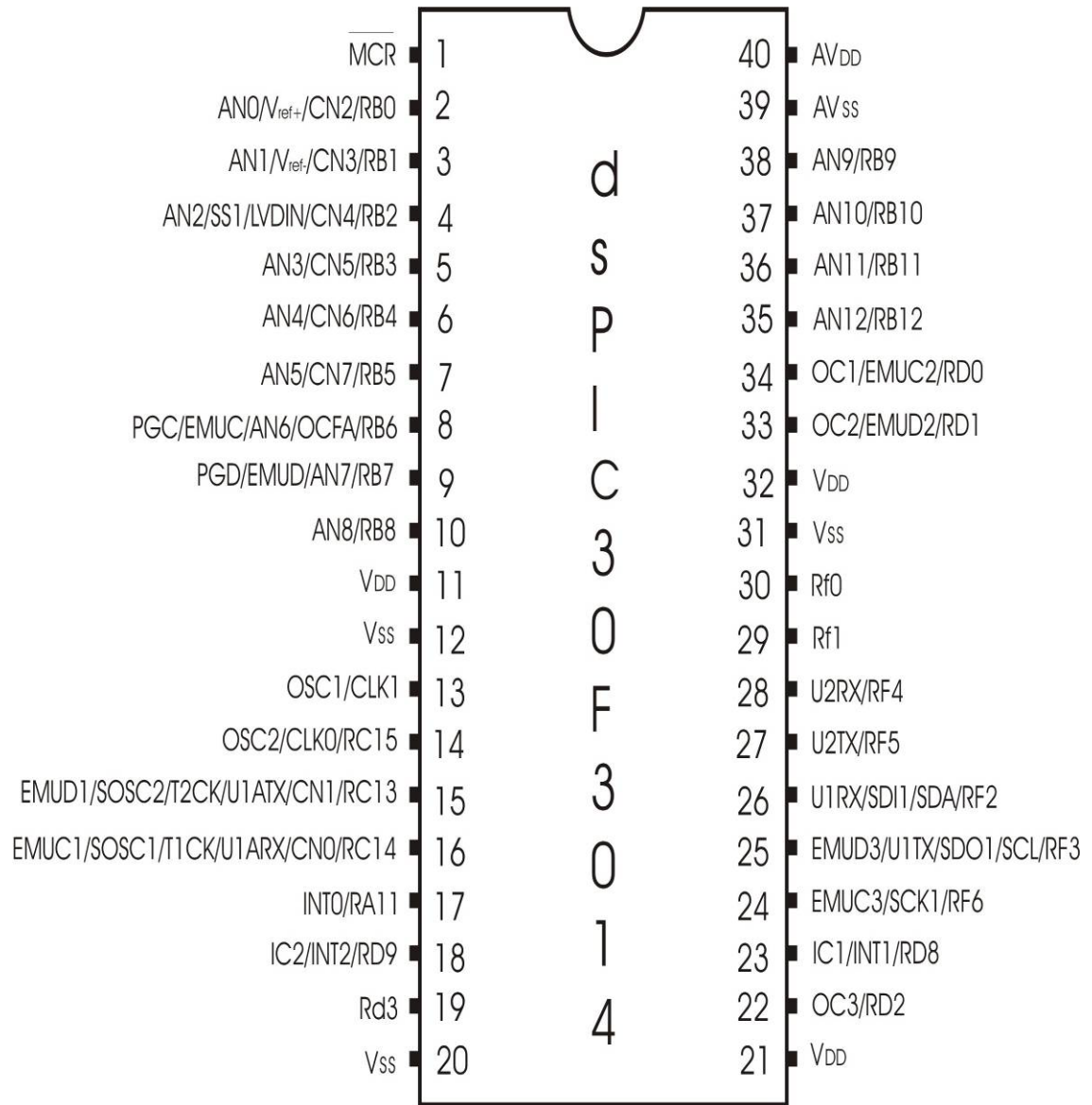
3.6 DIAGRAMA DE CONEXIONADO

El número de puertas y pines de E/S disponibles para un dispositivo dado depende de la variante del mismo, por lo que es posible que para un dispositivo concreto no estén implementados algunos de los registros de control de las puertas que se comentan a continuación.

En el modelo dsPIC30F3014 de 40 pines, se enumeran las puertas más importantes con una breve descripción de su funcionamiento, así como la misión de las señales, como las de la alimentación y de reloj que conforman el dsPIC.

En la figura 12 se muestra el diagrama de pines del dsPIC30F3014.

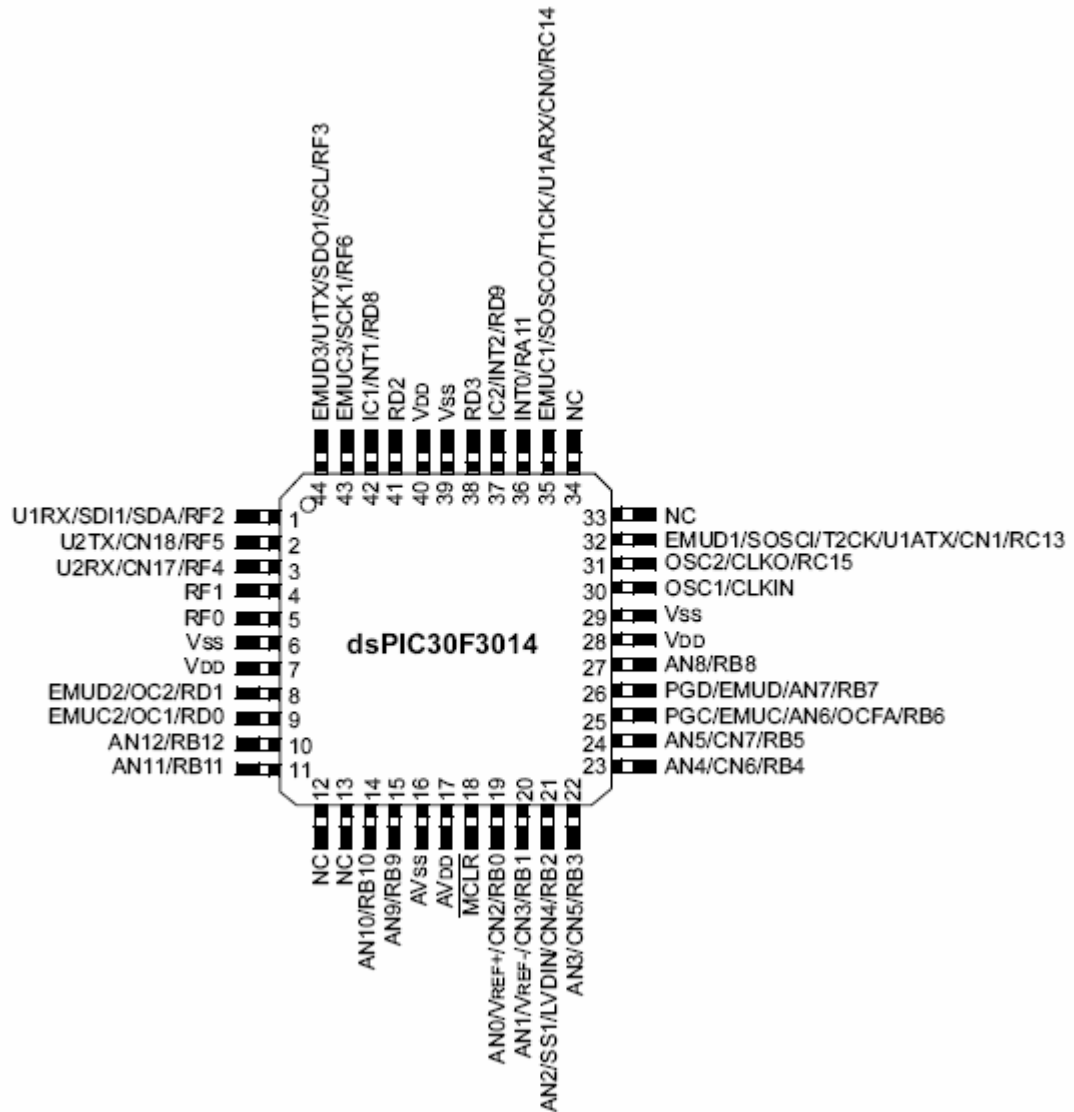
Figura 12. Diagrama de pines dsPIC30F3014.



Fuente: dsPIC30F3014, dsPIC30F4013 Data Sheet

En la figura 13 se realiza una descripción individual de cada pin del dispositivo dsPIC30F3014.

Figura 13. Descripción individual de cada pin.



Fuente: dsPIC30F3014, dsPIC30F4013 Data Sheet

3.6.1 Alimentación.

- **VDD:** Sirve para el suministro de voltaje positivo de alimentación para la lógica y los pines de E/S del dispositivo.

- **VSS:** Se emplea como voltaje de referencia (*GND*) del dispositivo.
- **VREF+:** Voltaje positivo de referencia para señales analógicas.
- **VREF-:** Voltaje negativo de referencia para señales analógicas.
- **AVDD:** Suministro de alimentación positiva para el módulo analógico.
- **AVSS:** Suministro de alimentación negativa para el módulo analógico.
- **LVDIN:** Entrada del detector de voltaje bajo.

3.6.2 Señal de Reset.

- **MCLR#:** Entrada *Master Clear Reset*. Es una línea activa por nivel bajo que produce un Reset del dispositivo.

3.6.3 Señales digitales de E/S.

RAx, RBx, RCx, RDx, RFx (E/S): Son líneas digitales tanto de entrada como salida y se asocian con sus respectivas puertas *PORTA*, *PORTB*, *PORTC*, *PORTD* y *PORTF*.

3.6.4 Señales analógicas de entrada.

- **ANx (E):** Pines por los que se introducen señales analógicas, de las cuales *AN0* y *AN1* se emplean para entrada de datos y aplicaciones de la señal de reloj en la fase de grabación del dispositivo.

3.6.5 Señales de reloj.

- **CLK1 (E):** Entrada de reloj externo siempre asociada con la función del pin *OSC1*.
- **CLK2 (S):** Salida de reloj en los modos RC y EC, que se conectan al resonador del cristal.
- **TXCK (E):** Entrada del reloj externo TimerX.

3.6.6 Señales del Oscilador.

- **OSC1 (E):** Entrada del cristal oscilador.
- **OSC2 (S):** Salida del cristal oscilador conectada al resonador de cristal.
- **SOSCI (E):** Entrada del oscilador de baja potencia.
- **SOSCO (S):** Salida del oscilador de baja potencia.

3.6.7 Señales de notificación de cambio.

- **CNx:** Estas son entradas de notificación de cambio de estado y se pueden programar por software para trabajar con *pull-up*.

3.6.8 Señales de comunicación con la Interfaz Conversora de Datos (ICD).

- **CSCk:** Pin para la entrada/salida del reloj serie de *ICD*.
- **EMUD – EMUD3:** Pin de E/S de datos para el canal *ICD*.
- **EMUC – EMUC3:** Pin de entrada de reloj para el canal *ICD*.

3.6.9 Señales para SPI.

- **SCKx (E/S):** Entrada o salida del reloj síncrono serie para *SPIx*.
- **SDIx (E):** Línea de entrada de datos *SPIx*.
- **SDOx (S):** Línea de salida de datos *SPIx*.
- **SSx (E):** Línea para la sincronización con el esclavo *SPIx*.

3.6.10 Señales para el bus I²C.

- **SCI (E/S):** Línea de entrada y salida del reloj síncrono serie para I²C.
- **SDA (E/S):** Línea de entrada y salida de datos síncrono serie para I²C.

3.6.11 Señales para transmisión UART.

- **U1RX (E):** Receptor del módulo *UART*.
- **U1TX (S):** Transmisor del módulo *UART*.

- **U2RX (E):** Receptor del módulo *UART2*.
- **U2TX (X):** Transmisor del módulo *UART2*.
- **U1ARX (E):** Transmisor del módulo *UART1*.
- **U1ATX (S):** Transmisor del módulo *UART1*.

3.6.12 Señales de Interrupción.

- **INTx (E):** Línea de entrada para petición de las interrupciones.

3.6.13 Señales de captura de la Entrada.

- **ICx (E):** Líneas de entrada que se emplean para la captura de entradas.

3.6.14 Señales de Comparación.

- **OCFA (E):** Línea de entrada que compara la entrada Fallo A.

3.6.15 Señales de Programación del Circuito de Entrada Serie.

- **PGD (E/S):** Línea de entrada/salida de los datos de grabación.
- **PGC (S):** Línea de salida de impulsos de reloj para la programación del circuito.

3.6.16 Características generales de los dsPIC30F3014.

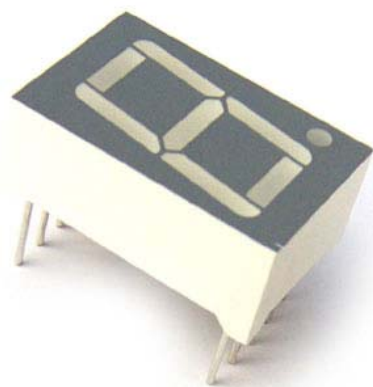
- Arquitectura de 16 bits.
- Memoria flash de 24 [Kbytes].
- Con capacidad de escribir su propia memoria de programa.
- Memoria EEPROM de 1024 [Bytes].
- Memoria RAM de 2048 [Bytes].
- 40 pines.
- 30 Entradas/Salidas.
- Velocidad máxima del CPU de hasta 120 [MHz].

- Velocidad máxima del CPU de hasta 30 [MIPS] (millones de instrucciones por segundo).
- Oscilador interno de 7.37 [MHz]/512 [KHz].
- Convertidor A/D de 13 canales.
- Resolución del A/D de 12 bits.
- Muestreo máximo del A/D de hasta 200 [ksps] (miles de muestreos por segundo).
- Comunicación digital disponible mediante *UART* (2 módulos), *SPI* o *I2C*.
- 3 timers de 16 bits.
- 1 timer de 32 bits.
- 2 canales de PWM para control de motores.
- Rango de operación de 2.5 [V] a 5.5 [V].
- PDIP.

3.7 DISPLAY 7 SEGMENTOS

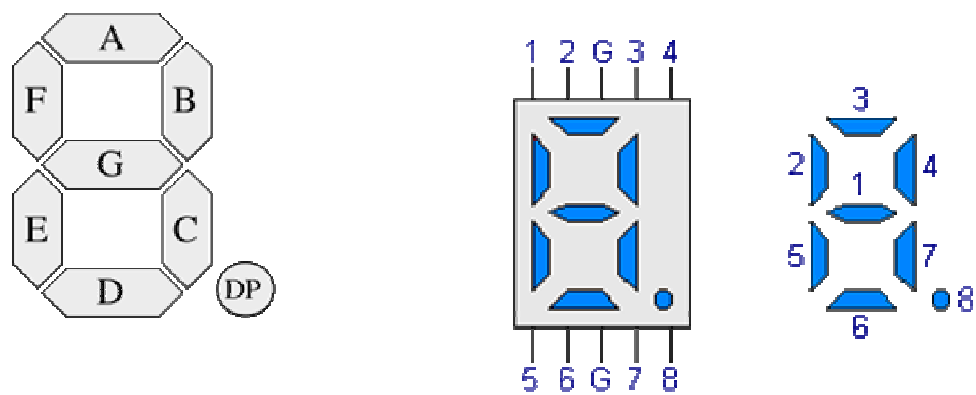
Una de las aplicaciones más populares de los Leds es la de señalización. Quizás la más utilizada sea la de 7 Leds colocadas en forma de ocho tal y como se muestra en las figuras 14 y 15.

