

RAE

1. **TIPO DE DUCUMENTO:** Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico.
2. **TITULO:** Diseño y construcción de módulos entrenadores para programación de microcontroladores.
3. **AUTOR:** Andrés Fernando Curtidor Cruz, Camilo Andrés Herrera Gordillo y Diana Carolina Ariza Suarez.
4. **LUGAR:** Bogotá D.C.
5. **FECHA:** 12 de julio de 2011
6. **PALABRAS CLAVE:** Bus, Driver, Eprom, Hardware, Interfaz, Memoria, Led, Ram, Rom, Puerto, Prom, Software, USB.
7. **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:** Diseño de un sistema de módulos entrenadores para el desarrollo de prácticas de laboratorio en el área de Microcontroladores. El sistema consta de tres módulos basados en Microcontroladores de distintos fabricantes (Texas, Freescale, Microchip), permitiendo adicionalmente, comunicaciones por puerto serial, USB, así como comunicación inalámbrica.
8. **LINEAS DE INVESTIGACION:** Tecnologías actuales y sociedad. Instrumentación y control de procesos. Microelectrónica
9. **FUENTES CONSULTADAS:** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Quinta actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 34P. NTC 1486. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación. Numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos. Segunda actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2001. 4P. NTC 1075. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 23P. NTC 4490. PIC-LITE. Manual C Para Pic. Australia.HI-TECH Software, 2000. PALACIOS, Enrique. Microcontrolador Pic16f84. Mexico.alfaomega.2004. Componentes. [citado 11/12/10 10:00]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontroladores> [citado 01/06/10 13: 40] html. Sistema de Desarrollo GP_Bot [citado 01/05/10 12:30]. http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/gp_bot/gp_bot.htm
10. **CONTENIDOS:** El desarrollo de este proyecto se baso principalmente en 8 etapas para su desarrollo, la primera de ellas fue EL DISEÑO DE LOS MÓDULOS, en esta etapa se realizo una selección de las practicas que se debían disponer en las tarjetas, basándose en los sistemas de entradas y salidas de cada uno de los microcontroladores. A continuación se procedió a realizar la SELECCIÓN DEL HARDWARE Y EL SOFTWARE, aquí se escogieron todos y cada uno de los componentes de las tarjetas, pero se hizo especial énfasis en la selección de los dispositivos de visualización, así como del microcontrolador de cada fabricante, teniendo en cuenta las tablas de cada una de las familias de los dispositivos seleccionados, además del software de diseño y programación de los dispositivos. Posterior a esto se realizó el análisis DE DISEÑO Y CONEXIONES DE LA TARJETA, Esto con el fin de verificar niveles de voltaje manejados por los módulos, tanto en alimentación, como en distribución eléctrica. Después se procedió con el DESARROLLO DEL SISTEMA, en este punto se utilizó un programa de diseño electrónico, con el cual se hizo el esquemático y el layout de las tarjetas, para su posterior visualización del ESTADO FINAL y finalmente GENERACIÓN DE LOS ARCHIVOS GERBER, archivos necesarios para la construcción de las tarjetas. Para terminar, se hizo el DESARROLLO DE SOFTWARE Y APLICATIVOS PARA LOS MÓDULOS, para de esta forma probar su correcto funcionamiento.
11. **METODOLOGIA:** El enfoque de esta investigación es empírico-analítico, debido a que la experiencia que se ha obtenido a través de investigaciones realizadas sobre este tipo de sistemas, será aplicada para la realización de este proyecto, también porque se pretende que dicho sistema este constituido por 3 tarjetas cada una con un Microcontrolador de diferente fabricante como cerebro del sistema, pero perteneciente a un mismo entrenador.
12. **COMCLUSIONES:** Es muy importante la elección del Software CAD con que se elabora el circuito impreso, teniendo en cuenta los encapsulados de todos los componentes y las características requeridas para la elaboración de la PCB. Además el uso de jumpers para efectos de reutilización de pines de los Microcontroladores resulta muy favorable, siempre y cuando al momento del diseño prevalezca la idea de utilizar la menor cantidad posible de estos. Por otro lado para la comunicación inalámbrica entre tarjetas, los XBEE son una muy buena opción debido a su excelente alcance, fácil conexión y confiabilidad que ofrecen. También la comunicación USB 2.0 es una excelente alternativa de comunicación entre los módulos y el ordenador, debido a la practicidad, versatilidad y efectividad de este protocolo respecto a otros tipos de comunicaciones más tradicionales .Finalmente las pruebas de cada módulo con sus respectivos elementos se deben realizar en primera instancia en protoboard para poder garantizar su óptimo funcionamiento en el PCB y también detectar posibles fallas del circuito y el manual del usuario debe ser lo más claro y completo posible, pensando en que cualquier persona que desee utilizar los módulos pueda entenderlo sin ningún problema.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MODULOS ENTRENADORES PARA
PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES

ANDRÉS FERNANDO CURTIDOR CRUZ
CAMILO ANDRÉS HERRERA GORDILLO
DIANA CAROLINA ARIZA SUAREZ

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ELECTRÓNICA
BOGOTA D.C.
2011

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MODULOS ENTRENADORES PARA
PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES

ANDRÉS FERNANDO CURTIDOR CRUZ
CAMILO ANDRÉS HERRERA GORDILLO
DIANA CAROLINA ARIZA SUAREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero
electrónico

Asesor:
NESTOR PENAGOS
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ.
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ELECTRÓNICA
BOGOTA D.C.
2011

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. de Julio de 2011

DEDICATORIAS

A Dios todo poderoso infinitas gracias por el don de la vida y las capacidades que me han llevado hasta este objetivo. A la virgen por darme la fortaleza de levantarme y siempre seguir adelante. A mis padres por el apoyo y confianza que siempre han depositado en mí. A mis hermanos y demás familiares por el respaldo que me ofrecieron. A mis profesores y compañeros porque con su ayuda y conocimiento logramos muchos éxitos. A todos muchas gracias y en su honor dedico este trabajo.

Andrés Fernando Curtidor Cruz

A Dios primeramente por brindarme: la disciplina, fortaleza y dedicación necesaria para cumplir con este propósito, a mis padres por su constante apoyo y acompañamiento; igualmente agradezco a todos mis docentes y personas allegadas que de una u otra forma contribuyeron a obtención de este logro.

Camilo Andrés Herrera Gordillo

Agradezco a Dios quien siempre me dio la fuerza para continuar mis estudios pese a obstáculos que se presentaron en esta trayectoria, a mi familia quienes fueron un apoyo incondicional para alcanzar mis metas y poder culminar mis estudios de manera satisfactoria. Y a todas aquellas personas que aportaron un granito de arena para ayudarme a crecer como persona y como profesional.

Diana Carolina Ariza Suarez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ingeniero Néstor Penagos nuestro director de tesis por su constante interés y apoyo con el desarrollo de este proyecto.

A los docentes de la facultad, ya que sin ellos no hubiéramos obtenido el conocimiento suficiente para llegar a la culminación de este logro

A la universidad de San Buenaventura y al programa de Ingeniería electrónica por brindar las herramientas necesarias para realizar los proyectos de investigación e incentivar el espíritu investigativo en los estudiantes.

CONTENIDO

GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. ANTECEDENTES	15
1.1.1 Freescale.....	15
1.1.2 Microchip.....	17
1.1.3 Picaxe.	19
1.1.4 Texas Instruments.	21
1.2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	23
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.4.1. Objetivo general	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	25
1.5.1. Alcances.....	25
1.5.2. Limitaciones.....	25
2. MARCO DE REFERENCIA	26
2.1. MARCO TEORICO- CONCEPTUAL.....	26
2.1.1. Microcontrolador.....	26
2.1.2. Microcontrolador Freescale.....	29
2.1.3. Microcontrolador Microchip.	31
2.1.4. Microcontrolador Texas.	34
2.1.5. Teclado Matricial.	36
2.1.6. Comunicación Inalámbrica.	37
2.1.7. Módulos XBEE.....	37
2.1.8. Puertos USB	38
2.1.9. Puertos Seriales.....	39
2.1.10. Pantalla LCD.....	40
2.1.11. Display 7 segmentos.....	41
2.1.12. Led	41

2.1.13.	Matriz 8 x 8.....	42
2.1.14.	LCD gráfica.....	42
2.2.	MARCO LEGAL O NORMATIVO	43
3.	METODOLOGÍA.....	44
3.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
4.	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB – LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA.....	45
4.1.	LÍNEAS DE INVESTIGACION USB.....	45
4.2.	SUB-LÍNEA DE LA FACULTAD	45
4.2.1.	Instrumentación y control de procesos	45
4.3.	CAMPO TEMÁTICO	45
4.3.1.	Microelectrónica.....	45
5.	DESARROLLO INGENIERIL.....	46
5.1.	DISEÑO DE LOS MÓDULOS.....	46
5.2.	SELECCIÓN DEL HARDWARE	47
5.2.1.	Selección del microcontrolador	47
5.2.2.	Selección de dispositivos de visualización.....	57
5.3.	SELECCIÓN DEL SOFTWARE.....	57
5.3.1.	Selección del programador del microcontrolador	57
5.3.2.	Lenguajes de programación	58
5.4.	ANÁLISIS DE DISEÑO Y CONEXIONES DE LAS TARJETAS	59
5.4.1.	Análisis de funcionamiento del XBEE.....	60
5.4.2.	Análisis del sistema de regulación con el LM1117.....	60
5.4.3.	Análisis de funcionamiento de la Matriz de Leds.....	61
5.4.4.	Etapa de control	63
5.4.5.	Etapa de potencia.....	63
5.5.	DESARROLLO DEL SISTEMA.....	66
5.5.1.	Proceso de construcción de los módulos.....	66
5.6.	ESTADO FINAL	73
5.7.	DESARROLLO DEL SOFTWARE Y APLICATIVOS PARA LOS MÓDULOS	76
5.7.1.	Texas.....	76

5.7.2. Microchip.....	81
5.7.3. Freescale.....	83
5.8. GENERACIÓN DE ARCHIVOS GERBER.....	85
6. ANALISIS DE RESULTADOS.....	89
7. CONCLUSIONES.....	90
8. RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
WEBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Desarrollo GP_Bot.....	15
Figura 2. Entrenador MC68331.....	16
Figura 3. Micropic Trainer.....	17
Figura 4. Entorno de desarrollo EasyPIC4.....	18
Figura 5. Detalle de la placa de evaluación EasyPIC4.....	19
Figura 6. Entrenador de Microcontroladores PICAXE.....	20
Figura 7. Herramienta de desarrollo eZ430-RF2500.....	21
Figura 8. Esquema del microcontrolador.....	27
Figura 9. Arquitectura Von Neumann.....	28
Figura 10. Arquitectura Harvard.....	29
Figura 11. Diagrama de pines del microcontrolador Freescale MC9S08JM60.....	30
Figura 12. Diagrama de pines del microcontrolador Freescale MC9S08JM16 de 44 pines.....	31
Figura 13. Diagrama de pines del microcontrolador Freescale MC9S08JM16 de 32 pines.....	31
Figura 14. Diagrama de pines del PIC 18F2550.....	32
Figura 15. Diagrama de pines del PIC 18F4550.....	33
Figura 16. Diagrama de pines del MSP430F2111.....	35
Figura 17. Diagrama de pines del MSP430F2272.....	36
Figura 18. Teclado matricial 4 x 4.....	36
Figura 19. Módulos XBEE.....	38
Figura 20. Puertos USB.....	39
Figura 21. Puertos Seriales.....	40
Figura 22. Pantalla LCD.....	40
Figura 23. Estructura de los 7 segmentos.....	41

Figura 24. <i>7 segmentos</i>	41
Figura 25. <i>Led</i>	42
Figura 26. <i>Matriz 8 x 8</i>	42
Figura 27. <i>LCD Gráfica</i>	42
Figura 28. <i>Diseño de los módulos</i>	46
Figura 29. <i>Diagrama de bloques módulos</i>	47
Figura 30. <i>Niveles de voltaje XBEE</i>	60
Figura 31. <i>Configuración LM1117 para obtener 3,3 Voltios regulados.</i>	61
Figura 32. <i>Simulación Matriz 8x8 en discreto.</i>	62
Figura 33. <i>Conexión básica de la matriz.</i>	63
Figura 34. <i>Etapa de potencia con transistores BJT.</i>	64
Figura 35. <i>Medición de corriente en el transistor y en los leds filas.</i>	65
Figura 36. <i>Medición de corriente en el transistor y en los leds columnas.</i>	65
Figura 37. <i>Ventana de trabajo Proteus.</i>	67
Figura 38. <i>Componentes del sistema</i>	67
Figura 39. <i>Selección de empaque</i>	68
Figura 40. <i>Ubicación final de los componentes</i>	69
Figura 41. <i>Realización de conexiones mediante etiquetas.</i>	70
Figura 42. <i>Paso de DNS (esquemático) a Layout (impreso PCB)</i>	70
Figura 43. <i>Demarcación área de trabajo.</i>	71
Figura 44. <i>Ubicación componentes del sistema.</i>	71
Figura 45. <i>Características del ruteado del diagrama</i>	72
Figura 46. <i>Esquemático Texas.</i>	73
Figura 47. <i>Layout Texas</i>	73
Figura 48. <i>Esquemático Microchip.</i>	74
Figura 49. <i>Layout Microchip</i>	74
Figura 50. <i>Esquemático Freescale</i>	75
Figura 51. <i>Layout Freescale</i>	75
Figura 52. <i>Carpeta de destino.</i>	76
Figura 53. <i>Creación del proyecto</i>	76
Figura 54. <i>Nombre del archivo</i>	77
Figura 55. <i>Configuración plataforma según la familia del microcontrolador.</i>	77
Figura 56. <i>Ventana de programas ya creados.</i>	78
Figura 57. <i>Ventana de selección (Tipo de salida, familia del microcontrolador, lenguajes de programación)</i>	78
Figura 58. <i>Carpeta y lenguaje del proyecto.</i>	79
Figura 59. <i>Hoja de digitación.</i>	79
Figura 60. <i>Compilación.</i>	80
Figura 61. <i>Compilación del programa y / o detección de errores CODE COMPOSER.</i>	80
Figura 62. <i>Generación archivo. HEX</i>	81
Figura 63. <i>Creación de proyectos en PIC C</i>	82
Figura 64. <i>Asignación del nombre.</i>	82

Figura 65. <i>Compilación del programa y / o detección de errores PIC C</i>	83
Figura 66. <i>Creación nuevo proyecto para Freescale.</i>	84
Figura 67. <i>Selección familia del microcontrolador y dispositivo.</i>	84
Figura 68. <i>Ruta almacenamiento proyecto y lenguaje de programación</i>	85
Figura 69. <i>Compilación del programa y / o detección de errores FREESCALE</i>	85
Figura 70. <i>Ventada de extracción de archivos Gerber</i>	86
Figura 71. <i>Proyección acabado tarjeta Freescale</i>	87
Figura 72. <i>Proyección acabado tarjeta Microchip</i>	87
Figura 73. <i>Proyección acabado tarjeta Texas</i>	88
Figura 74. <i>Componentes definitivos de las tarjetas.</i>	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Microcontroladores de la familia PIC 18F</i>	48
Tabla 2. <i>Microcontroladores de la familia MS9S08JM</i>	52
Tabla 3. <i>Microcontroladores de la familia MSP430F</i>	53
Tabla 4. <i>Características eléctricas de los componentes seleccionados</i>	59

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. <i>Sistema de programación EMULATION MSP-EXP430G2 Texas</i>	94
Anexo B. <i>Esquema 1 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas</i>	94
Anexo C. <i>Esquema 2 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas</i>	95
Anexo D. <i>Esquema 3 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas</i>	95
Anexo E. <i>PICkit2 Microchip</i>	96
Anexo F. <i>Circuito de aplicación típico PICkit2 Microchip</i>	96
Anexo G. <i>Esquemático 1 PICkit2 Microchip</i>	97
Anexo H. <i>Esquemático 2 PICkit2 Microchip</i>	97
Anexo I. <i>USB Multilink interface Freescale</i>	98
Anexo J. <i>Decreto Número 1360 De 1989</i>	98
Anexo K. <i>Distribución de pines tarjeta Texas</i>	100
Anexo L. <i>Distribución de Pines tarjeta Freescale</i>	101
Anexo M. <i>Distribución pines tarjeta Microchip</i>	102
Anexo N. <i>Tabla de costos</i>	103
Anexo O. <i>Manual del usuario tarjeta Freescale</i>	104
Anexo P. <i>Manual del usuario tarjeta Microchip.</i>	109
Anexo Q. <i>Manual del usuario tarjeta Texas.</i>	114
Anexo R. <i>manual de creación de nuevos componentes PROTEUS 7.6 versión demo</i> ...	118

GLOSARIO

BUS: es un sistema digital que transfiere datos entre los componentes de un ordenador o entre ordenadores. Está formado por cables o pistas en un circuito impreso, dispositivos como resistencias y condensadores además de circuitos integrados.

DRIVER: es un software o programa que sirve de intermediario entre un dispositivo de hardware y el sistema operativo.

EPROM: son las siglas de *Erasable Programmable Read-Only Memory* (ROM programable borrable). Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil inventado por el ingeniero Dov Frohman.

HARDWARE: hace referencia a cualquier componente físico tecnológico, que trabaja o interactúa de algún modo con la computadora.

INTERFAZ: es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre ambas.

MEMORIA: dispositivo basado en circuitos que posibilitan el almacenamiento limitado de información y su posterior recuperación. Las memorias suelen ser de rápido acceso, y pueden ser volátiles o no volátiles.

LED: es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica.

RAM: son las siglas de *random access memory*, un tipo de memoria de ordenador a la que se puede acceder aleatoriamente; es decir, se puede acceder a cualquier byte de memoria sin acceder a los bytes precedentes.

ROM: (read-only memory) o *memoria de sólo lectura*, es la memoria que se utiliza para almacenar los programas que ponen en marcha el ordenador y realizan los diagnósticos. La mayoría de los ordenadores tienen una cantidad pequeña de memoria ROM (algunos miles de bytes).

PUERTO: es una forma genérica de denominar a una interfaz a través de la cual los diferentes tipos de datos se pueden enviar y recibir.

PROM: es el acrónimo de *Programmable Read-Only Memory* (ROM programable). Es una memoria digital donde el valor de cada bit depende del estado de un fusible (o antifusible), que puede ser quemado una sola vez. Por esto la memoria puede ser programada (pueden ser escritos los datos) una sola vez a través de un dispositivo especial, un programador PROM.

SENSOR: dispositivo capaz de medir magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

SOFTWARE: es todo el conjunto intangible de datos y programas de un ordenador.

USB: es un dispositivo de almacenamiento que utiliza memoria flash para guardar la información que puede requerir y no necesita baterías (pilas).

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la electrónica en los últimos años se ha destacado por la minimización de recursos, conservando su funcionalidad y mejorando su desempeño, es el caso de los dispositivos Microcontroladores.

Debido a la masiva utilización de estos dispositivos en todo tipo de proyectos electrónicos, se han desarrollado diferentes sistemas que permiten realizar prácticas de microelectrónica de una forma didáctica y versátil.

Este proyecto consiste en diseñar un sistema de módulos entrenadores para el desarrollo de prácticas de laboratorio en el área de Microcontroladores, con la intención de facilitar la elaboración de proyectos que requieran del uso de dicho dispositivo. El sistema consta de varios módulos que facilitaran el desarrollo de laboratorios y otra clase de prácticas, utilizando Microcontroladores de distintos fabricantes, permitiendo adicionalmente, comunicaciones por puerto serial y USB, así como de comunicación inalámbrica entre los Microcontroladores y entre los mismos y un pc.

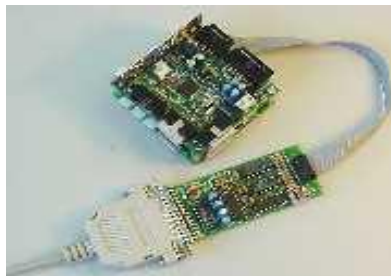
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad hay muchas empresas que construyen y venden módulos de entrenamiento para aplicaciones de control con microcontroladores de varias compañías de semiconductores, entre las más sobresalientes encontramos:

1.1.1 Freescale. Freescale¹ tiene el modulo GP BOT, el cual es un completo sistema de desarrollo para el control de robots. Dicho sistema consta, básicamente, de dos tarjetas de circuito impreso. En la figura 1 se muestra una imagen en la cual es posible ver dicho módulo.

Figura 1. Sistema de Desarrollo GP_Bot



http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/gp_bot/gp_bot.htm

En una de ellas, la denominada **GP_Bot**, se encuentra el microcontrolador de Freescale MC68HC908GP32, que es el cerebro del sistema, junto con una serie de conectores que dan acceso a todos los recursos del microcontrolador. También se ha dotado de dos sistemas de comunicaciones diferentes para su interconexión con otras tarjetas, con un PC o con cualquier otro sistema: un driver serie tipo RS-232 y un módulo de radio en la banda de los 433 MHz La elección del microcontrolador se ha hecho con base en la disponibilidad de 32Kbytes de memoria flash en el propio chip, además de disponer de suficientes puertos de entrada/salida y herramientas de desarrollo asequibles.

En la segunda tarjeta, **GP_Bot_Ifaz**, se han colocado una serie de interfaces de uso común, lo que permite manejar hasta 4 motores bidireccionales o dos motores paso a

¹ Freescale. [Internet] [consultado 13 Agosto de 2009]. Disponible en http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/gp_bot/gp_bot.htm

paso bipolares. Polariza y controla la lectura (analógico y/o digital) de hasta 4 fotodetectores, permite un sistema de alimentación de los motores diferente al de la lógica (mayor potencia, inmunidad al ruido, etc.). Dispone de 8 entradas analógicas que también pueden ser entradas/salidas digitales y otras 4 señales de entrada/salida digital.