Figura 14. Imagen real de un Display 7 segmentos



Fuente: www.robodacta.com.mx/prods/display.jpg

Figura 15. Diagrama de pines de un Display 7 segmentos

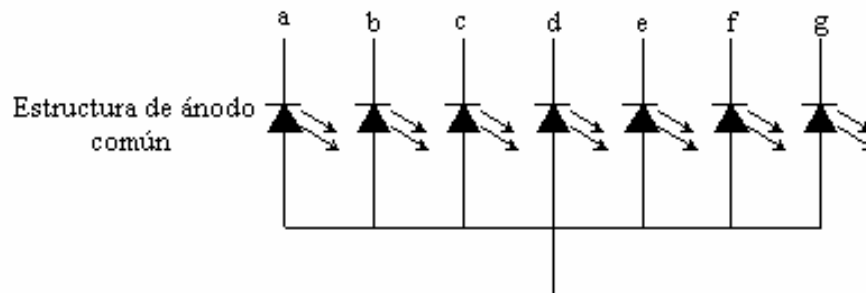


Fuente: http://upload.wikipedia.org/wikipedia/commons/0/02/7_segment_display_labeled.svg

Los hay de dos tipos:

- **Ánodo común:** Todos los ánodos de los leds o segmentos están unidos internamente a un pin común que debe ser conectada a potencial positivo. El encendido de cada segmento individual se realiza aplicando potencial negativo por el pin correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente. (Ver figura 16)

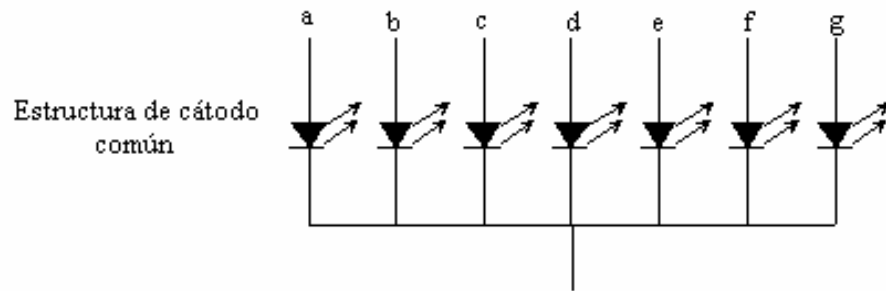
Figura 16. Esquema eléctrico de las conexiones internas para ánodo común



Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_display-7-segmentos.asp

- **Cátodo común:** Todos los ánodos de los leds o segmentos están unidos internamente a un pin común que debe ser conectada a potencial negativo. El encendido de cada segmento individual se realiza aplicando potencial positivo por el pin correspondiente a través de una resistencia que limite el paso de la corriente. (Ver figura 17)

Figura 17. Esquema eléctrico de las conexiones internas para cátodo común



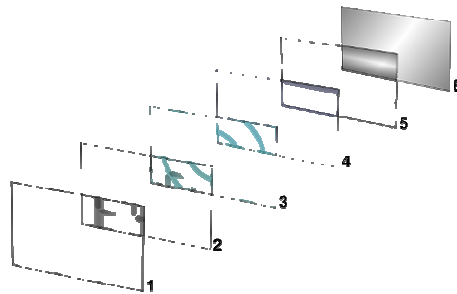
Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_display-7-segmentos.asp

3.8 DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO Ó LCD

Un LCD (acrónimo del inglés *Liquid crystal display*) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en pilas, dispositivos electrónicos, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

En la figura 18 se muestra la distribución de píxeles de un LCD.

Figura 18. Distribución de un LCD



Fuente: http://upload.wikipedia.org/wikipedia/commons/d/dc/LCD_layers.svg

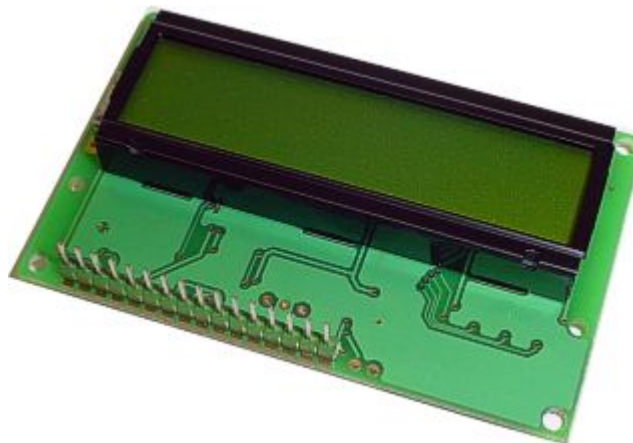
El LCD tiene muy bajo consumo de energía si se lo compara con el display o visualizador alfanumérico y son compatibles con la tecnología CMOS, característica que permite que se utilice en equipos portátiles (ejemplo: los relojes de pulsera, calculadoras, etc.).

3.8.1 Aspecto Físico. El LCD está constituido por un circuito impreso en el que están integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege. En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, $2 \times 16 = 32$ caracteres

A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.

En la figura 19 se muestra la imagen real de un LCD 2x16.

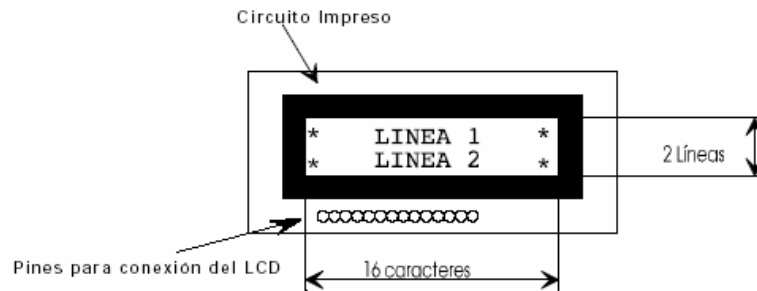
Figura 19. Imagen real de un LCD.



Fuente: electrolabo.com/images/displayLCD.jpg

En la figura 20 se muestra el aspecto físico de un LCD, representado por el número de líneas y caracteres que este tenga.

Figura 20. Aspecto físico de un LCD.



Fuente: www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/110991.html

3.8.2 Pines Del LCD. En la tabla 2 se especifican las equivalencias de cada pin de un LCD.

Tabla 2. Equivalencia de pines del LCD

No. del Pin	Símbolo	Descripción
1	VSS	Alimentación (-)
2	VDD	Alimentación (+)
3	VEE	Voltaje de ajuste de control
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura/Escritura
6	E	Enable
7	D0	Bus de Datos
8	D1	Bus de Datos
9	D2	Bus de Datos
10	D3	Bus de Datos
11	D4	Bus de Datos
12	D5	Bus de Datos
13	D6	Bus de Datos
14	D7	Bus de Datos

Fuente:

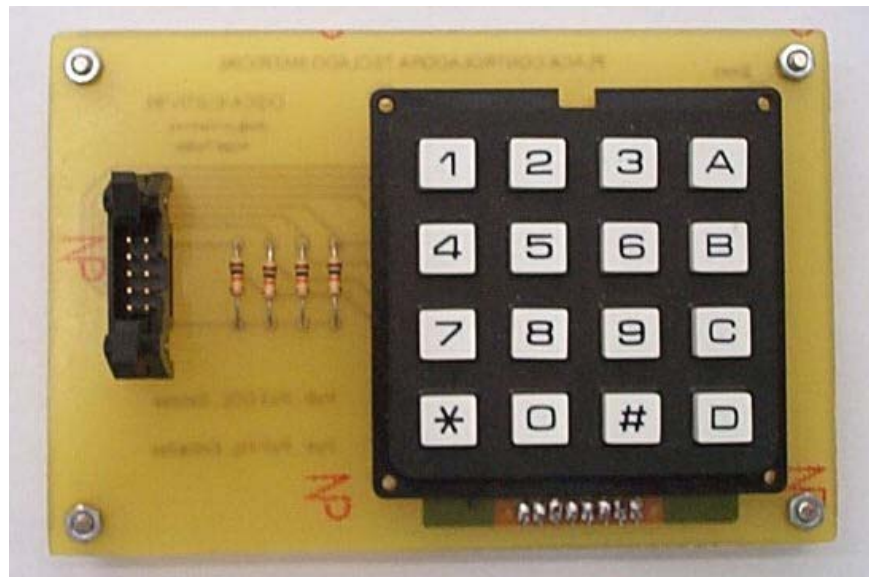
electrolabo.com/images/displayLCD.jpg

3.9 TECLADO MATRICIAL

Un teclado matricial es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado matricial 4×4 solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un dsPIC.

En la figura 21 se muestra la placa base de un teclado matricial 4x4.

Figura 21. Teclado Matricial 4 x 4.

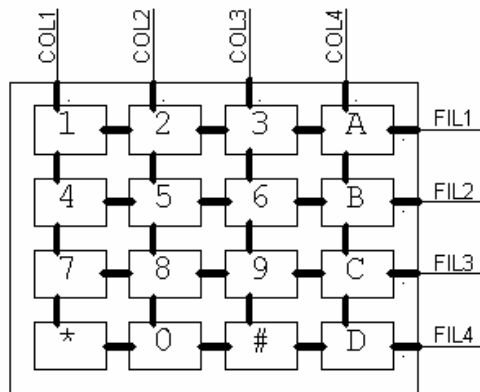


Fuente: <http://www.disca.upv.es/aperles/web51/modulos/teclado/index.html>

3.9.1 Funcionamiento. Para que el teclado funcione hay que activar las columnas de manera alternada, después de activar una de las columnas hay que verificar si se ha activado alguna de las filas, el que una de las filas esté activada implica que una de las teclas ha sido presionada y si una de las teclas ha sido presionada hay que determinar qué tecla fue, la tecla presionada corresponde a la intersección de la columna activada y la fila activada, en el caso de que ninguna

de las filas esté activa se asume que ninguna tecla de la columna activada fue presionada, por lo que se procede a activar una columna diferente. Esto se resume en la figura 22, en donde se observa la matriz 4x4.

Figura 22. Matriz 4 x 4.



Fuente: http://www.garcia-cuervo.com/picmania.garcia-cuervo.net/Proyectos_ANALOG_KEYBOARD.php

3.10 SERVO-MOTOR

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor de corriente continua, que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición.

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radiocontrol y en robótica, pero su uso no está limitado a estos. Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.

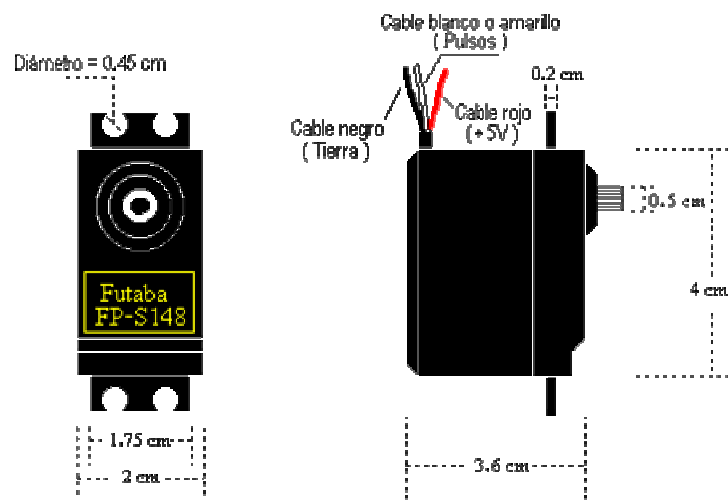
En las figuras 23 y 24 se muestran algunas características generales del servomotor.

Figura 23. Imagen de un Servo-motor.



Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Servomotor_01.jpg

Figura 24. Dimensiones de un Servo-motor.



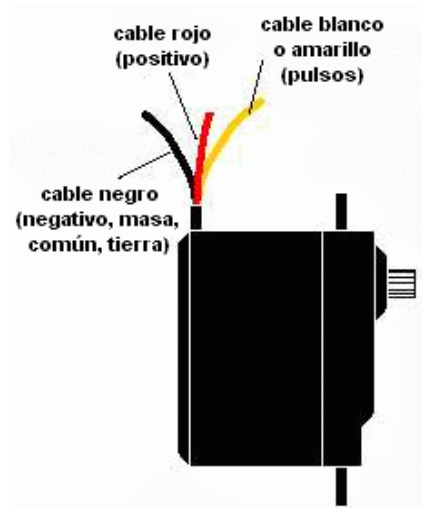
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>

3.10.1 Terminales. Los servomotores tienen 3 terminales:

- Terminal positivo: Recibe la alimentación del motor (4 a 8 voltios)
- Terminal negativo: Referencia tierra del motor (0 voltios)
- Entrada de señal: Recibe la señal de control del motor

Los terminales de un servo-motor se pueden observar en la figura 25.

Figura 25. Terminales de un Servo-motor.



Fuente: http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_conector.htm

3.10.2 Tabla De Ángulos De Posición. En la tabla 3 se representan los diferentes valores de Ton de acuerdo al ángulo de posición deseado.

Tabla 3. Ángulos de posición para un Servo-Motor.

T_{ON}	θ
2,4 [mS]	90°
2,3 [mS]	80°
2,2 [mS]	70°
2,1 [mS]	60°
2,0 [mS]	50°
1,9 [mS]	40°
1,8 [mS]	30°
1,7 [mS]	20°
1,6 [mS]	10°
1,5 [mS]	0°
1,4 [mS]	-10°
1,3 [mS]	-20°
1,2 [mS]	-30°
1,1 [mS]	-40°
1,0 [mS]	-50°
0,9 [mS]	-60°
0,8 [mS]	-70°
0,7 [mS]	-80°
0,6 [mS]	-90°

Fuente: Autores.

3.11 COMUNICACIÓN SERIAL ASÍNCRONA

La comunicación serial es un protocolo muy común para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora.

Ya que el término asíncrono significa sin reloj, ambos equipos el transmisor y el receptor deberán tener bases de tiempos iguales. Típicamente, los datos enviados o recibidos son de 7 u 8 bits pero el conjunto de bits transmitidos es superior, pues se incluye el bit de arranque (que le indica al receptor que a continuación vendrá una serie de bits que corresponden al dato), un bit de paridad (opcional para el control de errores) y uno o dos bits de parada (que indican que ha finalizado la transmisión).

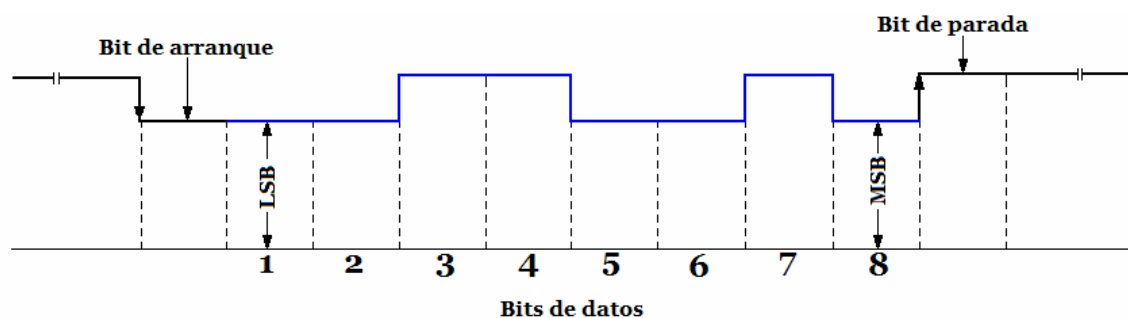
Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión:

- Tierra (o referencia)
- Transmitir
- Recibir.

Debido a que la transmisión es asíncrona, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra.

En la figura 26 se muestra el diagrama de bits en la comunicación serial, indicando sus componentes.

Figura 26. Diagrama de bits en la comunicación serial.



Fuente: Autores

- **Bits de datos.** Se refiere a la cantidad de bits en la transmisión. Cuando la computadora envía un paquete de información, el tamaño de ese paquete no necesariamente será de 8 bits. Las cantidades más comunes de bits por paquete son 5, 7 y 8 bits. El número de bits que se envía depende en el tipo de información que se transfiere.
- **Bits de parada.** Usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1, 1.5 o 2 bits. Debido a la manera como se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y que cada dispositivo tiene su propio reloj, es posible que los dos dispositivos no estén sincronizados. Por lo tanto, los bits de parada no sólo indican el fin de la transmisión sino además dan un margen de tolerancia para esa diferencia de los relojes. Mientras más bits de parada se usen, mayor será la tolerancia a la sincronía de los relojes, sin embargo la transmisión será más lenta.
- **Bit de paridad.** Es una forma sencilla de verificar si hay errores en la transmisión serial. Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. La opción de no usar paridad alguna también está disponible.

3.12 CONECTOR DB9

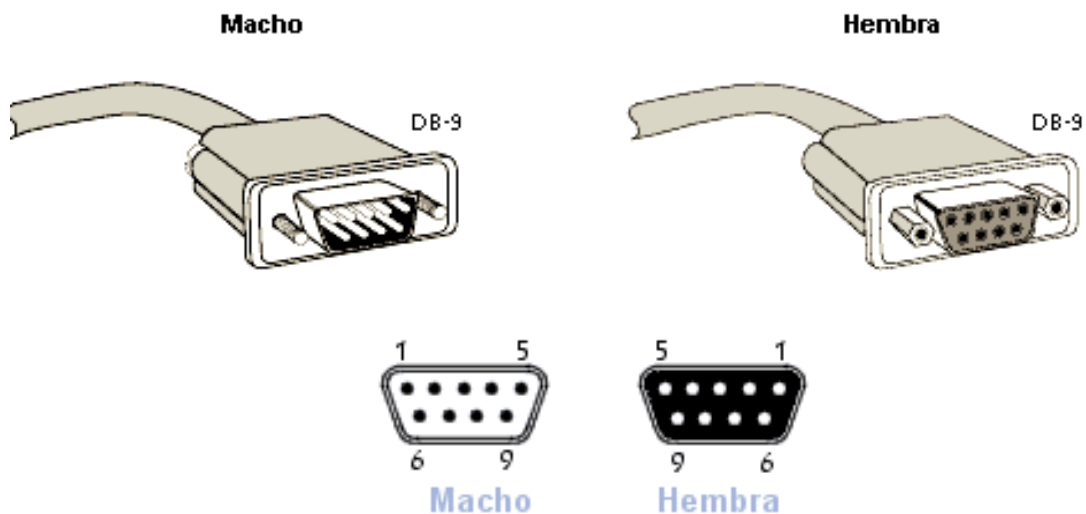
El conector DB9 se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232.