Ambas tarjetas han sido diseñadas con igual tamaño (70x65 mm) y distribución de conectores, lo que permite conseguir un conjunto muy compacto. Se ha diseñado también una tercera tarjeta, denominada **GP_Mon**, que sirve para conectar todo el sistema al PC, para la programación del microcontrolador y el depurado de sus aplicaciones.

Figura 2. Entrenador MC68331



<http://lorien.die.upm.es/~juancho/pfcs/jmrs/Micro331/Placa68331.doc>

Freescall² por otro lado tiene también un completo sistema de desarrollo llamado entrenador MC 68331 como se muestra en la figura 2, el cual posee un puerto serie síncrono exclusivo para labores de depuración de programas. Comunicándonos con dicho puerto desde un PC podemos realizar las tareas de: cargar y ejecutar un programa, detener su ejecución, visualizar y modificar registros o memoria (todo ello en paralelo con la ejecución del programa y sin necesidad de consumir un puerto serie asíncrono ni incluir un programa monitor).

Como entorno de desarrollo se ha construido un programa en Visual Basic, aunque el ensamblador y las rutinas de comunicaciones con la placa del 68331 forman una DLL escrita en Visual C. El entorno permite editar, ensamblar, cargar, depurar programas, ejecutar hasta el cursor, comunicarse a través de un puerto serie del PC, insertar puntos de ruptura, etc. todo ello de una manera fácil e intuitiva. Para ello se han basado en el

² Freescale. [Internet] [consultado 13 Agosto de 2009]. Disponible en <http://lorien.die.upm.es/~juancho/pfcs/jmrs/Micro331/Placa68331.doc>

programa de prueba TEST32 que proporciona el fabricante, cuya funcionalidad se ha ampliado. Este programa contiene además un amplio y detallado manual de funcionamiento (que contiene también las instrucciones de montaje de la placa), con diversos ejemplos de programación que incluyen el manejo de dispositivos de entrada/salida típicos (teclado matricial, display LCD), comunicaciones (puerto serie RS-232), de temporización (reloj de tiempo real), etc.

En torno a este sistema se han comenzado a desarrollar un conjunto de prácticas básicas que introducen al alumno en problemas de comunicaciones y control que le pueden ser útiles en la realización de diseños personalizados más complejos y realistas (aquellos que más satisfacen al alumno vocacional). Estas prácticas incluyen: una interfaz telefónica (con las operaciones más comunes de marcación, detección de llamada, colgar, descolgar y decodificar tonos DTMF, y que permite al alumno llevar a cabo prototipos domóticos controlables por vía telefónica), comunicaciones digitales y control remoto por medio de infrarrojos y radiofrecuencia, comunicaciones a través de la red eléctrica convencional (para acceder a puntos remotos de una casa o de una empresa sin necesidad de nuevo cableado), interfaces vocales simples basadas en síntesis y reconocimiento de voz, etc.

1.1.2 Microchip. Microchip³ tiene el módulo MICROPIC TRAINER. La placa microPic Trainer es un diseño de Microsystems Engineers que está diseñada para el aprendizaje los microcontroladores Pic.

Figura 3. *Micropic Trainer*



<http://members.fortunecity.es/davidweb2/placas/trainer.htm>

³ Microchip. [Internet] [consultado 26 Agosto de 2009]. Disponible en <http://members.fortunecity.es/davidweb2/placas/trainer.htm>

Esta placa permite la programación de Pícs de 18 y 28 patillas directamente desde el ordenador a través del puerto paralelo y usando un software diseñado por ellos llamado Picme-tr. En la misma placa se dispone de una serie de periféricos para comprobar si el programa (generalmente creado y depurado en MPLAB) funciona correctamente. Entre los periféricos disponibles están un pack de 8 leds, 5 interruptores, una pantalla LCD de 16x2 dígitos, un display 7 segmentos y 4 potenciómetros para las entrada analógicas de los modelos de gama alta. A parte tiene un conector de 26 contactos para cable plano con el que se puede interconectar la microPic Trainer con otras placas como es el caso de la Trainer Plus.

La Trainer Plus tiene un teclado 4x4, 4 displays 7 segmentos, y tres chips i2c, uno es un reloj calendario, otro es un amplificador de e/s, y el último es convertidor A/D y D/A. También permite comunicación vía RS232.

Figura 4. Entorno de desarrollo EasyPIC4



<http://members.fortunecity.es/davidweb2/placas/trainer.htm>

Microchip⁴ El sistema de desarrollo EasyPIC4 consiste en un entrenador o placa didáctica de evaluación para aplicaciones basadas en los microcontroladores Microchip PIC.

Se ha diseñado para permitir a estudiantes e ingenieros explorar y trabajar con las capacidades de los microcontroladores PIC. Permite además, concentrarse principalmente en el desarrollo del software puesto que las conexiones entre

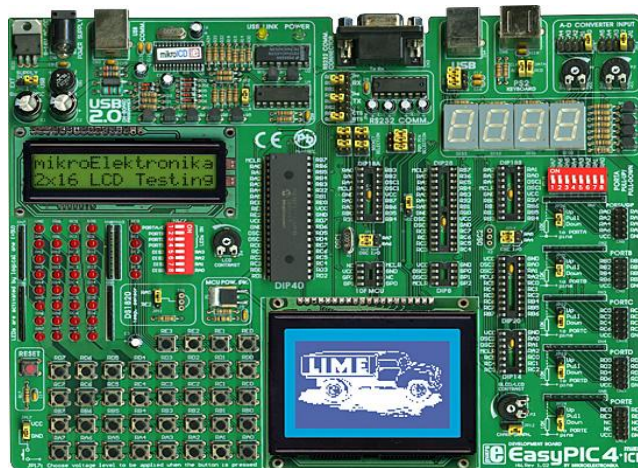
⁴ Microchip. [Internet] [consultado 26 Agosto de 2009]. Disponible en <http://members.fortunecity.es/davidweb2/placas/trainer.htm>

microcontroladores PIC y circuitos externos son muy sencillas de realizar.

Dispone de una serie de periféricos básicos de E/S con los que se puede verificar el funcionamiento de una aplicación, así como los circuitos necesarios para la grabación de diversos modelos de microcontroladores PIC. En la figura 2 se aprecia el aspecto del equipo EasyPIC4 y en las figuras 4 y 5 algunos detalles de los periféricos.

El sistema de desarrollo EasyPIC4 se presenta totalmente montado como se muestra en la figura 5, a excepción del LCD, GLCD y el sensor de temperatura, con un manual donde se incluye un tutorial con diversos ejemplos de demostración. También se incluye un CD-ROM con las diferentes herramientas de diseño así como los programas fuentes de los ejemplos propuestos en el manual.

Figura 5. *Detalle de la placa de evaluación EasyPIC4*

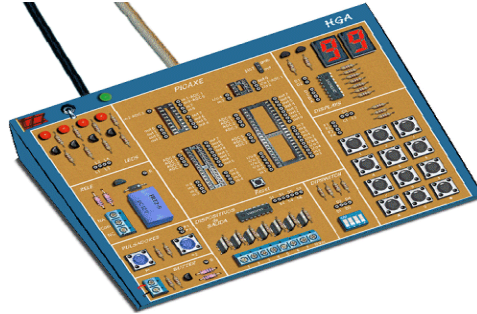


<http://members.fortunecity.es/davidweb2/placas/trainer.htm>

1.1.3 Picaxe. Picaxe⁵ Este proyecto se realizó para tener un entrenador que permita hacer prácticas y experimentos de una forma rápida y sencilla con los Microcontroladores Picaxe.

⁵ picaxe. [Internet] [consultado 26 Agosto de 2009]. Disponible en <http://ar.geocities.com/hugerar/picaxe.htm>

Figura 6. Entrenador de Microcontroladores PICAXE



<http://ar.geocities.com/hugerar/picaxe.htm>

Está formado por un conjunto de circuitos, independientes entre sí. Cada modulo tiene listas las conexiones a la fuente de alimentación y a los diferentes elementos que lo componen, tiene unos terminales de conexión, donde, utilizando cable telefónico, se pueden llevar las señales de control de un bloque a otro. Así que según el circuito que se desea probar, se hace la configuración necesaria. La fuente de alimentación es muy simple. La tensión que viene del transformador se rectifica, se filtra y mediante el IC 7805 se obtiene los +5V (**Vcc**), que es la alimentación que usan los dispositivos a programar. El LED Verde indica que el programador está alimentado. Las resistencias sirven para acoplar las señales del puerto serial a la señal del Microcontrolador.

Las señales del puerto serial (**DB25**) utilizadas son 2, 3, y 7, que permiten interconectar el circuito con la PC. El pin 2 (**Serial in**) es el encargado de llevar los datos desde la PC hacia el Microcontrolador que se está programando. El pin 3 (**Serial out**) permite a la PC leer los datos enviados por el Microcontrolador desde el programador. En tanto el pin 7 (**Gnd**) es la masa. El microcontrolador Picaxe posee dentro de él un pequeño programa (firmware) para que su uso y programación sea mucho más fácil. Por medio de este programa interno, los Picaxe pueden programarse en BASIC y hasta en DIAGRAMA DE FLUJO, no precisan cargador externo y se los puede programar sin ser quitados del circuito donde están funcionando. El microcontrolador Picaxe almacena sus programas en su memoria FLASH (no volátil). No es posible leer el código de un programa grabado en el microcontrolador Picaxe, por lo tanto si desea guardar el código de un programa para ser utilizado posteriormente deberá guardar en el ordenador el código del programa antes de grabarlo en el Picaxe.

Cuando desee reprogramar el Picaxe, grabe un nuevo programa en el microcontrolador, esta acción borra el viejo programa almacenado en la memoria y almacena el nuevo programa en la memoria. La memoria sólo permite el almacenamiento de un programa a la vez.

El diseño del circuito del entrenador y programador de Microcontroladores Picaxe se basa en el Manual de uso, y el software **Programming Editor** de la página www.Picaxe.co.uk.

1.1.4 Texas Instruments. Texas Instruments⁶ El eZ430-RF2500 como se muestra en la figura 7, es una completa herramienta de desarrollo móvil para MSP430™ MCUs y el CC2500, que incluye todo el hardware y el software necesario para desarrollar un proyecto inalámbrico por completo con el MSP430 en una memoria USB conveniente.

Figura 7. Herramienta de desarrollo eZ430-RF2500



<http://www.mouser.com/Search/Refine.aspx?Keyword=eZ430-RF2500T>

Esta herramienta de desarrollo eZ430™ utiliza el MSP430F22x4, que combina 16-MIPS con un 200-ksps 10-bit ADC y 2 amplificadores y se empareja con la CC2500 transceptor de RF de múltiples canales diseñados para aplicaciones de baja potencia inalámbricos. El eZ430-RF2500 también se utiliza para ejecutar la aplicación de la cosecha de energía de la eZ430-RF2500-SEH Energía Solar de cosecha para herramientas de desarrollo. El eZ430-RF2500-SEH ayuda a los diseñadores crear una perpetuamente powered red de sensores inalámbricos basados en la ultra-bajo consumo MSP430 MCU.

⁶ Texas Instruments. [Internet] [consultado 26 octubre de 2009]. Disponible en <http://www.mouser.com/Search/Refine.aspx?Keyword=eZ430-RF2500T>

1.2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el mercado es posible encontrar gran variedad de entrenadores o módulos para el desarrollo de prácticas con Microcontroladores de diferentes fabricantes como son: Microchip, Freescale, Texas Instruments entre otras. Sin embargo dichos entrenadores son construidos solo para una marca de Microcontroladores específica; también carecen del conjunto completo de elementos necesarios para realizar las más comunes aplicaciones que se pueden lograr con estos dispositivos.

¿Cuales módulos cumplen con las características necesarias para realizar prácticas de laboratorio en aplicaciones con Microcontroladores de distintos fabricantes, tales como manejo de leds, display 7 segmentos, matriz, pulsadores, LCD gráfica, y comunicaciones alámbricas e inalámbricas, entre otras?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante porque brinda un gran apoyo tanto a estudiantes, docentes y en general a todos aquellos que trabajen con Microcontroladores (Microchip, Freescale, Texas Instruments etc.), puesto que sirve como herramienta de: aprendizaje, enseñanza y desarrollo de proyectos que utilicen estos dispositivos.

El desarrollo del proyecto satisface la necesidad de incluir en el mercado un entrenador que consta de tres tarjetas que permite realizar prácticas con Microcontroladores, una tarjeta por cada fabricante. Este entrenador consta de distintos elementos que generalmente se utilizan para el desarrollo de proyectos, además de puertos de comunicación alámbrica e inalámbrica, entre tarjetas y entre el entrenador y un PC.

Teniendo en cuenta los aspectos que influyen en la factibilidad del proyecto, se puede deducir que es totalmente viable debido al “bajo” costo económico del diseño del sistema y sus componentes, (ver: Desarrollo Ingenieril, ANEXO N); también por que se conocen claramente las fuentes de información necesarias y los recursos humanos tales como personas especializadas en el tema que guiaran el desarrollo del proyecto hasta que culmine.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Diseñar y construir un sistema de módulos entrenadores para el desarrollo de prácticas de laboratorio con Microcontroladores de varios fabricantes.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de tarjetas para realizar prácticas con Microcontroladores, 1 por cada fabricante seleccionado.
- Implementar la comunicación alámbrica e inalámbrica entre dos módulos del sistema.
- Realizar una interfaz de comunicación entre los módulos y un computador.
- Seleccionar el protocolo de comunicación entre los módulos y el computador.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento del sistema.
- Elaborar un manual del usuario para facilitar el manejo de la tarjeta, además de prácticas con: leds, displays 7 segmentos, matriz, pulsadores, LCD gráfica y comunicaciones entre otros.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1. Alcances. Este proyecto se dará por terminado, luego del diseño y construcción de cada una de las tarjetas, vale la pena aclarar que se entregara un modulo por cada Microcontrolador que sea utilizado.

Por otro lado se desarrollara una manual de usuario el cual tiene como finalidad, facilitar el manejo y/o reconocimiento del módulo, además se realizara una breve demostración del funcionamiento de cada tarjeta.

1.5.2. Limitaciones. El desarrollo del proyecto está limitado a la entrega de 1 tarjeta por cada fabricante del Microcontrolador seleccionado, además de la inclusión de los siguientes dispositivos en cada uno de las ellas.

- 4 displays (7 segmentos)
- 8 Leds
- 1 matriz de 8x8 bicolor
- 1 teclado 4x4
- 1 LCD gráfica
- 1 LCD 16x2

Además de puertos de comunicación tales como:

- Serial
- USB
- Comunicación inalámbrica

Este tipo de módulos será posible usarlos en las asignaturas CAD Electrónico, Microcontroladores, Control digital y Comunicaciones.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO TEORICO- CONCEPTUAL

En los últimos tiempos,⁷ el área de los microcontroladores tiene sus raíces en el desarrollo de la tecnología de los circuitos integrados. Este desarrollo ha hecho posible contener cientos de miles de transistores en un solo chip. Ése era uno de los requisitos previos para la producción de los microprocesadores. Las primeras computadoras fueron desarrolladas agregando periféricos externos como memorias y timers entre otros, lo que aumentaba el volumen de los circuitos integrados.

Estos circuitos integrados contenían procesador y periféricos; fue así cómo se desarrolló el primer chip que contenía una microcomputadora, a lo que después se llegaría a conocer como el microcontrolador.

En resumen, el microprocesador era el corazón de una computadora. Por otro lado, el microcontrolador fue diseñado para ser todo eso en un solo chip. Ningún otro componente externo se necesita para su aplicación, porque todos los periféricos necesarios ya están contruidos en él.

2.1.1. Microcontrolador. Los microcontroladores⁸ están conquistando el mundo. Están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar.

El microcontrolador⁹ es un circuito integrado de muy alta escala de integración que contiene las partes funcionales de un computador:

- CPU (**C**entral **P**rocessor **U**nit o Unidad de Procesamiento Central)

⁷ Microcontroladores. [Internet] [consultado 01 Junio de 2011]. Disponible en <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/z8plus/documentos/historia01.pdf>

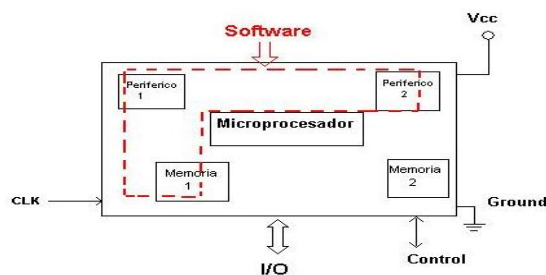
⁸ Microcontroladores. [Internet] [consultado 01 Agosto de 2010]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>

⁹ Microcontroladores. [Internet] [consultado 01 Agosto de 2010]. Disponible en http://www.lulu.com/items/volume_38/588000/588200/1/print/SESSION_1_ATMEGA8.pdf

- Memorias volátiles (RAM), para datos
- Memorias no volátiles (ROM, PROM, EPROM) para escribir el programa
- Líneas de entrada y salida para comunicarse con el mundo exterior.
- Algunos periféricos (comunicación serial, temporizador, convertidor A/D, etc)

Es decir, el microcontrolador es un computador integrado en un solo chip. **Integrar** todos estos elementos en un solo circuito integrado ha significado desarrollar aplicaciones importantes en la industria al economizar materiales, tiempo y espacio.

Figura 8. Esquema del microcontrolador



<http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

2.1.1.1. Recursos comunes a todos los microcontroladores. Al estar todos los microcontroladores integrados en un chip, su estructura fundamental y sus características básicas son muy parecidas. Todos deben disponer de los bloques esenciales Procesador, memoria de datos y de instrucciones, líneas de E/S, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos. Sin embargo, cada fabricante intenta enfatizar los recursos más idóneos para las aplicaciones a las que se destinan preferentemente.

2.1.1.2. Arquitectura básica

2.1.1.2.1. Arquitectura Von Neumann¹⁰. La arquitectura tradicional de computadoras y microprocesadores está basada en la arquitectura Von Neumann como se muestra en la figura 9, en la cual la unidad central de proceso (CPU), está conectada a una memoria única donde se guardan las instrucciones del programa y los datos. El tamaño de la

¹⁰ Arquitectura von neumann. [Internet] [consultado 02 Agosto de 2010]. Disponible en <http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/uno.htm>

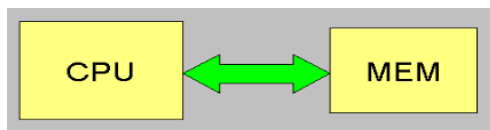
unidad de datos o instrucciones está fijado por el ancho del bus que comunica la memoria con la CPU. Así un microprocesador de 8 bits con un bus de 8 bits, tendrá que manejar datos e instrucciones de una o más unidades de 8 bits (bytes) de longitud. Si tiene que acceder a una instrucción o dato de más de un byte de longitud, tendrá que realizar más de un acceso a la memoria. El tener un único bus hace que el microprocesador sea más lento en su respuesta, ya que no puede buscar en memoria una nueva instrucción mientras no finalicen las transferencias de datos de la instrucción anterior.

Resumiendo todo lo anterior, las principales limitaciones que se encuentran con la arquitectura Von Neumann son:

1º. La limitación de la longitud de las instrucciones por el bus de datos, que hace que el microprocesador tenga que realizar varios accesos a memoria para buscar instrucciones complejas.

2º. La limitación de la velocidad de operación a causa del bus único para datos e instrucciones que no deja acceder simultáneamente a unos y otras, lo cual impide superponer ambos tiempos de acceso

Figura 9. *Arquitectura Von Neumann.*



<http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/uno.htm>

2.1.1.2.2. Arquitectura Harvard. La arquitectura Harvard ¹¹ tiene la unidad central de proceso (CPU) conectada a dos memorias (una con las instrucciones y otra con los datos) por medio de dos buses diferentes como se muestra en la figura 10.

Una de las memorias contiene solamente las instrucciones del programa (Memoria de Programa), la otra únicamente almacena datos (Memoria de Datos).

Ambos buses son totalmente independientes y pueden ser de distintos anchos. Para un

¹¹ Arquitectura Harvard. [Internet] [consultado 08 Agosto de 2010]. Disponible en <http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/uno.htm>

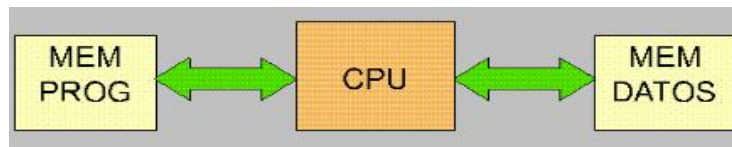
procesador de Set de Instrucciones Reducido, o RISC (**R**educed **I**nstrucción **S**et **C**omputer), el set de instrucciones y el bus de memoria de programa pueden diseñarse de tal manera que todas las instrucciones tengan una sola posición de memoria, de programa y de longitud, Además, al ser los buses independientes, la CPU puede acceder a los datos para completar la ejecución de una instrucción, y al mismo tiempo leer la siguiente instrucción a ejecutar.

Ventajas de esta arquitectura:

1º. El tamaño de las instrucciones no está relacionado con el de los datos, por lo tanto puede ser optimizado para que cualquier instrucción ocupe una sola posición de memoria de programa, logrando así mayor velocidad y menor longitud de programa.

2º. El tiempo de acceso a las instrucciones puede superponerse con el de los datos, logrando una mayor velocidad en cada operación.

Figura 10. *Arquitectura Harvard.*



<http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/uno.htm>

2.1.2. Microcontrolador Freescale. La arquitectura de estos microcontroladores es Von – Newman, es decir, que las direcciones y los datos comparten el mismo espacio en memoria. Tienen EEPROM incorporada, RAM, temporizadores, conversor A/D, entradas y salidas digitales, contadores de pulso, entre otras funciones.