El número que aparece detrás de las iniciales DB, (acrónimo de *Data Bus* "Bus de Datos"), indica el número de líneas "cables" dentro del conector. Por ejemplo, un conector DB-9 acepta hasta nueve líneas separadas, cada una de las cuales puede conectarse a una clavija del conector. No todas las clavijas (en especial en los conectores grandes) tienen asignada una función, por lo que suelen no

utilizarse. Los conectores de bus de datos más comunes son el DB-9, DB-15, DB-19, DB-25, DB-37 y DB-50.

En la figura 27 se muestra el conector DB9, diferenciando sus pines de conexión.

Figura 27. Conector DB9



Fuente: <http://es.kioskea.net/elec/connecteur-prise-db9.php3>

En la tabla 4, se muestra la descripción de cada pin de conexión del conector DB9.

Tabla 4. Pines del conector DB9.

Número de clavija	Nombre
1	CD: Detector de transmisión
2	RXD: Recibir datos
3	TXD: Transmitir datos
4	DTR: Terminal de datos lista
5	GND: Señal de tierra

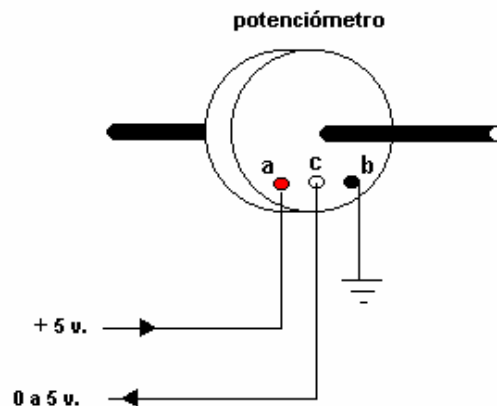
6	DSR: Ajuste de datos listo
7	RTS: Permiso para transmitir
8	CTS: Listo para enviar
9	RI: Indicador de llamada

Fuente: <http://es.kioskea.net/elec/connecteur-prise-db9.php3>

3.13 POTENCIÓMETRO LINEAL

Un potenciómetro es un resistor al que le puede variar el valor de su resistencia. De esta manera, indirectamente se puede controlar la intensidad de corriente que hay por una línea si se conecta en serie, o la diferencia de potencial de hacerlo en paralelo, en la figura 28 se muestra el diagrama de pines de un potenciómetro.

Figura 28. Diagrama de pines de un Potenciómetro



Fuente:

<http://www.superpbenavides.com/catalogo/componentes%20pasivos/potenciometros/Rotativos%20Carbon.pdf>

- **Potenciómetros lineales.** La resistencia es proporcional al ángulo de giro, en la figura 29 se muestra la imagen de un potenciómetro lineal.

Figura 29. Potenciómetro lineal.



Fuente: <http://www.electan.com/catalog/potenciometro-lineal-100k-ohmios-p-427.html>

4. DESARROLLO DEL MÓDULO DE FORMACIÓN EN DSPIC

4.1 ESTRUCTURA DEL MÓDULO DE FORMACIÓN EN dsPIC

El aprendiz SENA al iniciar este módulo se encontrará con unos pasos a seguir los cuales lo llevarán a la familiarización, aprendizaje y aplicación de los Controladores Digitales de Señales dsPIC. Ellos deberán pasar por las diferentes etapas las cuales conforman el módulo de formación en dsPIC.

El módulo se creó de tal manera que cada uno de los ítem que lo conforman cumplan su papel fundamental en la preparación del estudiante, siendo así cada uno parte vital de este proceso; viéndolo desde el punto que estos forman una secuencia coordinada, siendo cada etapa complemento de las otras, lo cual indica que el estudiante debe emplear de forma rigurosa cada una de las herramientas del módulo para obtener el resultado final que es el aprendizaje y aplicación de los dsPIC.

En la figura 30 se observan a los estudiantes realizando una práctica de Laboratorio. (ver figura Pág. Siguiente)

Figura 30. Estudiantes desarrollando un laboratorio.



Las Guías de Aprendizaje son el principal manual del estudiante, en estas se le indica al alumno que pasos deben seguir para desarrollar una práctica de laboratorio, tomando en cuenta que dichas guías están coordinadas con cada una de las herramientas que conforman el módulo. Estas están diseñadas de tal manera que el estudiante se familiarice rápidamente con la experiencia, enlazando la teoría adquirida con la práctica, es decir aplicando los conocimientos adquiridos en situaciones reales.

Al principio del módulo el instructor dará una introducción por medio de la cual se le da a conocer al estudiante la importancia de esta herramienta y la forma de

utilización y aplicación en el ámbito laboral, con el fin de motivar al estudiante a la investigación de los dsPIC.

En este punto del programa el estudiante ya está familiarizado con la pedagogía que emplea el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, por tanto sabe que al inicio de cada Guía de Aprendizaje ellos deberán adquirir el conocimiento del tema a tratar por medio de sus propias fuentes de investigación, por tanto es de vital importancia el tutorial interactivo en flash, ya que este contiene la información necesaria para la adquisición de los diferentes conocimientos los cuales le permitirán al estudiante desarrollar la Guía de Aprendizaje.

El tutorial interactivo elaborado en flash se puede asociar con la idea de un profesor virtual, este fue desarrollado tomando como base la pedagogía de enseñanza-aprendizaje-evaluación (E-A-E) del SENA, brindando al estudiante información básica acerca de cómo debe emplear las diferentes herramientas del módulo y conceptos acerca de los dsPIC.

La enseñanza en el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se caracteriza por estar enfocada a que el estudiante adquiera y afiance sus conocimientos directamente en el campo de desarrollo práctico convirtiendo así aulas en laboratorios, por tanto el entrenador dsPIC es un pilar fundamental en la preparación del alumno, simulando aplicaciones reales a pequeña escala con los dsPIC, apoyados por el tutorial didáctico, textos guías y demás herramientas que conforman este módulo.

En el tutorial en flash no solo encontramos información sobre el manejo y aplicaciones de los dsPIC, también encontramos manuales los cuales permiten aprender a utilizar y a conocer el programador GTP-USB, el entrenador, el prototipo de pruebas (robot móvil) y los diferentes software que se utilizan en el manejo de los dsPIC, como MPLAB y el WinPic.

El programador GTP-USB brinda una gran versatilidad al estudiante, permitiendo programar dsPIC, Pícs convencionales y diferentes tipos de memorias.

Al cumplir con la totalidad de los objetivos planteados en las Guías de Aprendizaje y teniendo la aprobación del instructor, el alumno debe desarrollar un proyecto final en el cual se empleen las diferentes técnicas de programación desarrolladas en el transcurso del módulo y en donde se muestren las habilidades adquiridas como programador.

El SENA emplea este proyecto final para recoger evidencias de aprendizaje como parte vital para la aprobación del módulo de formación. El estudiante deberá poner en marcha su proyecto y sustentarlo a los diferentes instructores que hacen parte del equipo de trabajo que conforman ese ciclo de aprendizaje.

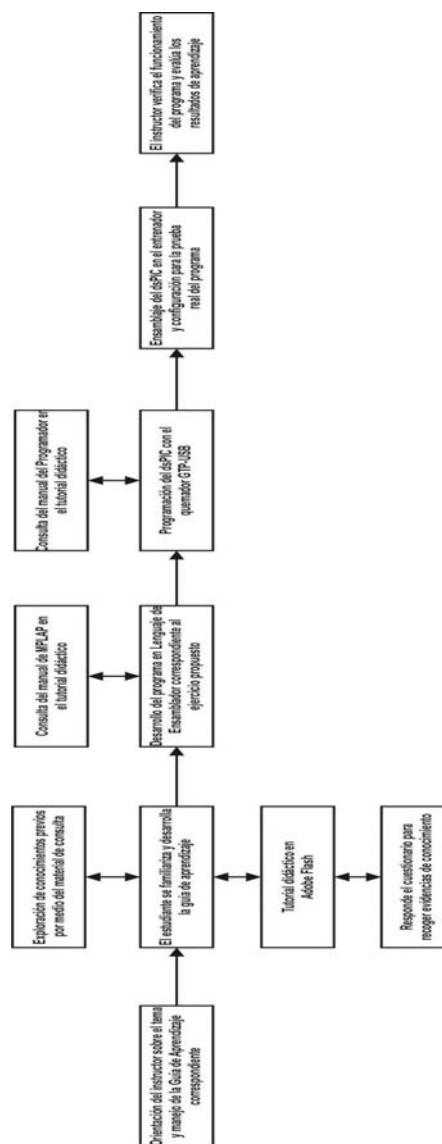
En la búsqueda de estandarizar un proyecto final en donde se tenga la misma finalidad pero códigos diferentes, el cual permita a todos los estudiantes probar su programa fuente y al instructor calificar la habilidad adquirida del estudiante como programador. Se desarrolló un prototipo de alta complejidad en la programación, además de gran versatilidad el cual permita al instructor indicar que tipo de configuración deberá emplear cada estudiante con el fin de que la elaboración de sus programas fuera diferente.

Con la creación del carro seguidor de línea (robot móvil) como proyecto final del módulo, el estudiante no esté obligado a utilizar siempre el mismo tipo de conexión: puertos dsPIC – sensores, puertos dsPIC – servomotores, teniendo disponibles varios puertos por si se desean agregar elementos adicionales al robot móvil como aumentar el número de sensores, pinza entre otras aplicaciones. Esto gracias a la carcasa del robot ya que se presta por su simplicidad de estructura para esto. Este prototipo de proyecto final no siempre va a hacer el mismo ya que solo se implementará en este proceso de formación. En cualquier momento el

estudiante podrá proponer nuevos desafíos los cuales sirvan como proyecto final de comprobación de aprendizaje del módulo eso si con el aval respectivo de los instructores.

El diagrama de bloques general del módulo de formación en dsPIC se puede observar en la figura 31.

Figura 31. Diagrama de bloques del módulo de formación en dsPIC



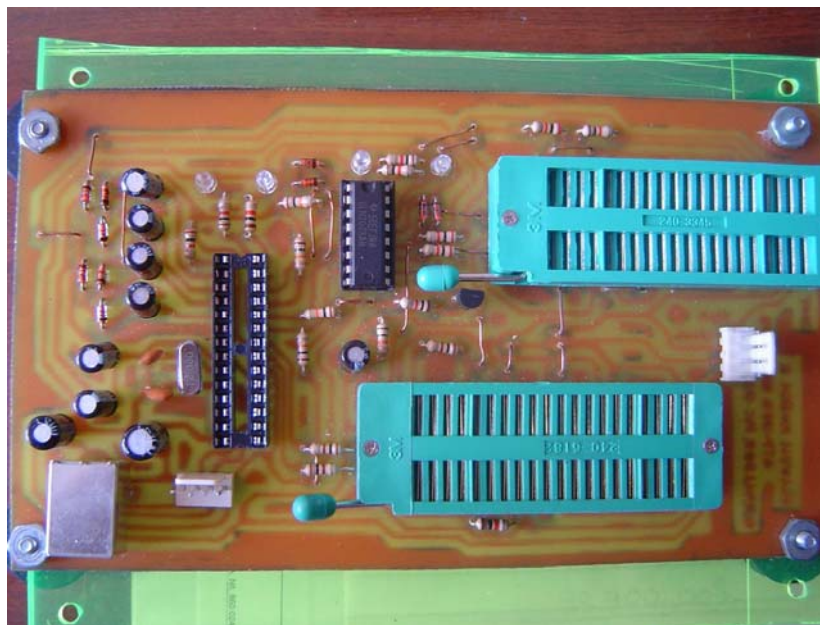
4.2 CREACIÓN DEL PROGRAMADOR GTP-USB

Con el propósito de brindarle al estudiante algunas herramientas necesarias, se desarrolló un prototipo de programador, el cual le permite ensamblar sus programas de aplicación propuestos en cada Guía de Aprendizaje de este módulo en sus dsPICs. No obstante esta herramienta de gran versatilidad les ayuda programar otros tipos de dispositivos como PICs convencionales, memorias entre otros.

El diseño de la placa base (circuito impreso) fue desarrollado por nuestra codirectora, la Ingeniera Claudia Leonor Rueda Guzmán; el ensamblaje y adaptación pedagógica, así como el enfoque que se le dio a esta herramienta es de nuestra autoría.

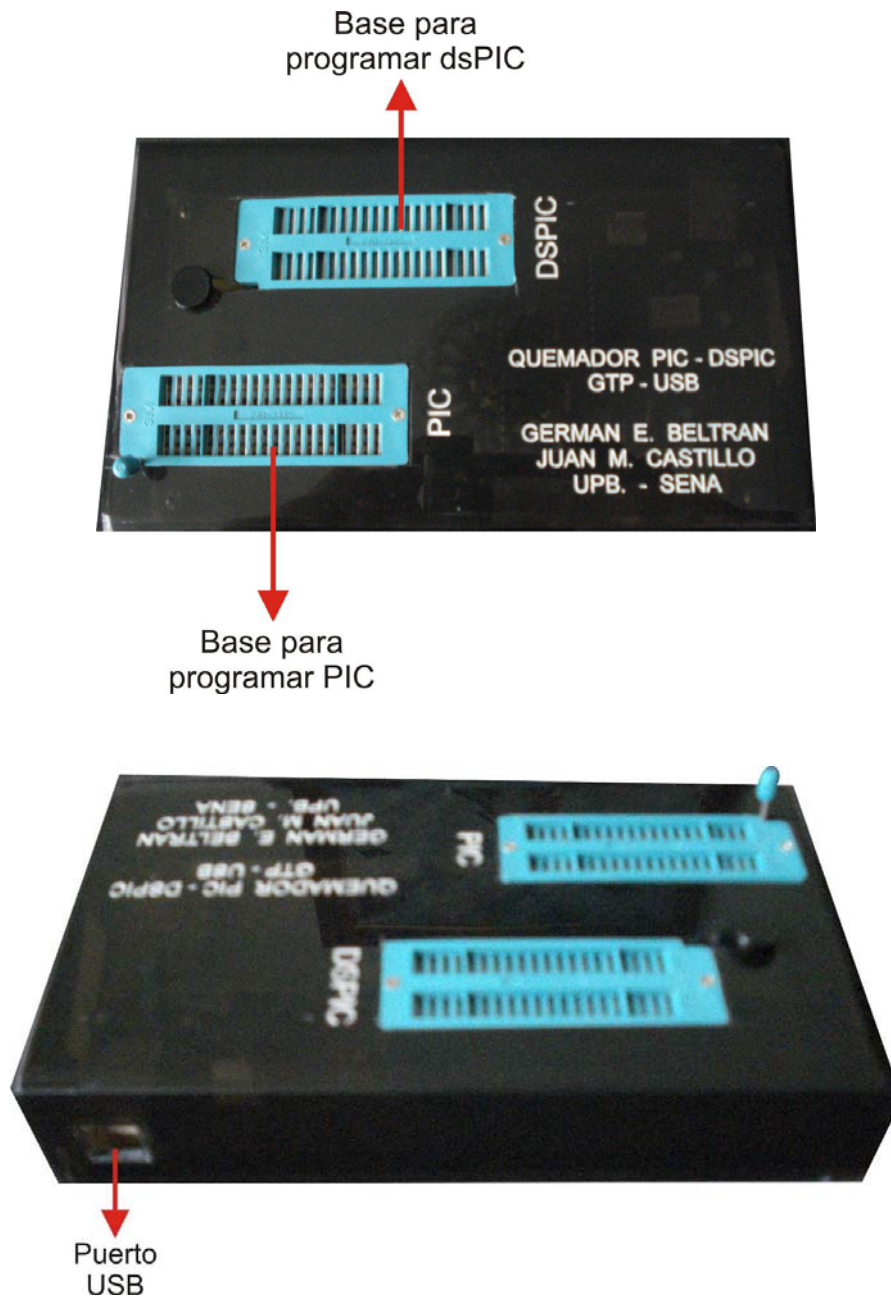
En la figura 32 se muestra la placa base del Programador GTP-USB.

Figura 32. Placa base del programador GTP-USB.



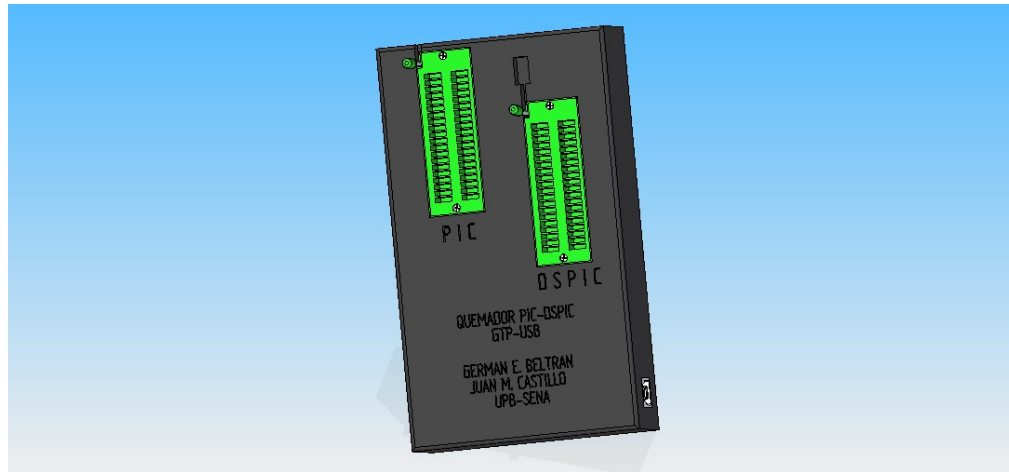
En la figura 33 se pueden observar las partes que conforman el Programador GTP-USB.

Figura 33. Estructura del programador GTP-USB.



Por medio del diseño en Solid Edge del Programador GTP-USB se tiene una idea más clara de sus dimensiones y partes, como se muestra en la figura 34.

Figura 34. Diseño en Solid Edge del programador.



4.3 DISEÑO DE LAS GUÍAS DE APRENDIZAJE

El modelo de enseñanza utilizado por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, emplea para el desarrollo de sus laboratorios, Guías de Aprendizaje estructuradas las cuales se realizan según los estándares pedagógicos del SENA, de esta manera se cumple el ciclo de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación (E-A-E), por tanto su correcto planteamiento es de vital importancia, siendo éstas los pilares fundamentales para el aprendizaje práctico del estudiante.

4.3.1 Estructura Guía de Aprendizaje. Desde la figura 35 a la figura 41, se presentan las partes que conforman una Guía de Aprendizaje según el modelo de formación empleado por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.

Figura 35. Página de inicio Guía de Aprendizaje.

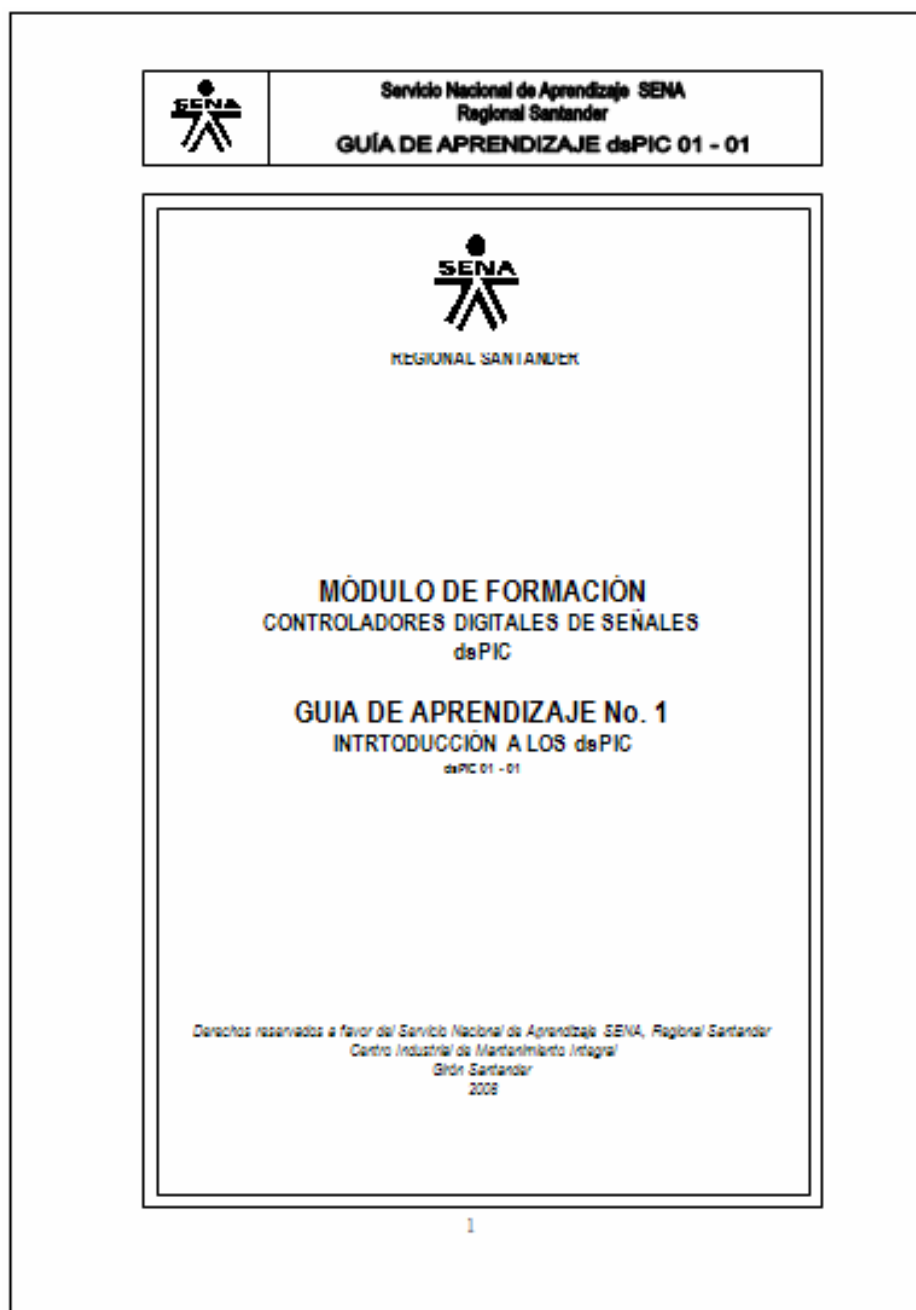


Figura 36. Control del Documento.

	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Santander GUÍA DE APRENDIZAJE dsPIC 01 - 01
---	---



REGIONAL SANTANDER

CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre y Apellidos
Equipo de Trabajo	German Enrique Beltrán Castillo Juan Miguel Castillo Acevedo
Asesoría Metodológica	
Revisión Pedagógica	

Derechos reservados a favor del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Santander
 Centro Industrial de Mantenimiento Integral
 Bón Santander
 2008

2

Figura 37. Presentación.

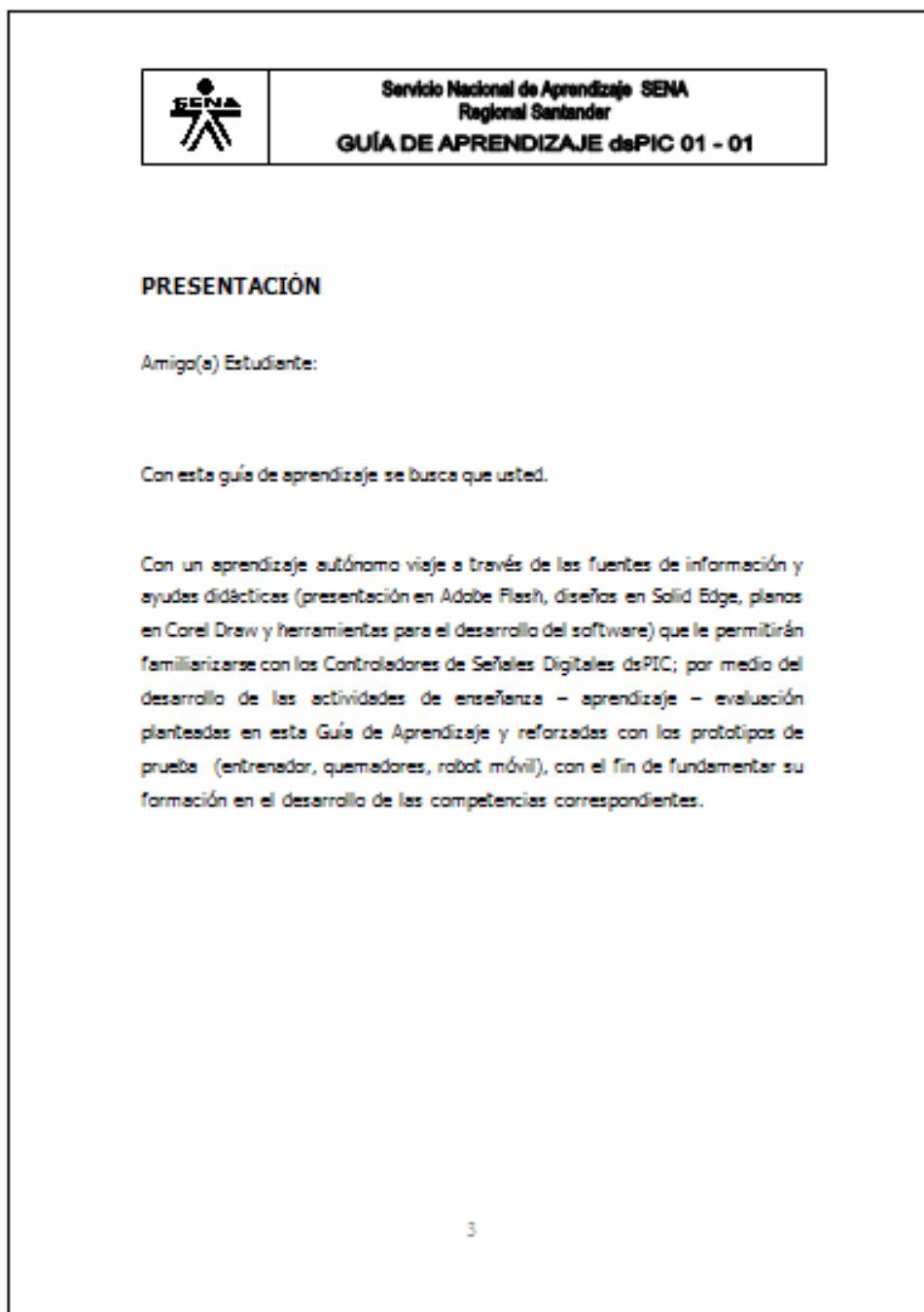


Figura 38. Actividades y estrategias de aprendizaje.

	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Santander GUÍA DE APRENDIZAJE dsPIC 01 - 01
MÓDULO DE FORMACIÓN: Controladores Digitales de Señales dsPIC. UNIDAD DE APRENDIZAJE: Inducción a los Controladores de Señales Digitales dsPIC. ACTIVIDAD E – A – E: Familiarizarse con el uso de los Controladores Digitales de Señales dsPIC. RESULTADOS DE APRENDIZAJE: Identificar las diferentes etapas del entrenador. Conocer la historia de los dsPIC. Establecer las diferencias entre un microcontrolador y un DSP. Poner en práctica las características de funcionamiento de los dsPIC. Entender el campo de acción de los dsPIC30F. DURACIÓN: 6 HORAS CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Diseñar un informe en donde se recopilen los principales conceptos acerca de los temas expuestos. Desarrollar el cuestionario correspondiente a la guía de aprendizaje No. 1 EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE: De desempeño: Elaborar un informe acerca de la presentación vista en Adobe Flash, donde se resalten los aspectos más importantes de los temas expuestos. De conocimiento: Responder el cuestionario sobre la Introducción a los Controladores de Señales Digitales dsPIC.	

Figura 39. Materiales, elementos y equipos requeridos.

	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Santander GUÍA DE APRENDIZAJE dsPIC 01 - 01
--	--

MATERIALES, ELEMENTOS Y EQUIPOS REQUERIDOS:
MEDIOS DIDÁCTICOS Y RECURSOS EDUCATIVOS

Recursos Didácticos

- > Entrenador.
- > Quemador GTB – USB PLUS.
- > dsPIC30F3014

Ayudas Didácticas

- > Presentación en Adobe Flash.
- > Diseños en Solid Edge.

Equipos Audiovisuales

- > Computador.

Medios Impresos

- > Microcontroladores Avanzados dsPIC.

MATERIAL DE CONSULTA

- > Microcontroladores Avanzados dsPIC.
- > Manual de Microchip para dsPIC.

5

Figura 40. Estrategia metodológica para el desarrollo de la Guía de Aprendizaje.

	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Santander GUÍA DE APRENDIZAJE dsPIC 01 - 01
---	---

1. Estrategias Metodológicas para el desarrollo de la Guía de Aprendizaje.

Apreciado estudiante:

1.1 Exploración de aprendizajes previos:

Para introducirnos en el mundo de los Controladores Digitales de Señales dsPIC, es necesario tener conocimientos básicos acerca de microcontroladores, Procesadores de Señales Digitales DSP y electrónica. Este objetivo se alcanza teniendo claridad sobre sus elementos constitutivos; responda el siguiente cuestionario:

➤ ¿Qué es un microcontrolador?

➤ ¿Qué es un Procesador de Señales Digitales DSP?

➤ ¿Qué es un Controlador Digital de Señales dsPIC?

➤ ¿De los siguientes fabricantes, con cuáles de ellos ha trabajado?

☐ MOTOROLA	☐ PHILLIPS	☐ INTEL
☐ ATMEL	☐ MICROCHIP	

➤ ¿Ha trabajado o conoce aplicaciones en las que se utilicen los Procesadores de Señales Digitales dsPIC, en cuales?

6

Figura 41. Apropiación del conocimiento.

	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Regional Santander GUÍA DE APRENDIZAJE dsPIC 01 - 01
---	--

1.2 Apropiación del conocimiento:

Afianzamiento del aprendizaje:

Después de consultar el material presentado en Adobe Flash acerca de la Guía de Aprendizaje No.1, el manual de Microchip y el texto guía, responda el cuestionario DSC – 01 – 01 sobre conceptos básicos de los Controladores Digitales de Señales dsPIC.

Realice el informe de acuerdo al documento "Estrategias para el aprendizaje autónomo" en lo relativo a su concepto, características, clases y etapas para su realización y su estructura global.

2. Aplicación del conocimiento:

Identifique las diferentes etapas del entrenador.

Establezca las diferencias entre microcontrolador y DSP.

Elabore un cuadro en donde se aprecie la arquitectura interna de un dsPIC.

Elabore un cuadro el cual resuma las características más relevantes de los dsPIC.

De acuerdo al diverso campo de aplicación de los dsPIC, con cual de estos se ve usted más identificado y por que.

Elabore una comparación entre la memoria de programa y la memoria de datos de un dsPIC30F.

7

4.3.2 Actividades Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación (E-A-E) de cada Guía de Aprendizaje.

➤ Guía No. 1: Introducción a los dsPIC.

Elementos de Competencia:

- Identificar las diferentes etapas del entrenador.
- Conocer la historia de los dsPIC.
- Establecer las diferencias entre un microcontrolador y un DSP.
- Poner en práctica las características de funcionamiento de los dsPIC
- Entender el campo de acción de los dsPIC30F.

➤ Guía No. 2: Herramientas para el desarrollo del Software y Hardware de programación.

Elementos de Competencia:

- Conocer el entorno de trabajo de MPLAB
- Identificar los diferentes pasos para realizar el proceso de programación del dsPIC, por medio del software WinPic.
- Entender el funcionamiento del programador GTP – USB, junto con su software.
- Familiarizarse con los registros del programador.
- Poner en práctica las instrucciones básicas de programación de los dsPIC30F.

➤ **Guía No. 3: Temporizadores.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Identificar las características más relevantes de los registros asociados a los Temporizadores.
- Conocer y aplicar las instrucciones más comunes utilizadas en la programación de los dsPIC30F3014.
- Familiarizarse con el uso del dispositivo dsPIC30F3014, conociendo y aplicando sus características más relevantes.
- Tener claridad en el momento de realizar los cálculos pertinentes para obtener un retardo, ya sea por Bucles o por Timers.
- Analizar el primer programa de muestra.

➤ **Guía No. 4: Transición de Estados.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Afianzarse en el uso de los diferentes tipos de Temporizadores
- Conocer y aplicar las instrucciones más comunes utilizadas en la programación de los dsPIC30F3014.
- Tener claridad con los conceptos de paralelismo, así como con la utilidad de los procesos en paralelo.
- Familiarizarse con los diagramas de transición de estados y sus componentes.

- Identificar la utilidad de los registros auxiliares como el registro indicador de estados.
- Analizar el segundo programa de muestra.

➤ **Guía No. 5: Display 7 Segmentos.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Familiarizarse con las diferentes fuentes de interrupciones.
- Identificar las características más relevantes de los registros de control asociados a las interrupciones.
- Conocer y entender el proceso de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente los bits de estado para el nivel de prioridad de las interrupciones.
- Diferenciar los dos tipos de displays 7 segmentos.
- Analizar el tercer programa de muestra.

➤ **Guía No. 6: LCD.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Familiarizarse con el uso del código ASCII.

- Identificar las partes de un LCD, su tamaño y las características de su aspecto físico.
- Aplicar los conceptos de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento del LCD.
- Diferenciar los pines del Displays de Cristal Líquido (LCD).
- Analizar el cuarto programa de muestra.

➤ **Guía No. 7: Teclado Matricial.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Aplicar los conceptos de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento del LCD.
- Manejar el concepto de tabla de retorno condicional.
- Conocer los pines del Teclado Matricial 4x4.
- Analizar el quinto programa de muestra.

➤ **Guía No. 8: Servo-Motor.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.

- Aplicar los conceptos de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento de una interrupción.
- Entender las características de funcionamiento, estructura interna y terminales de un servo-motor.
- Comprobar los valores de los ángulos de posición del servo-motor.
- Usar el concepto de multiplicador de frecuencia.
- Analizar el sexto programa de muestra.