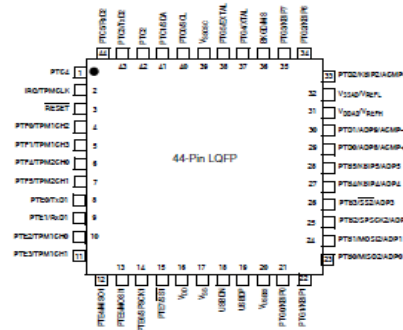
a) MC9S08JM60¹²

Características:

- Microcontrolador Freescale de 8 bits de la familia HCS08 de bajo costo y alto rendimiento.

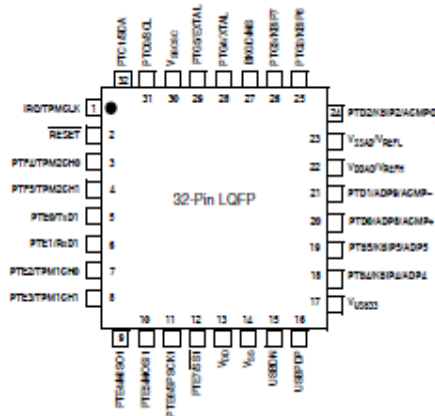
¹² Freescale MC9S08JM60. [Internet] [consultado 01 Enero de 2011]. Disponible en <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/227819/FREESCALE/MC9S08JM60.html>

Figura 12. Diagrama de pines del microcontrolador Freescale MC9S08JM16 de 44 pines



<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/346316/FREESCALE/MC9S08JM16.html>

Figura 13. Diagrama de pines del microcontrolador Freescale MC9S08JM16 de 32 pines.



<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/346316/FREESCALE/MC9S08JM16.html>

2.1.3. Microcontrolador Microchip. Estos dispositivos son de arquitectura Harvard, por lo tanto tienen buses de datos y direcciones separados. Consumen poca energía., tienen un reducido número de instrucciones, por ende implica simplicidad en su arquitectura, es de bajo costo y excelente rendimiento.

a) PIC 18F2550¹⁴

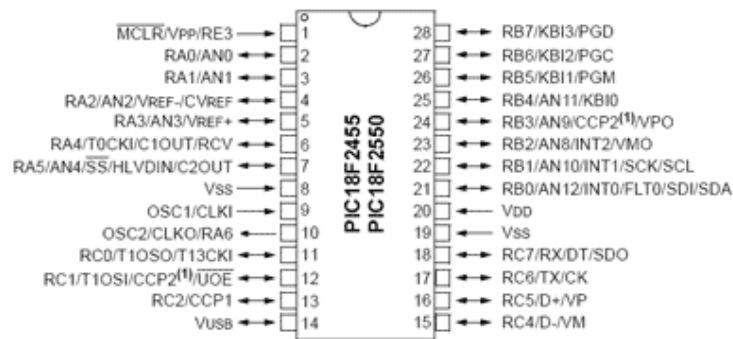
Características:

- Interface USB 2.0 de alta velocidad 12Mbit/s
- Tipo de memoria: Flash,

¹⁴ PIC18F2550. [Internet] [consultado 01 Enero de 2011]. Disponible en http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/P/I/C/1/PIC18F2550.shtml

- Memoria de programa: 32 Kb
- CPU Speed (MIPS): 12
- Memoria Ram: 2048 bytes,
- EEPROM: 256 bytes
- Voltaje de operación: 2 a 5.5 V
- Versátil como se evidencia en la figura 14.

Figura 14. Diagrama de pines del PIC 18F2550



http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/P/I/C/1/PIC18F2550.shtml

b) PIC 18F4550¹⁵

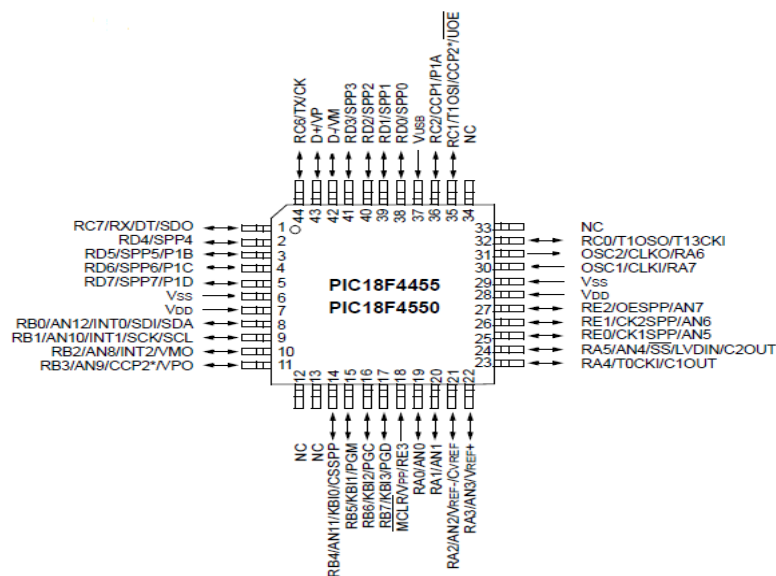
Características:

- Memoria de programa:
 - memoria flash interna de 32.768 bytes
 - Almacena instrucciones y constantes/datos
 - Puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución
- Memoria RAM de datos:
 - Memoria SRAM interna de 2048 bytes en la que están incluidos los registros de función especial.

¹⁵ PIC18F4550. [Internet] [consultado 01 Enero de 2011]. Disponible en http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/P/I/C/1/PIC18F2550.shtml

- Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa
- Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones
- Memoria EEPROM de datos:
 - memoria no volátil de 256 bytes.
 - Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación.
 - Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros
- Memoria de configuración:
 - Memoria en la que se incluyen los bits de configuración (12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2 bytes de memoria de solo lectura).
- Bus de la memoria de programa:
 - 21 líneas de dirección.
 - 16/8 líneas de datos (16 líneas para instrucciones / 8 líneas para datos)
- Bus de la memoria de datos:
 - 12 líneas de dirección
 - 8 líneas de datos.

Figura 15. Diagrama de pines del PIC 18F4550



http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/P/I/C/1/PIC18F2550.shtml

2.1.4. Microcontrolador Texas. Poseen una serie de periféricos analógicos y digitales, para mediciones precisas, además incluyen ADCs, DACs, amplificadores operacionales, drivers LCD, comparadores y sistemas supervisorios de niveles de voltaje. Muy bajo consumo de potencia.

Para la implementación de proyectos la familia MSP430 es una alternativa económica frente a sus adversarios. El diseño de software orientado al MSP430 tiende a ser menos propenso al error y aporta una mejor visión del microcontrolador.

- Memoria y velocidad de procesado sobradamente suficientes.
- Diferentes osciladores.
- Diferentes relojes
- Diferentes modos de funcionamiento (modos de bajo consumo)

a) MSP430F2111¹⁶

La serie MSP430x21x1 es un microcontrolador de muy bajo consumo de energía, de señal mixta, con un temporizador incorporado de 16-bit, comparador analógico versátil y dieciséis pines de E / S. Las aplicaciones típicas incluyen sistemas de sensores que captan las señales analógicas, las convierten en valores digitales y luego procesar los datos para su visualización o para su transmisión a un sistema host.

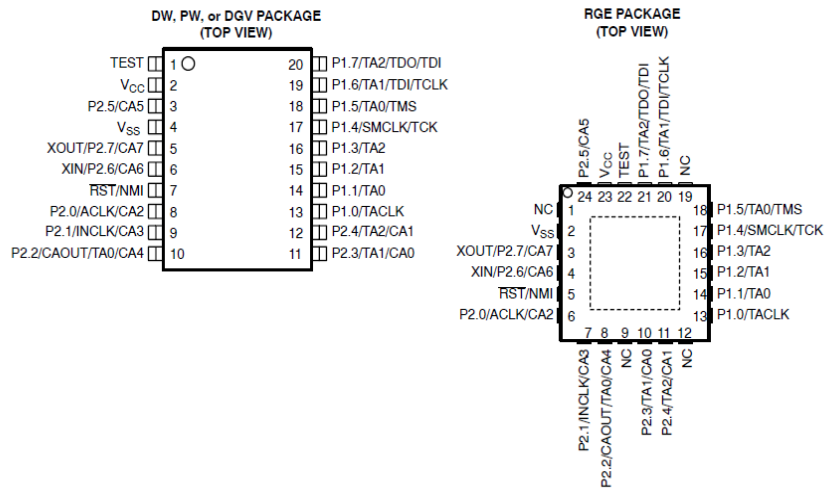
Características:

- Suministro de voltaje de bajo rango 1.8 V a 3.6 V
- Bajo consumo de Energía
- Rápida reactivación desde el modo de espera, menos de 1 us
- arquitectura RISC de 16 bits, duración del ciclo de la instrucción de 62.5 ns
- Configuraciones de módulo básicas de reloj:
 - Frecuencias internas hasta 16MHz con 4 frecuencias calibradas hasta el $\pm 1\%$.

¹⁶ msp430f2111. [Internet] [consultado 01 Enero de 2011]. Disponible en <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f2111.pdf>

- cristal 32-kHz.
- Cristal de alta frecuencia hasta 16MHz.
- Fuente externa del reloj
- Timer_A de 16 bits con tres capturas/compara los registros

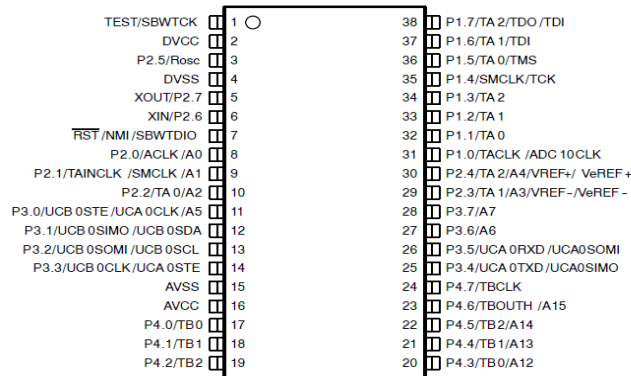
Figura 16. Diagrama de pines del MSP430F2111



controlador.

- Memoria Flash de 32KB + 256B
- Memoria RAM de 1KB

Figura 17. Diagrama de pines del MSP430F2272



<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f2272.pdf>

2.1.5. Teclado Matricial. Un teclado matricial¹⁸ 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 4x4 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 microcontrolador.

Figura 18. Teclado matricial 4 x 4



<http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>

¹⁸ Teclado matricial. [[Internet] [consultado 08 Agosto de 2010]. Disponible en <http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>

2.1.6. Comunicación Inalámbrica. La comunicación inalámbrica¹⁹ o sin cables es aquella en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales se encuentran: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, entre otros.

2.1.7. Módulos XBEE. Los módulos XBEE²⁰ están encapsulados en una especie de chip, que a su vez está formado por un microcontrolador, un emisor y un receptor de RF. Para el funcionamiento de estos dispositivos existen dos posibles protocolos de trabajo, el protocolo 802.15.4 y el protocolo ZigBee, ambos pensados para trabajar en red, permitiendo realizar comunicaciones peer-to-peer, unicast o broadcast. Estos módulos tienen la ventaja de poder flashearse y cambiarse de protocolo.