➤ **Guía No. 9: Comunicación Serial.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Aplicar los conceptos de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento de una interrupción.
- Conocer las características de funcionamiento, estructura interna y terminales de un conector DB9.
- Entender el funcionamiento del módulo para la comunicación serial asíncrona UART, así como los registros de control y estado del mismo.
- Analizar el séptimo programa de muestra.

➤ **Guía No. 10: Conversor Análogo/Digital.**

Elementos de Competencia:

- Verificar el uso del entrenador.
- Verificar el uso del programador GTP-USB.
- Aplicar los conceptos de ejecución de una interrupción.
- Manipular correctamente las instrucciones de direccionamiento de una interrupción.
- Conocer las características más relevantes de los registros de control del módulo análogo-digital.
- Entender el funcionamiento de cada una de las etapas presentes en la conversión de señales analógicas a señales digitales.
- Tener claridad en los pasos a seguir para configurar una conversión A/D.
- Identificar las variables presentes en la ecuación del Tiempo de Conversión.
- Analizar el octavo programa de muestra.

4.3.3 Evidencias de Aprendizaje. Cada Guía de Aprendizaje viene con un cuestionario el cual sirve para recoger evidencias de aprendizaje para así cumplir con el proceso de evaluación, teniendo diferentes instrumentos para ello, como por ejemplo, listas de chequeo, informes, investigaciones. Esto se puede observar en las figuras 42 a la 44.

Figura 42. Instrucciones para el diligenciamiento del cuestionario.



**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO INTEGRAL
GIRÓN SANTANDER**

**CUESTIONARIO PARA RECOGER EVIDENCIAS DE CONOCIMIENTO
SOBRE LA INTRODUCCIÓN A LOS dsPIC.**

DSC - 01 - 01

1. INSTRUCCIONES PARA EL DILIGENCIAMIENTO

Señor Alumno:

Este cuestionario ha sido elaborado con el fin de recoger evidencias de su conocimiento relacionado con los temas expuestos sobre Introducción a los dsPIC. Tenga confianza en sus conocimientos, los cuales ha adquirido durante todos los años de experiencia en la realización de las labores.

Usted debe:

- Analizar en forma serena y tranquila cada pregunta.
- Si hay una palabra o expresión que le sea desconocida, favor solicitar orientación.
- Contestar todas las preguntas.

DATOS GENERALES

ESTRUCTURA CURRICULAR:
MODULO DE FORMACIÓN: Controladores Digitales de Señales dsPIC.
UNIDAD DE APRENDIZAJE: Inducción a los Controladores Digitales de Señales dsPIC.
ACTIVIDAD E – A – E: Familiarizarse con el uso de los Controladores Digitales de Señales dsPIC.
CRITERIO DE EVALUACIÓN: Identifica, clasifica y aplica la información técnica del dsPIC.

Nombre del Alumno en Formación: _____

Centro de Formación: _____

Regional: _____

Nombre del Instructor-facilitador: RODRIGO ALBERTO ACEVEDO PORTILLA

5

Figura 43. Instrumento de Evaluación 1.

2. CUESTIONARIO

Teniendo en cuenta sus conocimientos de los elementos más representativos en la introducción a los Controladores Digitales de Señales dsPIC, resuelva el siguiente cuestionario:

1) Diga si son verdaderas o falsas las siguientes definiciones:

- a. Un circuito integrado monolítico está conformado por cientos de miles de transistores. (V) (F)
- b. Los DSP nacieron después que los dsPIC hayan sido desarrollados durante años. (V) (F)
- c. Los DSP surgieron para resolver algoritmos en el procesamiento de señales analógicas. (V) (F)
- d. El dsPIC30F tiene arquitectura Harvard con procesador RISC. (V) (F)
- e. La serie dsPIC30F está dividida en cuatro familias caracterizadas por su utilidad final. (V) (F)
- f. Un dsPIC es un controlador conformado por las características de un DSP y un microcontrolador. (V) (F)

2) Complete los ítems:

a. Los principales campos de aplicación de un dsPIC son:

- I. _____
- II. _____
- III. _____
- IV. _____
- V. _____
- VI. _____

b. Enumere tres características de los dsPIC:

- I. _____
- II. _____
- III. _____

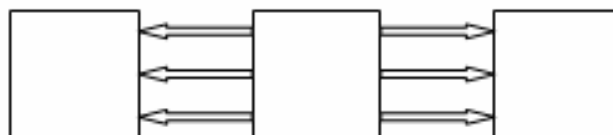
c. Nombre las tres grandes familias de la serie dsPIC30F

- I. _____
- II. _____
- III. _____

9

Figura 44. Instrumento de Evaluación 2.

3) Complete la arquitectura Harvard.



4) Realice el apareamiento respectivo sobre los tipos de memorias analizadas:

- Se graba eléctricamente con un programador controlado por un PC, pero su borrado es mucho más sencillo, ya que también es eléctrico. No se pueden conseguir grandes capacidades y su tiempo de escritura y su consumo es elevado.
- Memoria de acceso aleatorio estática. Tipo de memoria RAM. La palabra "estática" indica que estas memorias retienen su contenido el tiempo que reciben energía.
- Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero que suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. Son recomendables aplicaciones en las que es necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto. Por sus mejores prestaciones, está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones.
- En este tipo de memoria se almacenan todas las instrucciones del programa de control. Como éste siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente.
- Es una memoria de tipo SRAM que consta de dos posiciones de memoria de 16 bits. Consta de dos espacios, llamados X e Y, a los que pueden acceder independientemente las instrucciones DSP, mientras que las típicas de los microcontroladores.

☐ Memoria de Datos ☐ Memoria FLASH ☐ Memoria EEPROM
☐ Memoria SRAM ☐ Memoria de Programa

Instructor Facilitador

Alumno en formación

Ciudad y fecha: _____

4.4 CREACIÓN DEL ENTRENADOR PARA LA ENSEÑANZA DE MICROCONTROLADORES AVANZADOS dsPIC

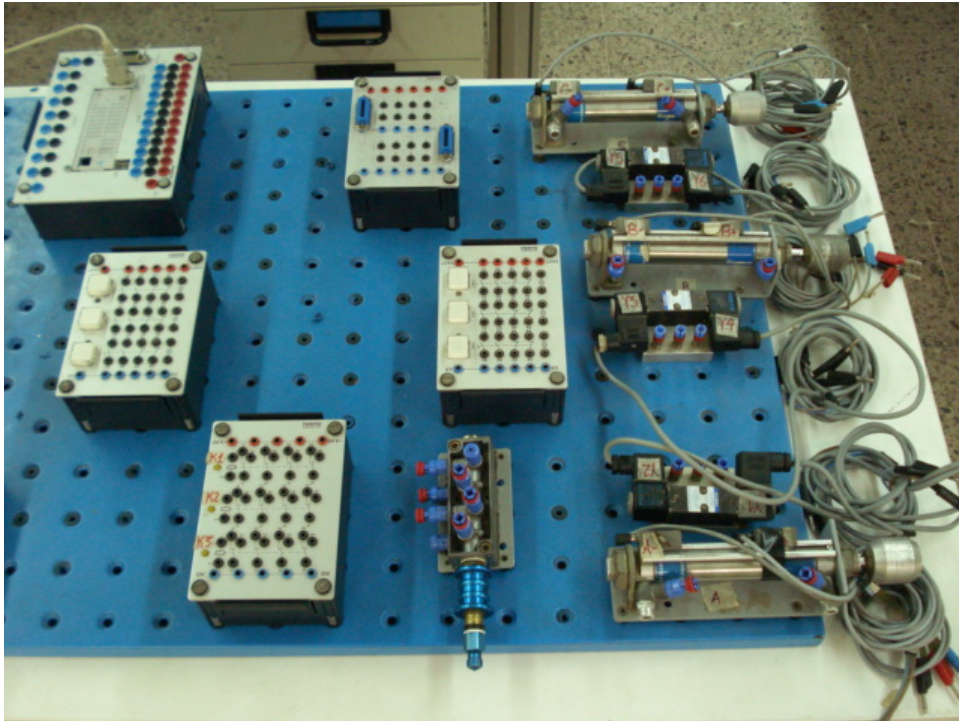
El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, emplea métodos de enseñanza los cuáles se orientan en el prácticismo y sencillez a la hora de la ejecución de los laboratorios, enfocándose solo en la enseñanza experimental del módulo que se esté desarrollando en ese momento. Por ejemplo si se está trabajando en la parte práctica de los dsPIC, no se justifica perder tiempo de ese laboratorio en montajes electrónicos los cuáles pertenecen a módulos pasados, ya que este es único y exclusivamente de aprendizaje de programación con los dsPIC.

El SENA es una institución que se caracteriza por brindar a las personas en general la posibilidad de adquirir o mejorar los conocimientos técnicos requeridos para el mejoramiento de la competitividad de las empresas.

Con el fin de crear un entrenador que permita al estudiante familiarizarse fácilmente, se tomó como referencia los diferentes prototipos de enseñanza, la mayoría adquiridos a FESTO; estos tiene como principio fundamental la versatilidad de configuración del hardware en el momento del ensamblaje del programa, lo cual permite que el docente pueda exigir diferentes secuencias de programación en una sola práctica.

La figura 45 muestra un entrenador FESTO, empleado en los laboratorios del SENA.

Figura 45. Ejemplo de un entrenador FESTO.

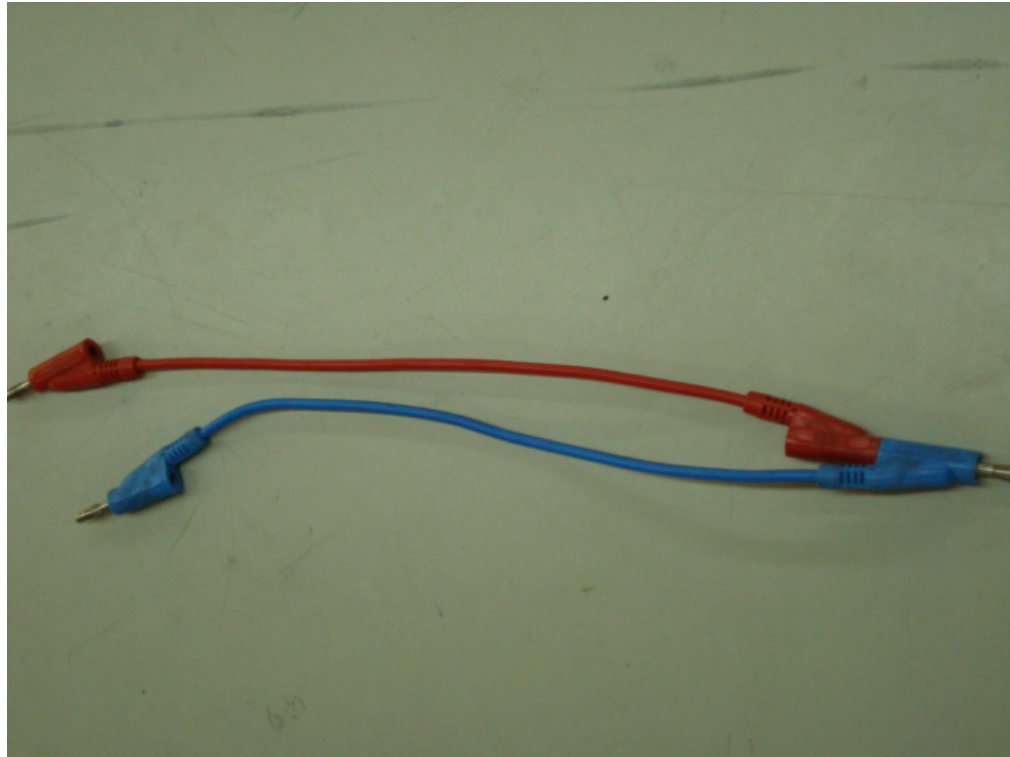


Por ello se creó un entrenador para que el estudiantes pruebe sus programas ya ensamblados en los dsPICs, de esta manera el docente puede evaluar la misma Unidad de Aprendizaje en los diferentes grupos de trabajo, los cuales la llevarán a cabo de diferentes formas llegando al cumplimiento de la misma.

El diseño del entrenador se basó fundamentalmente en las Guías de Aprendizaje creadas para este módulo. Los módulos de FESTO cuentan con unas bananas las cuales permiten la interconexión de las diferentes etapas de sus entrenadores. Queriendo estandarizar el método de desarrollo de laboratorio del SENA también se utilizaron estas bananas para la interconexión del entrenador dsPIC.

En la figura 46 se pueden ver las bananas de conexión FESTO, utilizadas en los laboratorios del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.

Figura 46. Bananas de interconexión FESTO.

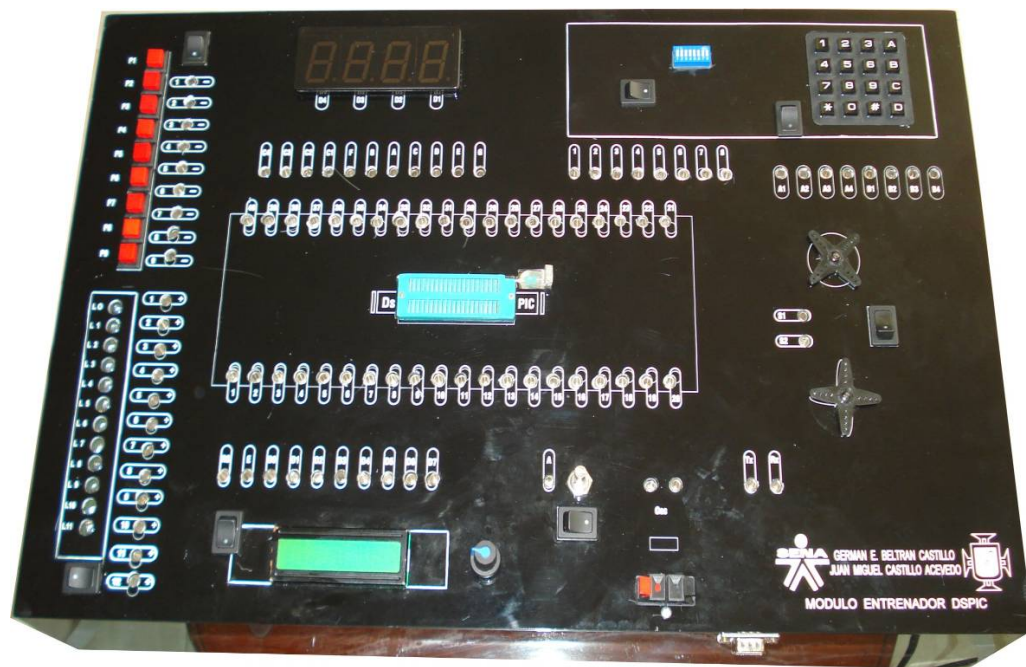


Finalmente, el resultado obtenido, es un entrenador para la enseñanza de los controladores digitales de señales dsPIC, en el cual se pueden desarrollar las 10 Guías de Aprendizaje propuestas en este proyecto; ayudando así al estudiante a afianzar los conocimientos adquiridos en la teoría del curso, creando una gran destreza en la aplicación de los microcontroladores avanzados. Esto se consigue gracias a que esta herramienta es creada tomando como base la pedagogía por competencias laborales empleada por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.

El entrenador es la unión de varias etapas en las cuales se pueden realizar pruebas a diferentes tipos de programas ya sea cada etapa por separada o utilizando la unión de varias. Una de las características más importantes de este entrenador es su versatilidad ya que no solo le permite al profesor observar el desempeño del alumno con respecto a la guía de trabajo sino que también le da campo a la innovación y creatividad del estudiante.

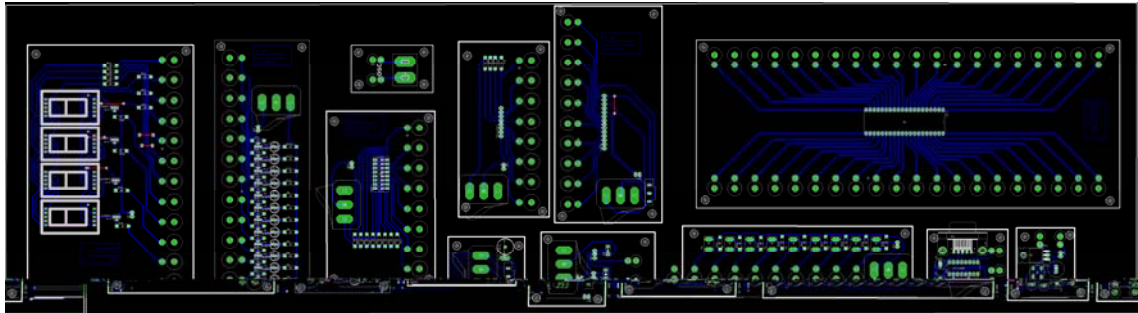
En la figura 47 se muestra la imagen real del entrenador dsPIC.

Figura 47. Entrenador dsPIC.



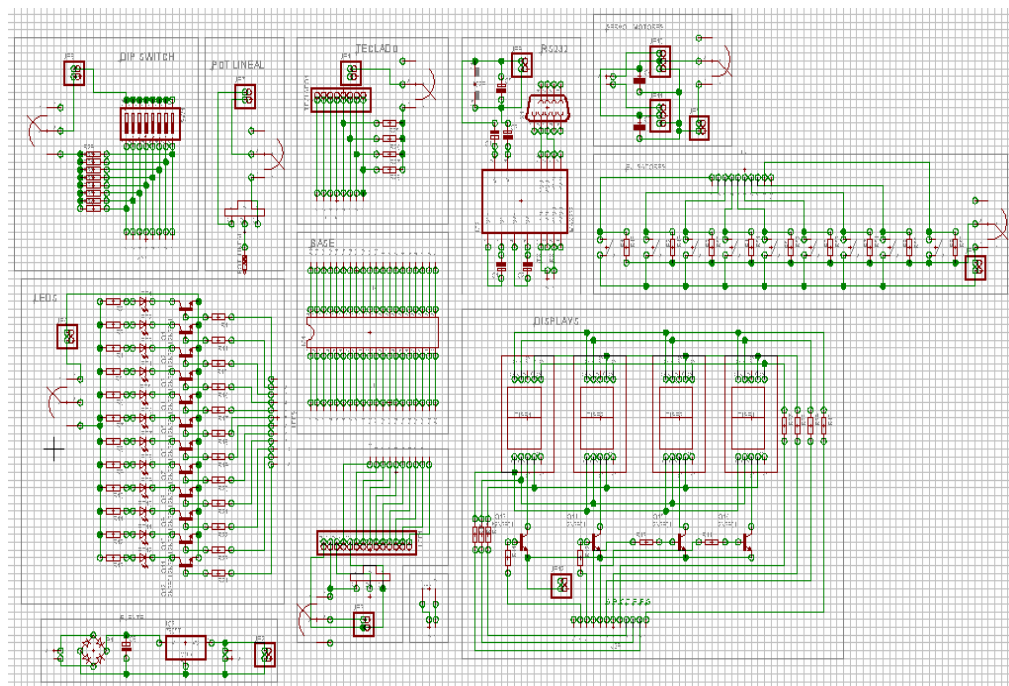
4.4.1 Etapas Del Entrenador. En la figura 48 se muestra el diseño en EAGLE del entrenador para la enseñanza de los Controladores Digitales de Señales (dsPIC); este proyecto fue realizado etapa por etapa debido a su tamaño y la gran cantidad de elementos utilizados.

Figura 48. Diseño en EAGLE del Entrenador.



En la figura 49 se muestra el diseño esquemático del entrenador, en este diseño se pueden observar las conexiones internas y los materiales utilizados en cada etapa.

Figura 49. Diseño Esquemático del Entrenador.



En la figura 50 se indica etapa por etapa las partes del entrenador.

Figura 50. Entrenador dsPIC por Etapas.

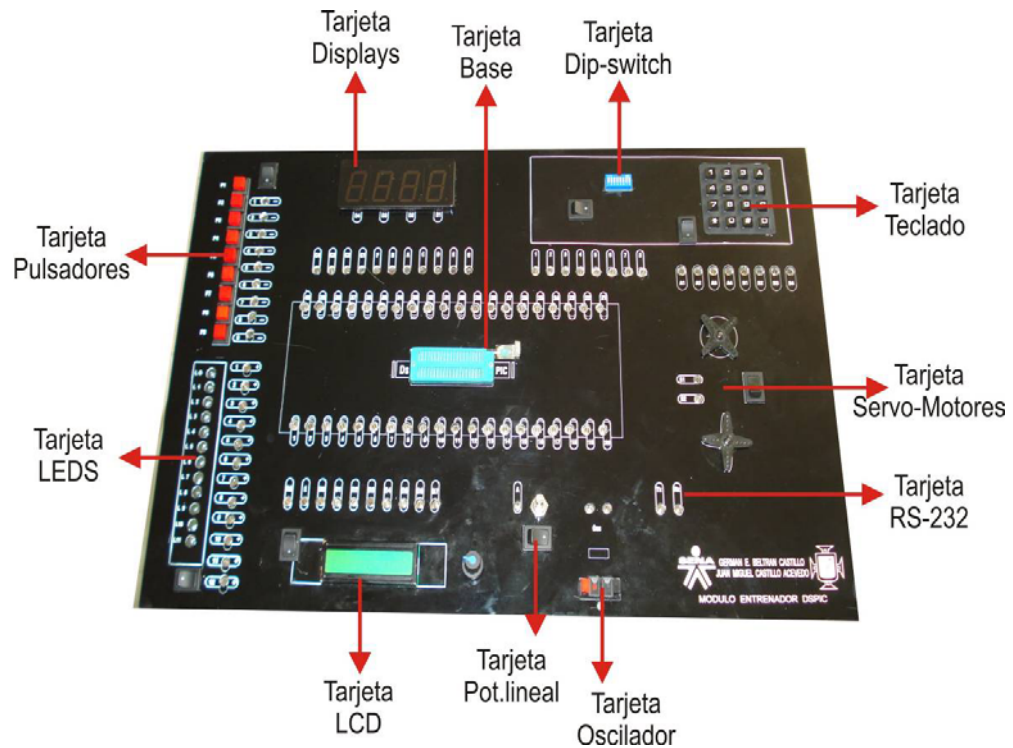
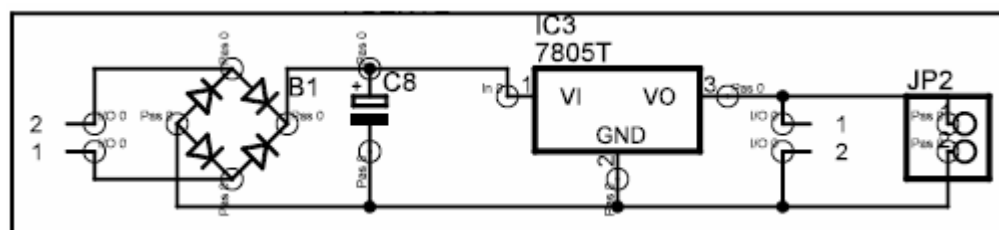


Figura 51. Tarjeta FUENTE.

a. Tarjeta FUENTE

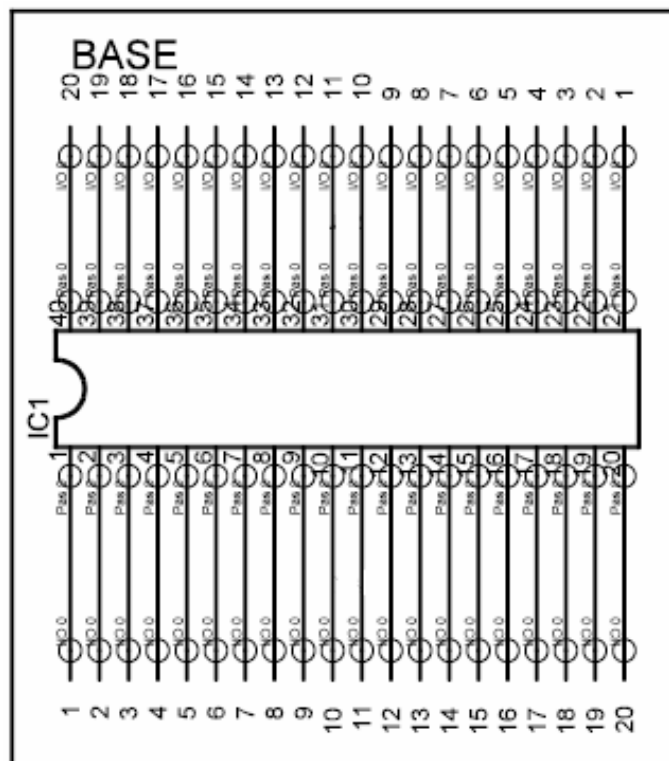


Especificaciones:

- En esta etapa del entrenador se realiza la conversión del voltaje de alimentación de entrada al módulo dsPIC, teniendo como resultado el parámetro de operación de: 5[V] a 2[A]. Este valor es el suministrado al entrenador para su operación.
- Desde la fuente de voltaje se energizan las demás tarjetas que conforman el entrenador, teniendo dos borneras extras para la alimentación de la tarjeta base.

Figura 52. Tarjeta BASE.

b. Tarjeta BASE

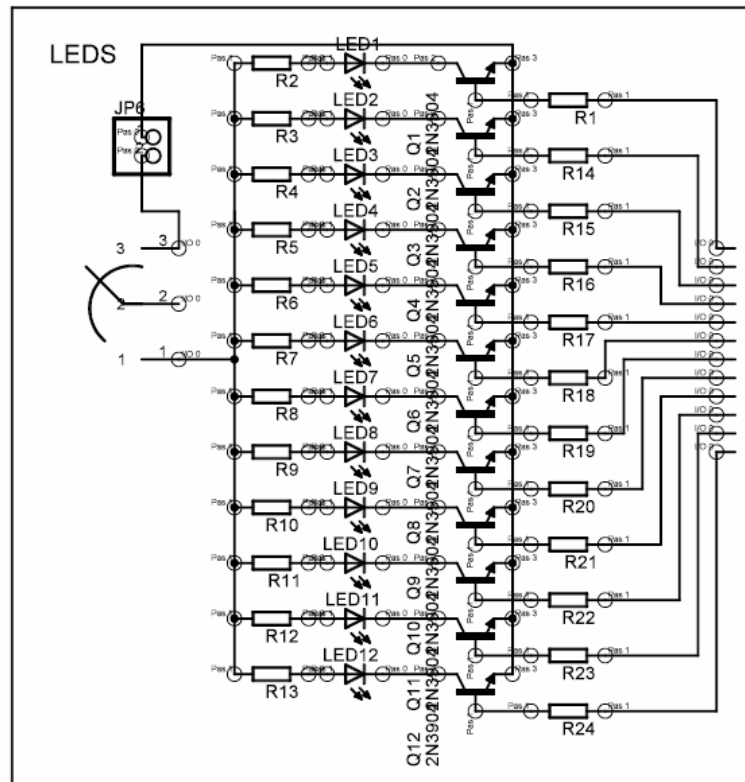


Especificaciones:

- En esta etapa del entrenador se inserta el dsPIC con el que realizan las prácticas de laboratorio, se pueden utilizar dispositivos hasta de 40 pines.
- La tarjeta base esta conformada por 40 borneras, marcadas con los números del 1 hasta el 40, que representan los pines del dispositivo seleccionado.

Figura 53. Tarjeta LEDS.

c. Tarjeta LEDS

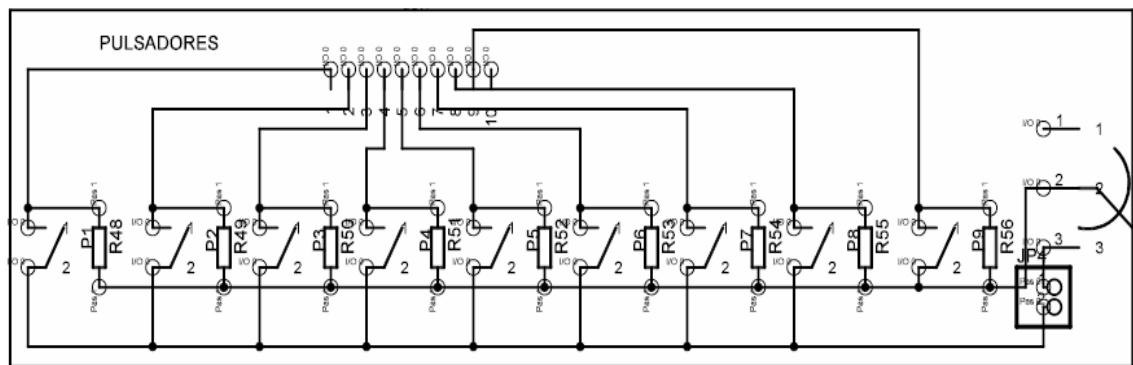


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 12 LEDs de 8 [mm] rojos de alta luminosidad, nombrados desde L0 hasta L11.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 54. Tarjeta PULSADORES.

d. Tarjeta PULSADORES

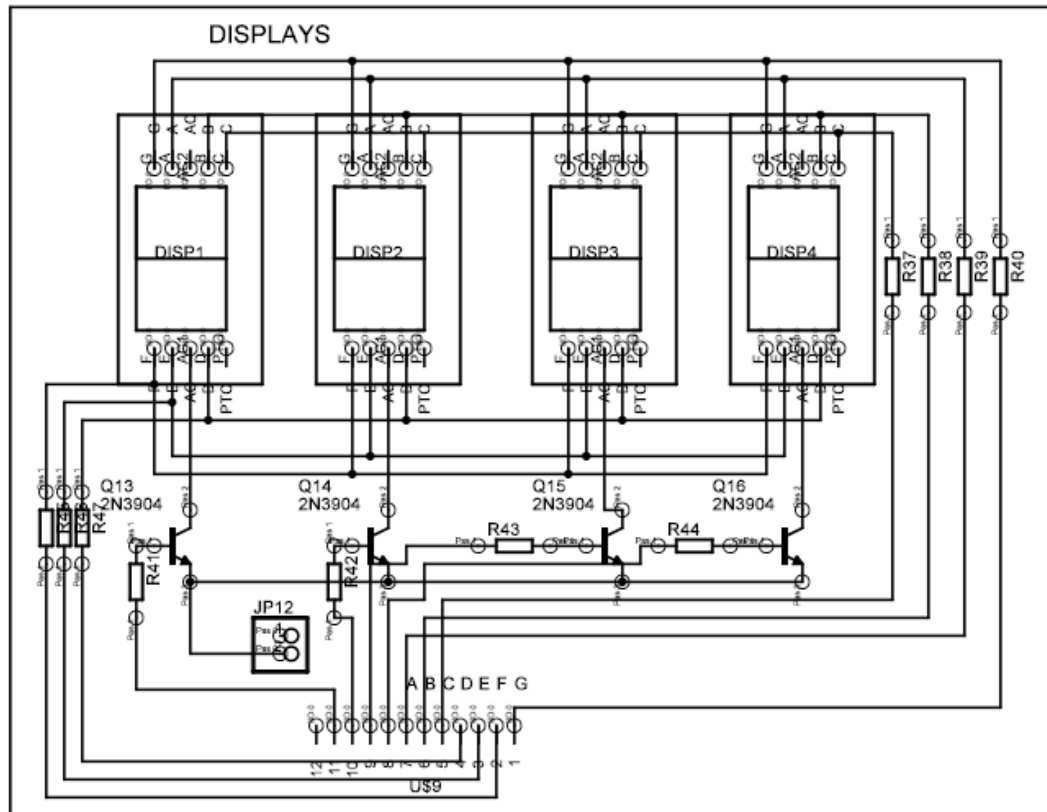


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 9 Pulsadores N.A (Normalmente Abiertos) cuadrados rojos, nombrados desde P1 hasta P9.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 55. Tarjeta DISPLAYS 7 SEGMENTOS.

e. Tarjeta DISPLAYS 7 SEGMENTOS

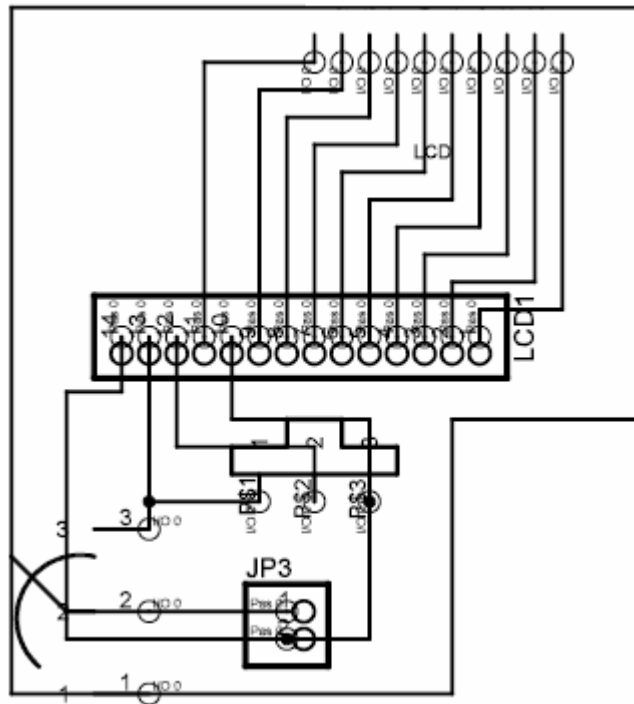


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 4 Displays 7 segmentos de Ánodo Común, nombrados desde D1 hasta D4.
- La tarjeta DISPLAYS 7 SEGMENTOS tiene 11 borneras, distribuidas así, 7 borneras que representan los segmentos (A – G) del display, y las otras 4 borneras a los bits de control (C1 – C4).