Una de las principales características de estos módulos es que pueden usarse para transmitir datos de un puerto serie inalámbricamente sin tener que configurar nada, simplemente conectando el pin RX y TX. Lo único con lo que se debe tener cuidado es con la alimentación de 3.3v y se debe por lo tanto construir un driver adecuado para no quemar el dispositivo. De este modo es posible conectar un microcontrolador directamente al módulo XBEE mediante dos cables, con lo que asignamos a nuestras aplicaciones comunicación inalámbrica. Sin embargo, para aplicaciones más simples podemos usar otras de las características del módulo, el mismo dispone de 8 pines de entrada/salida y 6 de estos pines además se pueden usar como ADC. Estas características se deben configurar mediante un PC (con una placa adecuada) o mediante un microcontrolador conectado al módulo.

¹⁹ Comunicación Inalámbrica. [[Internet] [consultado 10 Diciembre de 2010]. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica/

²⁰ Comunicación Inalámbrica. [[Internet] [consultado 10 Diciembre de 2010]. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica/

Figura 19. Módulos XBEE



<http://www.zigbe.net/?p=180>

2.1.8. Puertos USB²¹ (Universal Serial Bus). Estándar que comenzó en 1995 por Intel, Compaq, Microsoft. En 1997, el USB llegó a ser popular y extenso con el lanzamiento del chipset de 440LX de Intel.

Es una arquitectura de bus desarrollada por las industrias de computadoras y telecomunicaciones, que permite instalar periféricos sin tener que abrir la máquina para instalarle hardware, es decir, que basta con conectar dicho periférico en la parte posterior del computador.

2.1.8.1 Características

- Una central USB le permite adjuntar dispositivos periféricos rápidamente, sin necesidad de reiniciar la computadora ni de volver a configurar el sistema.
- El USB trabaja como interfaz para la transmisión de datos y distribución de energía que ha sido introducido en el mercado de PCs y periféricos para mejorar las lentas interfaces serie y paralelo.
- Los periféricos para puertos USB son reconocidos automáticamente por el computador (y se configuran casi automáticamente) lo cual evita dolores de cabeza al instalar un nuevo dispositivo en el PC.
- Los puertos USB son capaces de transmitir datos a 12 Mbps.

2.1.8.2 Forma

Existe un solo tipo de cable USB (A-B) como se muestra en la figura 20, con conectores

²¹ USB. [[Internet] [consultado 11 Diciembre de 2010]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos33/puertos-de-comunicacion/puertos-de-comunicacion.shtml>

distintos en cada extremo, de manera que es imposible conectarlo erróneamente. Consta de 4 hilos, transmite a 12 Mbps y es "Plug and Play", que distribuye 5v para alimentación y transmisión de datos.

Figura 20. Puertos USB



<http://www.monografias.com/trabajos33/puertos-de-comunicacion/puertos-de-comunicacion.shtml>

2.1.8.3 Ubicación en el sistema informático

El USB es la tecnología preferida para la mayoría de los teclados, Mouse y otros dispositivos de entrada de información de banda estrecha. El USB también está muy extendido en cámaras fotográficas digitales, impresoras, escáneres, módems, joysticks y similares.

2.1.9. Puertos Seriales²² (COM). Son adaptadores que se utilizan para enviar y recibir información de BIT en BIT fuera del computador a través de un único cable y de un determinado software de comunicación. Un ordenador o computadora en serie es la que posee una unidad aritmética sencilla en la cual la suma en serie es un cálculo digito a digito.

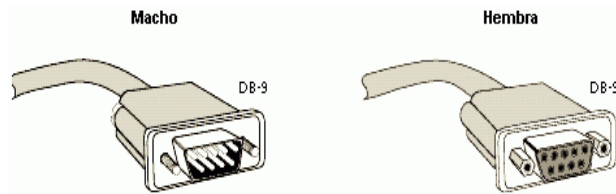
2.1.9.1 Características

- Los puertos seriales se identifican típicamente dentro del ambiente de funcionamiento como puertos del COM (comunicaciones).
- Los voltajes enviados por los pines pueden ser en 2 estados, encendido o apagado. Encendido (valor binario de 1) significa que el pin está transmitiendo una señal entre -3 y -25 voltios, mientras que apagado (valor binario de 0) quiere decir que está transmitiendo una señal entre +3 y +25 voltios.

²² Puertos Seriales. [[Internet] [consultado 11 Diciembre de 2010]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos33/puertos-de-comunicacion/puertos-de-comunicacion.shtml>

2.1.9.2 Forma Estos conectores son de tipo macho y los hay de 2 tamaños, uno estrecho, de 9 pines agrupados en dos hileras con una longitud aproximada de 17mm y otro ancho de 25 pines, con una longitud de unos 38mm, internamente son iguales (9 pines) y realizan las mismas funciones como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Puertos Seriales



<http://www.monografias.com/trabajos33/puertos-de-comunicacion/puertos-de-comunicacion.shtml>

2.1.9.3 Ubicación en el sistema informático

Estos puertos se utilizan para conectar el Mouse y el MODEM. Normalmente el Mouse se conecta a un puerto COM de 9 pines (comúnmente COM1) y el MODEM se conecta a un puerto de 25 pines (comúnmente COM2).

2.1.10. Pantalla LCD²³. Una pantalla de cristal líquido o 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 dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

Figura 22. Pantalla LCD

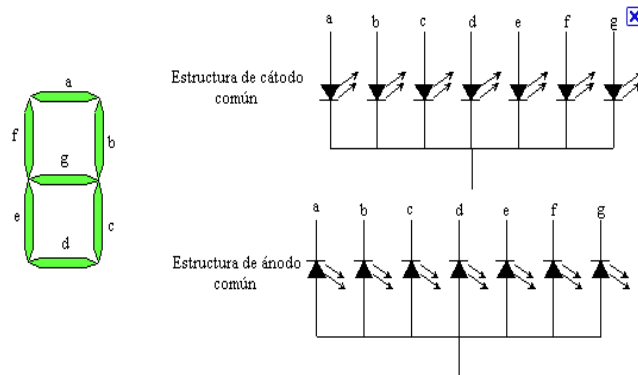


<http://picmind.es.tl/Uitlizando-LCD-16x2.htm>

²³ Pantalla LCD. [[Internet] [consultado 11 Diciembre de 2010]. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido

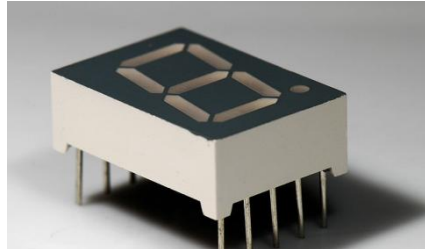
2.1.11. Display 7 segmentos²⁴. El visualizador de siete segmentos (llamado también display) es una forma de representar números en equipos electrónicos. Está compuesto de siete segmentos que se pueden encender o apagar individualmente. Cada segmento tiene la forma de una pequeña línea como se muestra en las figuras 23 y 24.

Figura 23. Estructura de los 7 segmentos



<http://www.monografias.com/trabajos11/leds/leds2.shtml>

Figura 24. 7 segmentos



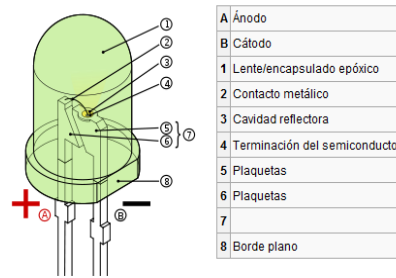
http://es.wikipedia.org/wiki/Visualizador_de_siete_segmentos

2.1.12. Led²⁵ Un led (de la sigla inglesa LED: Light-Emitting Diode: diodo emisor de luz) es un diodo semiconductor que emite luz. Se usan como indicadores en muchos dispositivos. Presentado como un componente electrónico en 1962, los primeros leds emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

²⁴ Display 7 segmentos. [[Internet] [consultado 11 Diciembre de 2010]. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Visualizador_de_siete_segmentos

²⁵ Display 7 segmentos. [[Internet] [consultado 11 Diciembre de 2010]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

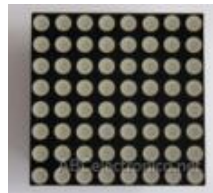
Figura 25. Led



<http://www.djtechttools.com/2009/08/31/how-to-change-a-button-led/>

2.1.13. Matriz 8 x 8²⁶. Consiste en una matriz de leds que puede representar tanto caracteres como gráficos. Las matrices de LED están constituidas por un mosaico de visualizadores más pequeños (8x8, normalmente). Pueden ser multicolores (Rojo-Naranja-Verde o Rojo-Verde-Azul).

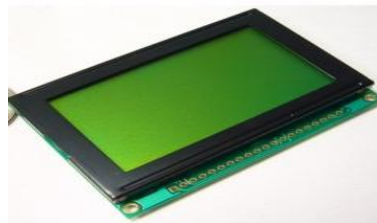
Figura 26. Matriz 8 x 8



<http://www.abcelectronica.net/productos/led-s-lcd-display/>

2.1.14. LCD gráfica. Esta es una pantalla grafica de LCD de 128x64 pixeles con backlight de LED Esta unidad funciona con una interface sencilla en base a comandos y este modelo incluye la circuitería necesaria para generar el voltaje negativo para el contraste.

Figura 27. LCD Gráfica



<http://www.abcelectronica.net/productos/led-s-lcd-display/>

²⁶ Matriz 8 x 8. [[Internet] [consultado 01 Junio de 2011]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Visualizador>

2.2. MARCO LEGAL O NORMATIVO

a) Marco legal respecto al desarrollo de software:

DECRETO NÚMERO 1360 DE 1989

“Por el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor.”

Ver anexo J.

3. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de este proyecto es de tipo empírico-analítico, debido a que la experiencia que se ha obtenido a través de investigaciones realizadas sobre este tipo de sistemas, será aplicada para la realización de este proyecto, también porque se pretende que dicho sistema este constituido por 3 tarjetas cada una con un Microcontrolador de diferente fabricante, pero perteneciente a un mismo entrenador.

Por otra parte, el uso de módulos entrenadores ha llegado a ser uno de los métodos más utilizados para que los estudiantes ejecuten un correcto manejo de los microcontroladores, debido a que estos poseen una variedad de prácticas que los estudiantes pueden realizar, además de una serie de dispositivos con los cuales pueden comprobar el funcionamiento de los programas que están desarrollando. Gran parte de los módulos manejan leds, displays, matrices, teclados, LCD entre otras. Pero este proyecto busca realizar interfaz con el computador además de comunicación inalámbrica entre módulos.

4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB – LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA

4.1. LÍNEAS DE INVESTIGACION USB

4.1.1. Tecnologías actuales y sociedad. En la actualidad el hombre está en la capacidad de controlar procesos sin necesidad de estar presente allí para desarrollar dichas tareas, de ahí la importancia que tiene el manejo de estos dispositivos capaces de realizar labores programadas, por esta razón las compañías distribuidoras de este tipo de mecanismos han presentado adelantos, los cuales evidencian mejoras para dichos dispositivos como son: mayor capacidad, aumento de la velocidad y con mayores aplicaciones en la industria tanto en la parte de control como en la parte de comunicaciones.