Figura 56. Tarjeta LCD.

f. Tarjeta LCD

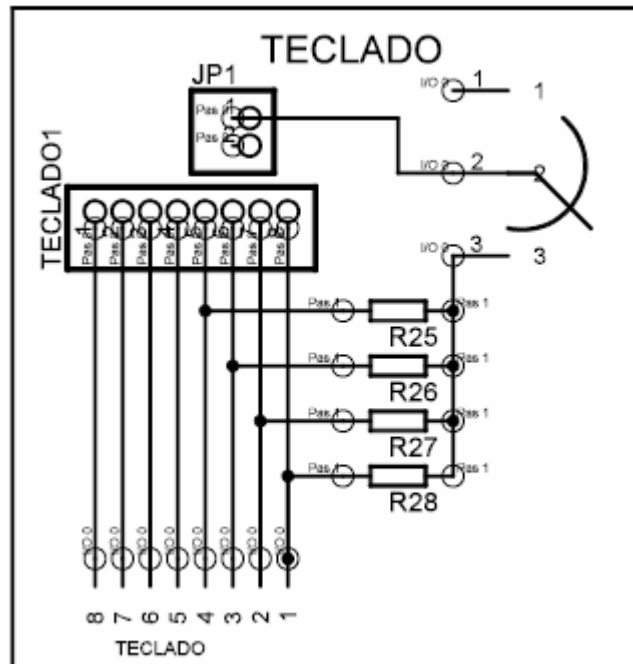


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 1 Display de Cristal Líquido o LCD de 2x16.
- La tarjeta LCD tiene 10 borneras, distribuidas así, 8 borneras que representan los bits de datos (D0 – D7), y las otras 2 borneras a los bits de control (RS – E).
- Tiene un potenciómetro de 1 [kΩ] encargado de ajustar el brillo del LCD.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 57. Tarjeta TECLADO MATRICIAL.

g. Tarjeta TECLADO MATRICIAL

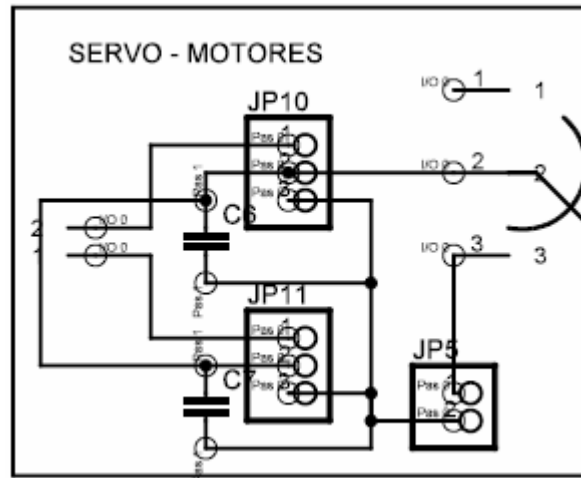


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 1 Teclado Matricial 4x4.
- La tarjeta TECLADO MATRICIAL tiene 8 borneras, que representan las filas (A1 – A4) y las columnas (B1 – B4) del teclado.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 58. Tarjeta SERVO-MOTORES.

h. Tarjeta SERVO-MOTORES

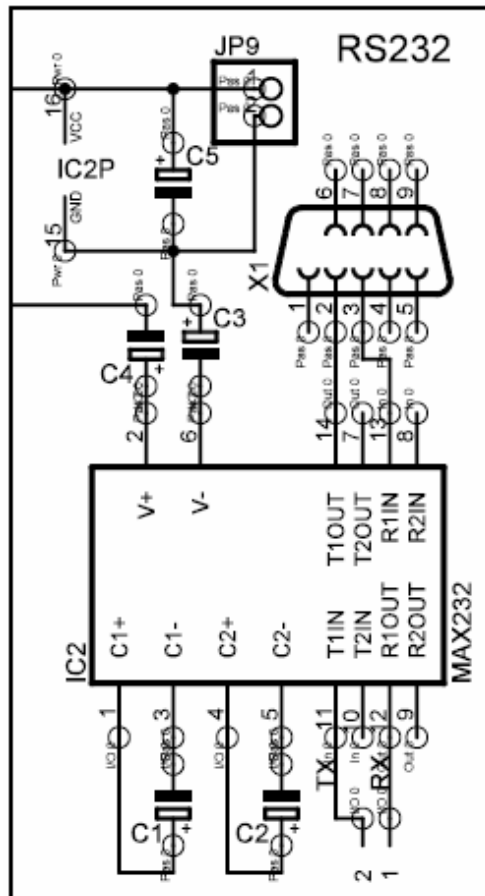


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 2 Servo-motores marca FUTUBA.
- La tarjeta SERVO-MOTORES tiene 2 borneras, nombradas S1 y S2, que representan el control de cada motor.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 59. Tarjeta RS-232.

i. Tarjeta RS-232

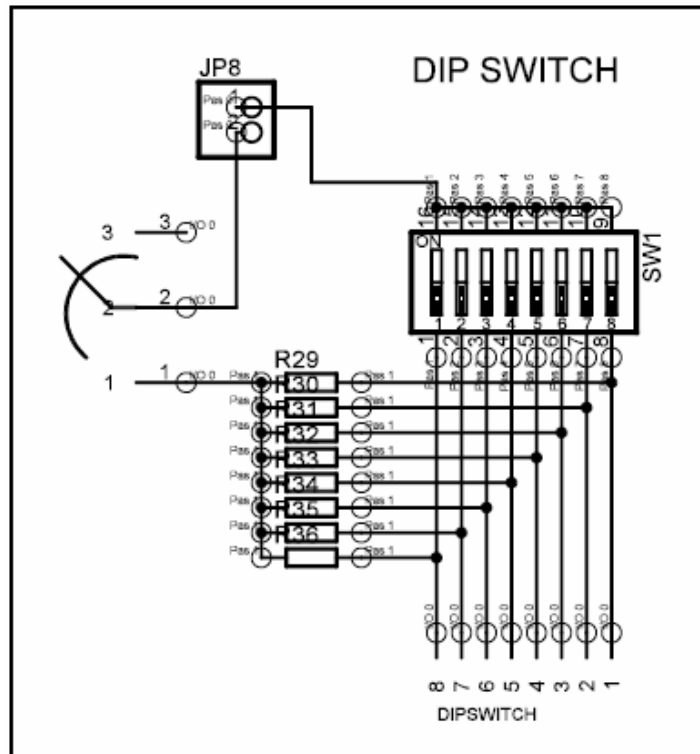


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 1 Conector DB9.
- La tarjeta RS-232 tiene 2 borneras, nombradas TX y RX, que representan la transmisión y recepción de datos desde y hacia el PC.

Figura 60. Tarjeta DIP-SWITCH.

j. Tarjeta DIP-SWITCH

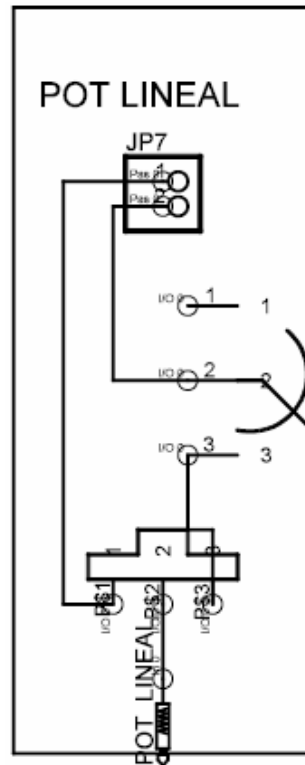


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 1 Dip-Switch de 8 posiciones, nombrados desde 1 hasta 8.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 61. Tarjeta POT. LINEAL.

k. Tarjeta POTENCIÓMETRO LINEAL

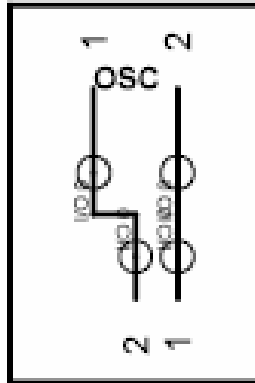


Especificaciones:

- Esta tarjeta está conformada por 1 Potenciómetro Lineal de 10 [kΩ] sencillo a una vuelta, con una bornera nombrada A.
- Posee un pulsador para activar o desactivar la alimentación de la tarjeta.

Figura 62. Tarjeta CRISTAL.

I. Tarjeta CRISTAL

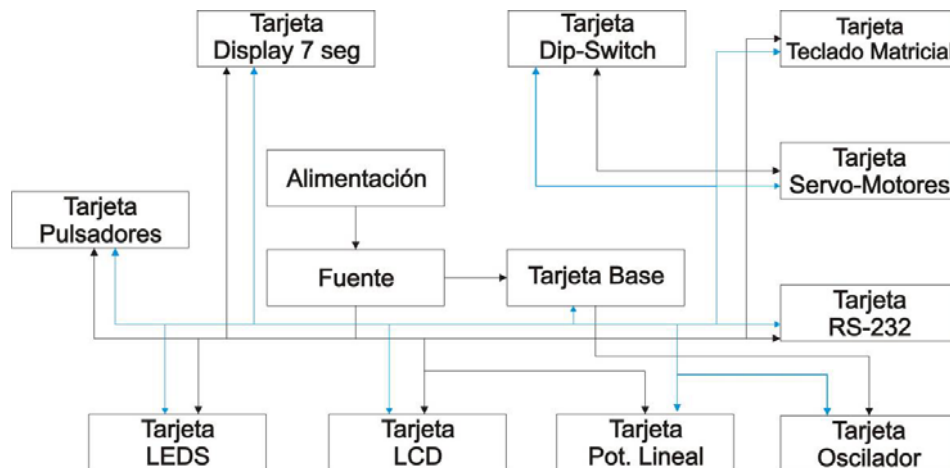


Especificaciones:

- En esta etapa del entrenador se pueden utilizar diferentes tipos de cristales, dependiendo del uso requerido en cada práctica de laboratorio.
- Esta tarjeta está conformada por dos borneras nombradas OSC.

4.4.2 Diagrama De Bloques Del Entrenador Para La Enseñanza De Microcontroladores Avanzados DSPIC. En la figura 63 se muestra el diagrama de bloques del entrenador, este sistema consta de una fuente de alimentación, la tarjeta base (donde se ubica el dsPIC), y las 10 etapas que corresponden al desarrollo de las prácticas de laboratorio, distribuidas de acuerdo a su funcionalidad y ubicación en el módulo de enseñanza de los dsPIC.

Figura 63. Diagrama de bloques del Entrenador.



4.5 CREACIÓN DEL ROBOT MÓVIL DIDÁCTICO SEGUIDOR DE LÍNEA

La estructura móvil de un robot seguidor de línea, es una de las aplicaciones más comunes de la robótica, su misión es realizarle un seguimiento a una línea negra; la cual comúnmente se ubica sobre un blanco mate.

La estructura de un robot seguidor de línea puede ser elaborada de una lamina de acrílico, aluminio o madera, esta proporciona apoyo para los motores, el circuito impreso y la rueda libre. Las llantas deben ser de caucho o de un plástico blando.

El robot cuenta con sensores infrarrojos que detectan la línea negra, o en su determinado caso la línea blanca. La percepción de este robot es de tipo visual, la cual consiste en diferenciar entre dos colores.

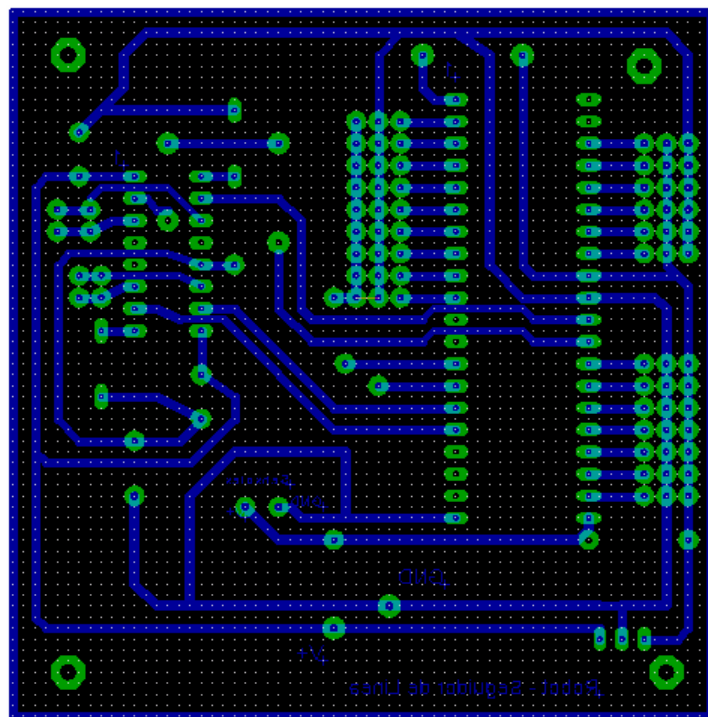
La complejidad del robot exige mayor o menor numero de sensores , es decir el seguidor de línea mas básico debe tener al menos 2 sensores de detección; mientras un seguidor mas avanzado debe tener entre 4 o mas sensores.

Es posible obtener un robot móvil seguidor de línea con el uso de amplificadores operacionales y/o transistores, lo cual evitaría generar un algoritmo de control, pero limitaría el robot a una labor básica.

En está estructura móvil se cuenta con un microcontrolador de Microchip de referencia dsPIC30F4013 el cual permite realizar algoritmos de control de baja, media y alta calidad, por lo cual se pueden programa el robot tanto para labores básicas como para labores complejas.

En la figura 64 se puede observar el diseño realizado en Eagle 4-11 para la tarjeta de control del Robot Móvil Seguidor de Línea.

Figura 64. Diseño en EAGLE del Robot Móvil Seguidor de Línea.



La estructura del Robot Móvil Didáctico fue realizada en acrílico color negro mate, en la figura 65 se muestra el resultado final de esta experiencia.

Figura 65. Estructura del Robot Móvil didáctico.



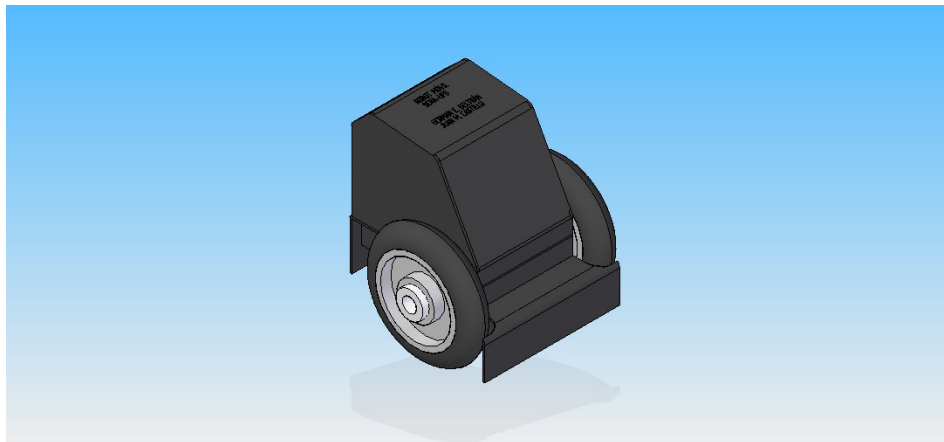
El SENA, emplea un método de verificación de conocimientos el cual se lleva a cabo con ayuda de Instrumentos de Evaluación, buscando constatar por medio de una práctica final los conocimientos adquiridos durante el módulo de formación, para ello se creó un prototipo de prueba (robot móvil), en el cual el estudiante demuestra su parte creativa y versatilidad como programador.

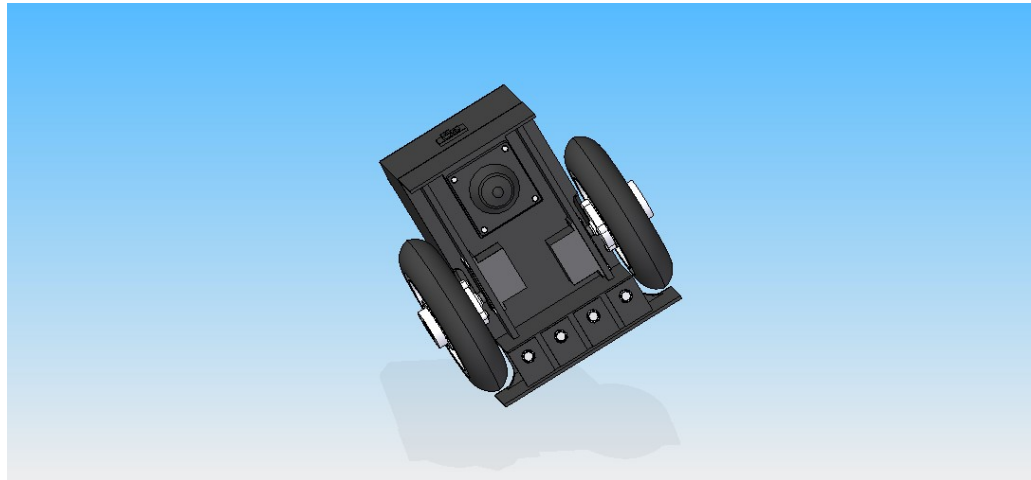
El robot móvil, es un carro seguidor de línea con enfoque didáctico, en el cual, cada estudiante al finalizar el módulo deberá crear un código en lenguaje ensamblador, siguiendo las indicaciones dadas por el instructor, ya que este cuenta con una configuración de hardware multivariable. Se entrega un manual de esta herramienta donde se explica de forma didáctica como construir el robot móvil y las diferentes formas de configuración del hardware.