4.2. SUB-LÍNEA DE LA FACULTAD

4.2.1. Instrumentación y control de procesos

Desde un comienzo el hombre ha buscado desarrollar mecanismos con los cuales pueda mejorar los procesos industriales, realizar menor esfuerzo en la realización de los mismos y lograr mayor cantidad y calidad de productos en menor tiempo posible; la electrónica ha sido una de las áreas de investigación y desarrollo con la cual estos procesos han tenido dicho avance, pues ha desarrollado diversidad de dispositivos con los cuales estos procesos han sido facilitados, además de lograr encapsular estos chips en pequeñas estructuras para mejorar costos, espacio, implementación y transporte.

4.3. CAMPO TEMÁTICO

4.3.1. Microelectrónica. Desde la primera década de los 50`s la electrónica empezó a tener un cambio trascendental en las estructuras y funcionalidad de sus dispositivos, a partir de la aparición del transistor y de investigaciones realizadas a algunos materiales semiconductores que conllevaron a la aparición del circuito integrado, progreso en la tecnología que busco reducir el tamaño de los impresos y materiales utilizados en la construcción de los sistemas funcionales de algunos electrodomésticos en un principio. En la actualidad la microelectrónica tiene como estandarte el Microcontrolador, dispositivo programable que está en la capacidad de desarrollar y controlar varios procesos utilizados en la industria.

5. DESARROLLO INGENIERIL

5.1. DISEÑO DE LOS MÓDULOS

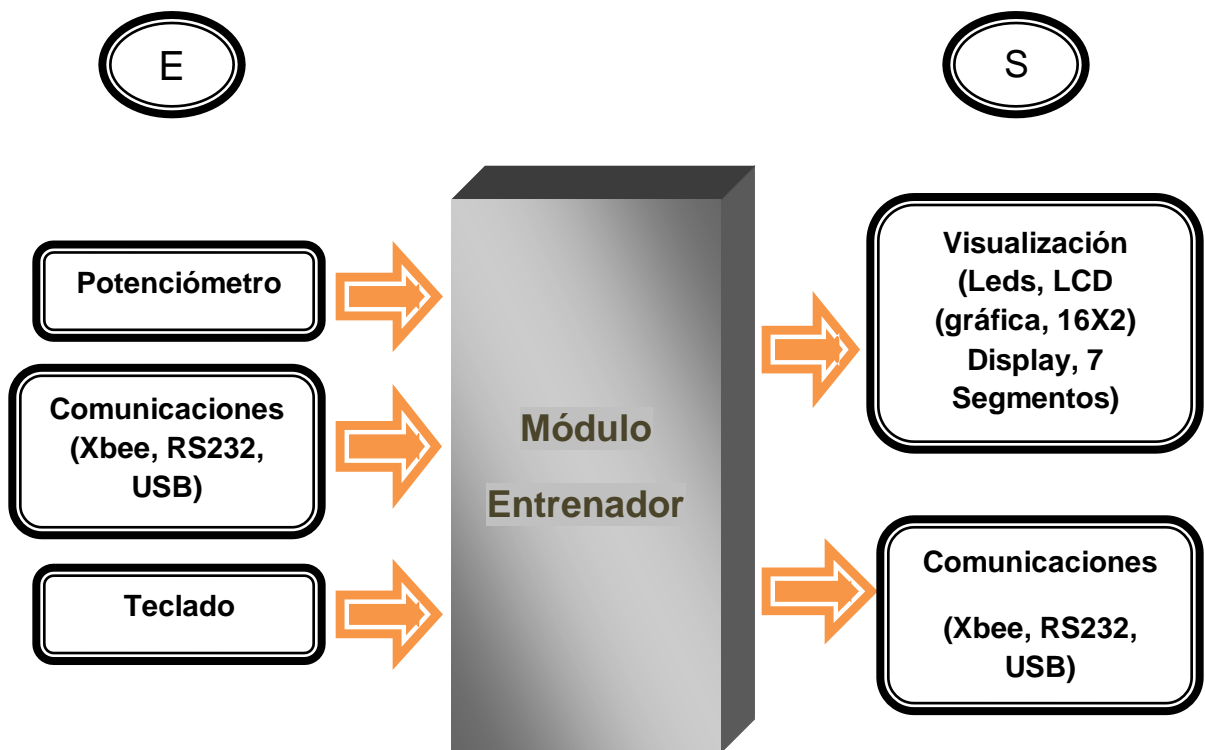
Figura 28. Diseño de los módulos



Autor.

NOTA: En general todos los módulos están constituidos por los mismos componentes, excepto el modulo de Texas que dentro de su sistema de comunicaciones carece de USB.

Figura 29. Diagrama de bloques módulos



Autor.

5.2. SELECCIÓN DEL HARDWARE

5.2.1. Selección del microcontrolador. La selección del microcontrolador determina los pasos a seguir en el desarrollo del proyecto. Para la selección del microcontrolador hay que tener en cuenta varios factores, como la documentación y herramientas de su desarrollo disponible, los fabricantes que los producen y las características del mismo. A continuación se relacionan los fabricantes que se escogieron:

5.2.1.1. Microcontrolador PIC Seleccionado. Los microcontroladores cuentan con características y aplicaciones similares. Pero existen características propias de cada dispositivo y fabricante que marcan las diferencias entre los dispositivos.

Tabla 1. Microcontroladores de la familia PIC 18F

DEVICE	MEMORY TYPE	BYTES	EEPROM DATA MEMORY	RAM	I/O PINS	ADC	COMPARATORS	TIMERS/WDT	INTERFACE	MAX. SPEED MHZ
PIC18F2220	Standard Flash	4096	256	512	25	10/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2320	Enhanced Flash	8192	256	512	25	10/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2420	Enhanced Flash	16384	256	768	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2455	Enhanced Flash	24576	256	2048	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2520	Enhanced Flash	32768	256	1536	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2525	Enhanced Flash	49152	1024	3968	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2550	Enhanced Flash	32768	256	2048	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2620	Enhanced Flash	65536	1024	3968	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4220	Enhanced Flash	4096	256	512	36	13/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4320	Enhanced Flash	8192	256	512	36	13/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		

PIC18F4420	Enhanced Flash	16384	256	768	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4455	Enhanced Flash	24576	256	2048	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F448	Enhanced Flash	16384	256	768	34	8/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4480	Enhanced Flash	16384	256	768	36	11/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4520	Enhanced Flash	32768	256	1536	36	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4525	Enhanced Flash	49152	1024	3968	36	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4550	Enhanced Flash	32768	256	2048	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F458	Enhanced Flash	32768	256	1536	34	8/10-Bit	2	1-8bit	AUSART EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4580	Enhanced Flash	32768	256	1536	36	11/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4585	Enhanced Flash	49152	1024	3328	36	11/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4620	Enhanced Flash	65536	1024	3968	36	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4680	Enhanced Flash	65536	1024	3328	36	11/10-Bit	2	3-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								1-16bit		
								1-WDT		

PIC18F6520	Enhanced Flash	32768	1024	2048	52	12/10- Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6525	Enhanced Flash	49152	1024	3840	53	12/10- Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6585	Enhanced Flash	49152	1024	3328	53	12/10- Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6620	Enhanced Flash	65536	1024	3840	52	12/10- Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6621	Enhanced Flash	65536	1024	3840	53	12/10- Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6627	Enhanced Flash	98304	1024	3938	58	12/10- Bit	2	3-8bit	2 EUSART	
								2-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6680	Enhanced Flash	65536	1024	3328	53	12/10- Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6720	Enhanced Flash	13107 2	1024	3840	52	12/10- Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6722	Enhanced Flash	13107 2	1024	3938	58	12/10- Bit	2	3-8bit	2 AUSART	
								2-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8520	Enhanced Flash	32768	1024	2048	68	16/10- Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8525	Enhanced Flash	49152	1024	3840	69	16/10- Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8585	Enhanced Flash	49152	1024	3328	69	16/10- Bit	2	1-8bit	EUSART SPI	40
								8-16bit		
								1-WDT		

PIC18F8620	Enhanced Flash	65536	1024	3840	68	16/10-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8621	Enhanced Flash	65536	1024	3840	69	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8627	Enhanced Flash	98304	1024	3938	70	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART 2 MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8680	Enhanced Flash	65536	1024	3328	69	16/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8720	Enhanced Flash	13107 2	1024	3840	68	16/10-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8722	Enhanced Flash	13107 2	1024	3938	72	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART	
								3-16bit		
								1-WDT		

<http://perso.wanadoo.es/pictob/pic18.htm>

El microcontrolador seleccionado para el desarrollo del proyecto es el PIC 18f4550, la selección de este dispositivo se debe a:

1. El PIC 18F4550 es bastante utilizado en proyectos industriales, en donde la precisión, direccionamiento, frecuencia de operación son factores necesarios, además cuenta con un set de 77 instrucciones que hace que tenga más capacidad de programación, reduciendo el número de líneas de programación, con lo que se logra que el programa sea más robusto y eficiente.
2. El microcontrolador seleccionado cuenta con una memoria de 32K, esto significa que se puede realizar un código fuente de hasta 32.000 líneas, lo que le da gran flexibilidad para el desarrollo del programa y valores agregados.
3. Mayor cantidad de pines.

4. Este microcontrolador es de fácil adquisición en el mercado, comparado con otros dispositivos de la familia 18F.

5.2.1.2. Microcontrolador Freescale Seleccionado. Los microcontroladores cuentan con características y aplicaciones similares. Pero existen características propias de cada dispositivo y fabricante que marcan las diferencias entre los dispositivos.

Tabla 2. Microcontroladores de la familia MS9S08JM

CARACTERISTICAS	DISPOSITIVO											
	MC9S08JM8			MC9S08JM16			MC9S08JM32			MC9S08JM60		
# PINES	48 PINES	44 PINES	32 PINES	48 PINES	44 PINES	32 PINES	64 PINES	48 PINES	44 PINES	64 PINES	48 PINES	44 PINES
FLASH	8.192			16.384			32.768			60.912		
RAM	1024			1024			2048			4096		
USB RAM	256			256			256			256		
ACMP	SI			SI			SI			SI		
ADC	8 CH	8 CH	4 CH	8 CH	8 CH	4 CH	12 CH	8 CH	8 CH	12 CH	8 CH	8 CH
IIC	SI			SI			SI			SI		
IRQ	SI			SI			SI			SI		
KBI	7	7	5	7	7	5	8	7	7	8	7	7
SCI1	SI			SI			SI			SI		
SCI2	SI		NO	SI		NO	SI			SI		
SPI1	SI			SI			SI			SI		
SPI2	SI		NO	SI		NO	SI			SI		
TPM1	4 CH	4 CH	2 CH	4 CH	4 CH	2 CH	6 CH	4 CH	4 CH	6 CH	4 CH	4 CH
TPM2	2 CH			2 CH			2 CH			2 CH		
USB RAM	SI			SI			SI			SI		
PINES I/O	37	33	21	37	33	21	51	37	33	51	37	33
EMPAQUES	48 QFN	44 LQFP	32 LQFP	48 QFN	44 LQFP	32 LQFP	64QFP, 64LQFP	48 QFN	44 LQFP	64QFP, 64LQFP	48 QFN	44 LQFP

MC9S08JM16 Rev. 2. 5/2008 pág. 19

MC9S08JM60 Rev. 3. 1/2009 pág. 19

El microcontrolador seleccionado para el desarrollo del proyecto es el Freescale MC9S08JM60, la selección de este dispositivo se debe a:

1. El MC9S08JM60 (del mundo de los 8 Bits) posee un controlador USB 2.0 apto

para realizar comunicaciones seriales en forma estándar.