Esta múltiple configuración se hace para que el estudiante pueda desarrollar su software tal y como él desee; utilizando diferentes métodos y procedimientos para cada grupo de trabajo; cumpliendo siempre la finalidad propuesta por el instructor. También de esta manera el instructor puede evaluar de forma individual, la habilidad para desarrollar el software de cada estudiante.

Como ayuda didáctica para entender la construcción del Robot Móvil Seguidor de Línea, se realizó el diseño de este en Solid Edge, como se muestra en la figura 66.

Figura 66. Diseño en Solid Edge del Robot Móvil.





4.5.1 Materiales Utilizados En El Robot Móvil Didáctico Seguidor De Línea.

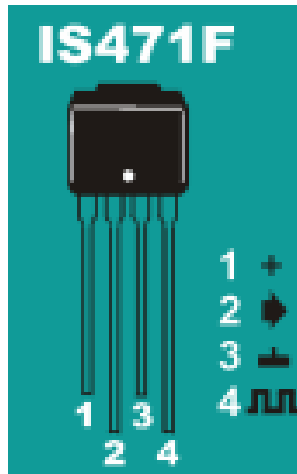
Los materiales utilizados en el módulo del robot seguidor de línea son:

- **Sensores.** El IS471F es un sensor infrarrojo que presenta un estado lógico alto en su pin de salida (2) cuando se encuentra sobre la cinta negra y un estado lógico alto cuando se encuentra frente a la superficie blanca.

Para obtener estos estados lógicos se requiere realizar la siguiente conexión:

El sensor se alimenta por sus pines 1 y 3 y estos corresponden a (Vcc) y (Gnd) respectivamente, el pin 2 es la salida del detector y el pin 4 es la salida que modula al led emisor externo, la distribución de pines se muestra en la figura 67.

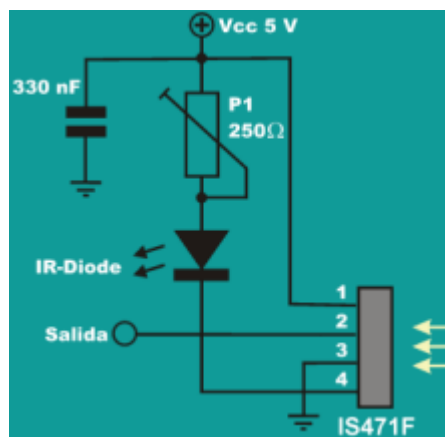
Figura 67. Pines del sensor IS471F.



El sistema trabaja a 10.5V suministrados a través de un bloque de baterías de suministro individual de 1.2V a 2400mA/h. Además se dispone de un regulador en circuito integrado LM7805 el cual entrega los 5V de alimentación para el microcontrolador y cada uno de los sensores.

En la siguiente figura se muestra el circuito para hacer funcionar el sensor.

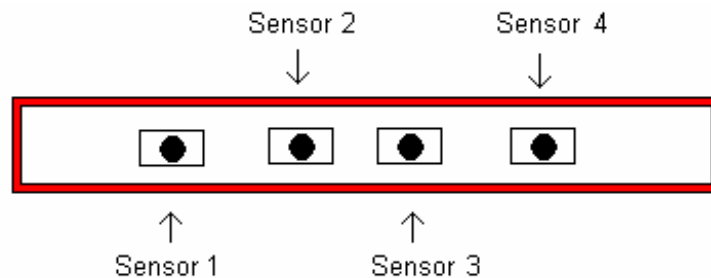
Figura 68. Conexión del sensor IS471F.



El módulo del robot móvil didáctico seguidor de línea, tendrá como base la utilización de 4 sensores IS471 estos serán los encargados de sensar la posición del robot sobre la línea negra y le permitirán al sistema de control ajustar la velocidad y el sentido de los motores para mantener sobre la línea negra el robot cuando se desplaza.

El esquema a continuación representará la ubicación de los sensores del robot móvil.

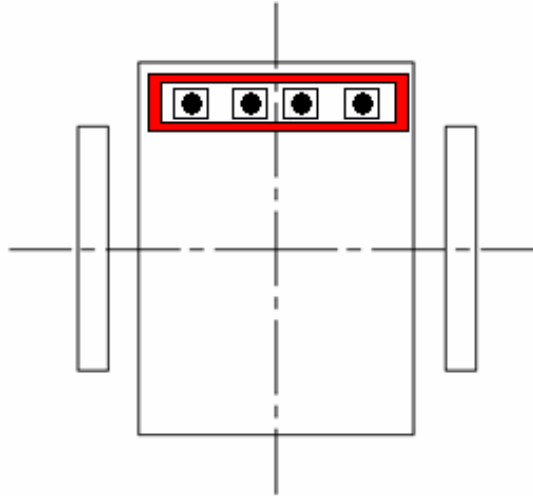
Figura 69. Posición de los sensores en la estructura.



El sensor 2 y el sensor 3, son los encargados de mantener el seguimiento básico de la línea negra es decir cuando sea recta o con curvas muy suaves, por su parte el sensor 1 y el sensor 4 se encargarán de detectar la presencia de un giro con mayor grado de dificultad, es decir los que el sensor 2 o el sensor 3 no podrán corregir por si solos.

En la figura 70 se muestra la ubicación final de los sensores en el robot móvil.

Figura 70. Ubicación de los sensores en el Robot Móvil.



- **Baterías.** Para suministrar la alimentación al robot móvil didáctico seguidor de línea se utilizan 6 baterías recargables de 1.2 [V] a 2500 [mAh].

Las baterías utilizadas se muestran en la figura 71.

Figura 71. Pilas recargables.



- **Servo-Motores.** Estos motores son pequeños, tiene internamente una circuitería de control y son sumamente poderosos para su tamaño. Un servo normal o Standard como el Parallax desarrollado por Futuba, tiene las siguientes especificaciones:

- Alimentación de 6 [Vdc] máx.
- Rotación desde 0° hasta 180°.
- Peso 45 [gramos].
- Torque 3.40 [kg-cm].
- Tamaño en [mm] 40.5x20x38

En esta aplicación se utilizan 2 servomotores trucados para posibilitar la rotación continua, el servo-motor utilizado se muestra en la figura 72.

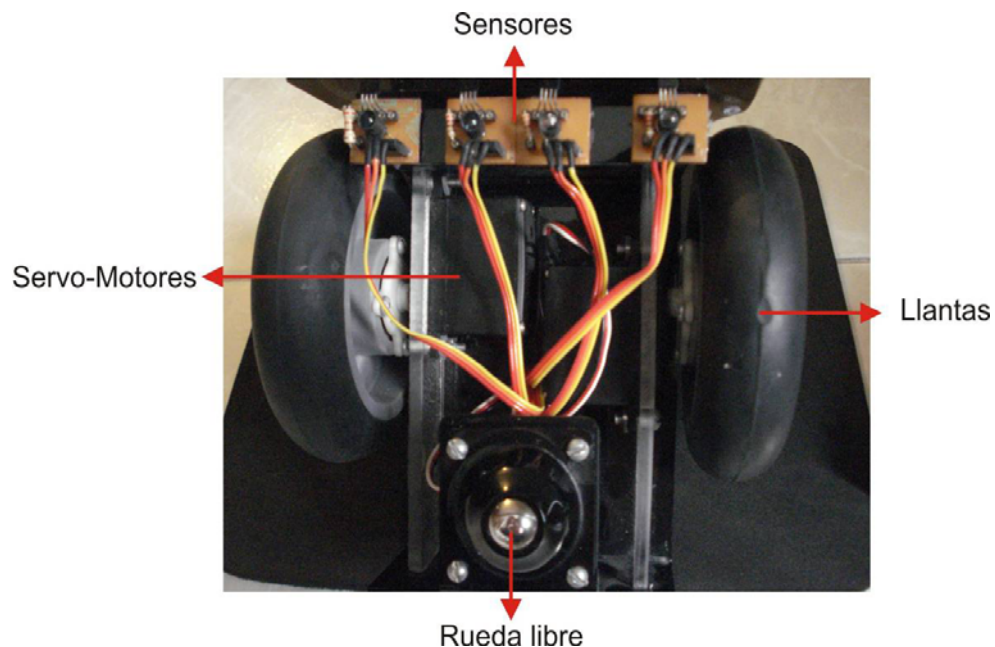
Figura 72. Servo-motor marca Parallax.



- **Ruedas.** 2 de ellas acopladas a los motores de rotación continúa y una tercera, comúnmente llamada rueda libre.

En la figura 73 se muestra la estructura del robot móvil vista desde abajo, en esta imagen se puede observar la posición de los sensores, los servo-motores, las llantas y la rueda libre.

Figura 73. Vista interior del Robot Móvil.

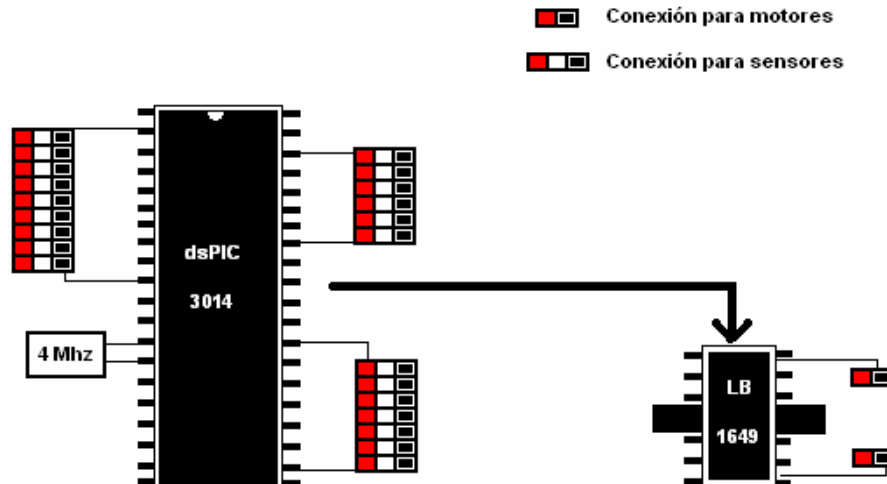


- **Circuito de control.** El cerebro o núcleo de la tarjeta de control esta representado por el dsPIC30F4013.

En este han sido habilitadas múltiples pines para la conexión de sensores, es así como el usuario tiene la posibilidad de escoger la ubicación deseada.

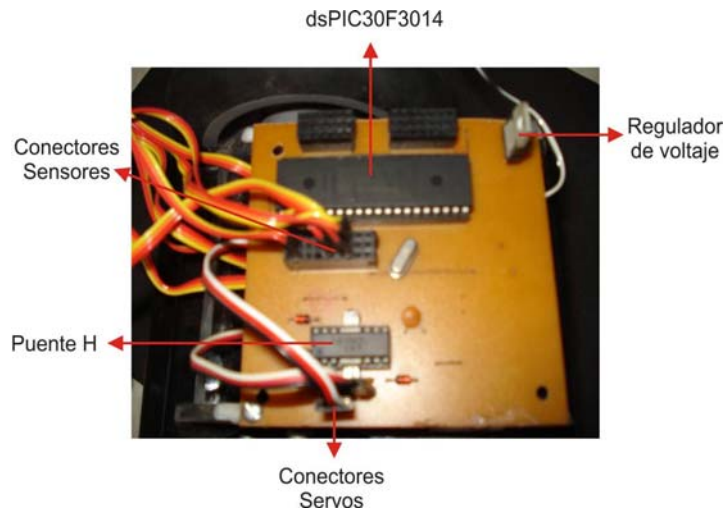
Los pines habilitados para los servomotores son únicos debido a que estos dependen de la conexión del LB, quien es el conectado directamente a el dsPIC, como se observa en la figura 74.

Figura 74. Circuito de Control.



En la figura 75 se muestran los componentes de la tarjeta de control. El cerebro del circuito de control es el microcontrolador dsPIC30F3014 que de acuerdo al software le indica al robot móvil seguidor de línea que acciones tomar, se tiene el puente H de referencia LB1649 encargado de realizar el suministro de corriente y la inversión de giro en los servo-motores.

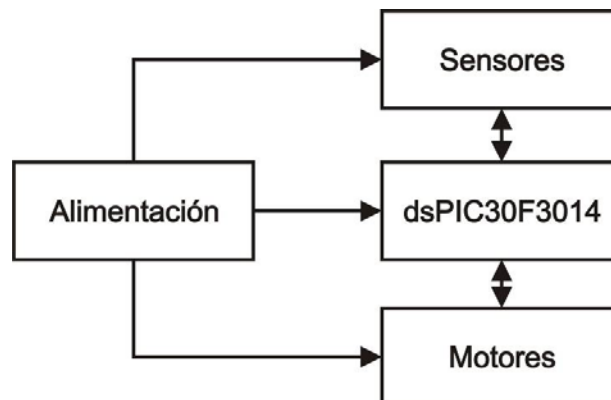
Figura 75. Tarjeta de Control.



4.5.2 Diagrama De Bloques Del Robot Móvil Didáctico Seguidor De Línea.

En la figura 76 se muestra el diagrama de bloques del robot móvil didáctico seguidor de línea, el cual consta de la fuente de alimentación, el microcontrolador dsPIC30F3014, los sensores IS471F y los servo-motores parallax.

Figura 76. Diagrama de bloques del Robot Móvil.



4.6 CREACIÓN DEL TUTORIAL PARA EL DESARROLLO DEL MÓDULO AMBIENTADO EN ADOBE FLASH

Uno de los ítems más significativos del método de enseñanza empleado por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, es que el estudiante debe adquirir sus conocimientos por medio de la investigación y del empeño propio, así el instructor sólo debe ir al aula a aclarar las dudas que a este se le presenten. Con el fin de que el estudiante afiance más rápido sus conocimientos pasando por todas las etapas del aprendizaje, se crea un tutorial el cual de la mano de las Guías y de las diferentes herramientas ya nombradas, los encamina paso a paso en la adquisición del conocimiento básico sobre los dsPIC, empezando con su historia y generalidades, brindando las bases para el desarrollo de programas avanzados como lo es el manejo de servomotores y el conversor A/D.

Figura 77. Presentación en Adobe Flash.



Figura 78. Presentación en Adobe Flash: Menú de prácticas.



Figura 79. Presentación en Adobe Flash: Ejemplo plantilla de prácticas.



5. CONCLUSIONES

- Se creó e implementó un módulo didáctico de aprendizaje con herramientas de apoyo desarrolladas con base en la pedagogía por competencias laborales utilizada por el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, desarrollando el hardware necesario para la operabilidad del entrenador, así como su adaptación a los interconectores (bananas) utilizados por los módulos de FESTO. La versatilidad del entrenador brinda la capacidad de mejorarlo, ajustarlo y agregar nuevos módulos según las necesidades y aplicaciones requeridas por el usuario.
- Con el fin de llevar una secuencia en el aprendizaje teórico se plantearon 11 Guías de Laboratorio estructuradas sobre el manejo y aplicaciones de los Controladores de Señales Digitales dsPIC, con sus respectivos cuestionarios los cuales sirven al instructor para recoger evidencias de aprendizaje; de esta manera el estudiante adquiere los conocimientos según el modelo de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación (E-A-E) aplicado por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Se diseñaron y crearon prototipos de entrenamiento los cuales permitieron el desarrollo de cada una de las guías de aprendizaje, tales como el Entrenador dsPIC, el programador GTP-USB y el Robot Móvil Didáctico (Seguidor de Línea).
- Como herramienta de apoyo de aprendizaje se desarrolló un software de consulta interactivo, en el cual se encuentran los conocimientos necesarios para el desarrollo de cada una de las Guías de Laboratorio, incluyendo los manuales de usuario para el Entrenador de dsPIC, El Programador GTP-USB y el Robot Móvil.

- Como proyecto final de este módulo de enseñanza se creó un prototipo de aplicación versátil (Robot Móvil), en el cual el estudiante debe demostrar sus capacidades como programador adquiridos en el desarrollo del curso; esto sirve para recoger evidencias de aprendizaje donde se demuestre que se superaron todos los ítems valorativos del mismo.
- Por medio del programa Solid Edge V8, se realizaron diseños en tres dimensiones, del programador y del Robot móvil, en los cuales se pueden observar sus componentes, dimensiones y características de construcción más relevantes.

BIBLIOGRAFÍA

ANGULO USATEGUI, José. Microcontroladores Avanzados dsPIC: Controladores Digitales de Señales. Arquitectura, Programación y Aplicaciones. McGraw-Hill

DsPIC de Microchip

Carlos Gerardo Hernández Capacho, Laura Clarena Maestre Carrillo, Viviana Afanador Peña

Universidad Pontificia Bolivariana

Seccional Bucaramanga

2007

Estructura Curricular de Mecatrónica

Versión 1

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

2004

Estrategias para el Aprendizaje Autónomo

Conceptos, características, clases y etapas para su realización y estructura global.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

2004

ANEXOS

ANEXO A. ARTICULO DEL PROYECTO

ANEXO B. MANUAL DE GUÍAS DE LABORATORIO

ANEXO C. SOLUCIONARIO GUÍAS DE LABORATORIO