2. Mayor cantidad de pines.
3. Este microcontrolador es de fácil adquisición en el mercado comparado con otros dispositivos de la familia mencionada para Freescale.

5.2.1.3. Microcontrolador Texas Seleccionado

Los microcontroladores cuentan con características y aplicaciones similares. Pero existen características propias de cada dispositivo y fabricante que marcan las diferencias entre los dispositivos.

Tabla 3. *Microcontroladores de la familia MSP430F*

DEVICE	MEMORY TYPE	BYTES	EEPROM DATA MEMORY	RAM	I/O PINS	ADC	COMPARATORS	TIMERS/WDT	INTERFACE	MAX. SPEED MHZ
PIC18F2220	Standard Flash	4096	256	512	25	10/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2320	Enhanced Flash	8192	256	512	25	10/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2420	Enhanced Flash	16384	256	768	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2455	Enhanced Flash	24576	256	2048	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2520	Enhanced Flash	32768	256	1536	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2525	Enhanced Flash	49152	1024	3968	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F2550	Enhanced Flash	32768	256	2048	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		

PIC18F2620	Enhanced Flash	65536	1024	3968	25	10/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4220	Enhanced Flash	4096	256	512	36	13/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4320	Enhanced Flash	8192	256	512	36	13/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4420	Enhanced Flash	16384	256	768	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4455	Enhanced Flash	24576	256	2048	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F448	Enhanced Flash	16384	256	768	34	8/10-Bit	2	1-8bit	AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4480	Enhanced Flash	16384	256	768	36	11/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4520	Enhanced Flash	32768	256	1536	36	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4525	Enhanced Flash	49152	1024	3968	36	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4550	Enhanced Flash	32768	256	2048	34	13/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	48
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F458	Enhanced Flash	32768	256	1536	34	8/10-Bit	2	1-8bit	AUSART EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		

PIC18F4580	Enhanced Flash	32768	256	153 6	36	11/1 0-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4585	Enhanced Flash	49152	1024	332 8	36	11/1 0-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4620	Enhanced Flash	65536	1024	396 8	36	13/1 0-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F4680	Enhanced Flash	65536	1024	332 8	36	11/1 0-Bit	2	3-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								1-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6520	Enhanced Flash	32768	1024	204 8	52	12/1 0-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6525	Enhanced Flash	49152	1024	384 0	53	12/1 0-Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6585	Enhanced Flash	49152	1024	332 8	53	12/1 0-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6620	Enhanced Flash	65536	1024	384 0	52	12/1 0-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6621	Enhanced Flash	65536	1024	384 0	53	12/1 0-Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6627	Enhanced Flash	98304	1024	393 8	58	12/1 0-Bit	2	3-8bit	2 EUSART	
								2-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6680	Enhanced Flash	65536	1024	332 8	53	12/1 0-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F6720	Enhanced Flash	13107 2	1024	384 0	52	12/1 0-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		

PIC18F6722	Enhanced Flash	131072	1024	3938	58	12/10-Bit	2	3-8bit	2 AUSART	
								2-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8520	Enhanced Flash	32768	1024	2048	68	16/10-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8525	Enhanced Flash	49152	1024	3840	69	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8585	Enhanced Flash	49152	1024	3328	69	16/10-Bit	2	1-8bit	EUSART SPI	40
								8-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8620	Enhanced Flash	65536	1024	3840	68	16/10-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8621	Enhanced Flash	65536	1024	3840	69	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8627	Enhanced Flash	98304	1024	3938	70	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART 2 MI ² C Compatible/SPI	
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8680	Enhanced Flash	65536	1024	3328	69	16/10-Bit	2	1-8bit	EUSART MI ² C Compatible/SPI	40
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8720	Enhanced Flash	131072	1024	3840	68	16/10-Bit	2	2-8bit	2 AUSART MI ² C Compatible/SPI	25
								3-16bit		
								1-WDT		
PIC18F8722	Enhanced Flash	131072	1024	3938	72	16/10-Bit	2	2-8bit	2 EUSART	
								3-16bit		
								1-WDT		

slab034t, ULTRA-LOW-POWER MSP430 MICROCONTROLLERS, pág. 14 y 15

El microcontrolador seleccionado para el desarrollo del proyecto es el Texas MSP430F2272, la selección de este dispositivo se debe a:

1. Bajo consumo de energía. (ver tabla 4).
2. Adicional a que cuenta con 32KB de Flash y 256B de memoria EEPROM de datos. También que cuenta con 1KB de Memoria RAM de datos
3. Mayor cantidad de pines.
4. Este microcontrolador es de fácil adquisición en el mercado comparado con otros dispositivos de Texas, además de su módico precio.(ver ANEXO N).

5.2.2. Selección de dispositivos de visualización. Para la visualización de los datos del sistema, es necesaria la utilización de los siguientes dispositivos:

- Pantalla LCD:

Se seleccionó la LCD gráfica de 128 x 64, en vez de la LCD gráfica de 128x128 ocupa mayor espacio, además cuenta con 40 pines para realizar el control, eventualidad que resulta difícil a la hora de realizar el diseño de la tarjeta, pues abarca una mayor cantidad de pines del microcontrolador.

- 7 Segmentos de cátodo común:

Los displays son periféricos muy importantes que muestran información proveniente de los puertos de salida

Generalmente se emplean displays de 7 segmentos, aunque el uso del Display de Cristal Líquido (LCD), consume menos energía que la del los 7 segmentos y permite mostrar una gran variedad de caracteres.

- Matriz 8 x 8

Se utilizó para visualización también la matriz de 8 x 8 ya que están constituidas por un mosaico de visualizadores más pequeños y fue útil en la implementación del proyecto.

5.3. SELECCIÓN DEL SOFTWARE

5.3.1. Selección del programador del microcontrolador. La selección del programador del microcontrolador está delimitada al microcontrolador que se va a utilizar, en este caso PIC de Microchip, Texas y Freescale (dispositivos preseleccionados)

El software utilizado para realizar el diseño y aplicativos de las tarjetas fue el paquete de PROTEUS (ISIS/ARES) **versión 7.6 DEMO**, para realizar el esquemático y posteriormente el diseño final de la placa respectivamente. Por otro lado, los aplicativos para el manejo de dichas tarjetas fueron determinados por los sistemas de programación de cada fabricante, para este caso PIC C, CODE COMPOSER y CODE WARRIOR para MICROCHIP, TEXAS y FREESCALE respectivamente.

5.3.2. Lenguajes de programación

a) “C”.

Este lenguaje es de alto nivel, y permite expresar el procesamiento de datos de forma simbólica, sin tener en cuenta los detalles específicos de la máquina, adicional lenguaje es independiente del modelo del computador y además proporciona un mayor nivel de abstracción.

Existen diferentes tipos de compiladores de código en C, que producen tres tipos de archivos; con extensión .hex (Permite grabar el programa ejecutable en el PIC a través de un programador como MPLAB); extensión .asm (contiene un listado en assembler del programa compilado); y extensión .pre (contiene la información pre-procesada del programa).

b) Assembler.

El lenguaje ensamblador, o assembler (assembly language en inglés) es un lenguaje de programación de bajo nivel para los computadores, microprocesadores, microcontroladores, y otros circuitos integrados programables. Implementa una representación simbólica de los códigos de máquina binarios y otras constantes necesarias para programar una arquitectura dada de CPU y constituye la representación más directa del código máquina específico para cada arquitectura legible por un programador. Esto está en contraste con la mayoría de los lenguajes de programación de alto nivel, que, idealmente son portables.

Un programa utilitario llamado ensamblador es usado para traducir sentencias del lenguaje ensamblador al lenguaje de máquina del computador objetivo.

5.4. ANÁLISIS DE DISEÑO Y CONEXIONES DE LAS TARJETAS

A continuación se mostraran las principales características eléctricas y térmicas de cada uno de los componentes seleccionados para la conformación de las tarjetas, además de algunos análisis del comportamiento de los dispositivos a la hora de colocar el sistema de alimentación.

Por otro lado, vale la pena aclarar que cada uno de los módulos o tarjetas tiene dos etapas de regulación, de 5 y 3.3 voltios, efectuados por los dispositivos 7805 y LM1117 respectivamente, debido a que no todos los componentes tienen el mismo rango de funcionamiento, En la tabla 4 se pueden ver las características mínimas y máximas de voltaje, corriente y temperatura de operación.

Tabla 4. Características eléctricas de los componentes seleccionados

DISPOSITIVO	VOLTAJE (V)		CORRIENTE (mA)		TEMPERATURA °C	
	Min	Máx.	Min	Máx.	Min	Máx.
CONDENSADORES	0	50	-	-	-25	85
DISPLAY 7 SEGMENTOS	1	4	10	40	23	75
DIODO 1N4001	-	50	-	1000	-55	175
LEDS	1.8	2.4	-	0.01	-30	85
LCD 16X2	2	5	0.35	0.6	-20	50
LCD GRAFICA	5	7	32	190	-20	70
MULTIPLEXOR 74HC154	2	6	-	5.2	-40	85
RS232	3.3	5	-	-	-	-
TRANSISTOR MMBT2222A	-	75	-	1000	-55	150
TRANSISTOR MMBT2907A	-	60	-	800	-55	150
MC9S08JM60	2.7	5.5	-	-	-40	85
MSP430F2272	1.8	3.6	0.0007	0.27	-	-
PIC18F4550	2	5.5	25	25	-	-
REGULADOR 7805	5	1000	5	24	0	125
REGULADOR LM1117	1.25	37	10	800	0	120
RESISTENCIAS	0	150	-	-	-55	125
TECLADO	-	-	-	-	-	-
XBEE	2.8	3.3	45	50	-40	85

Autor.

5.4.1. Análisis de funcionamiento del XBEE. Los XBEE son dispositivos de comunicación inalámbrica, más específicamente de propagación por radio frecuencia; estos dispositivos usan protocolo de comunicación ZIG BEE, en la banda ISM (INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL) con una frecuencia de operación de 2.4 GHz

5.4.1.1. Características eléctricas

$$V_{in} = 2.8 - 3.4V ; \quad I_{out_{TX}} = 45mA ; \quad I_{out_{RX}} = 50 mA$$

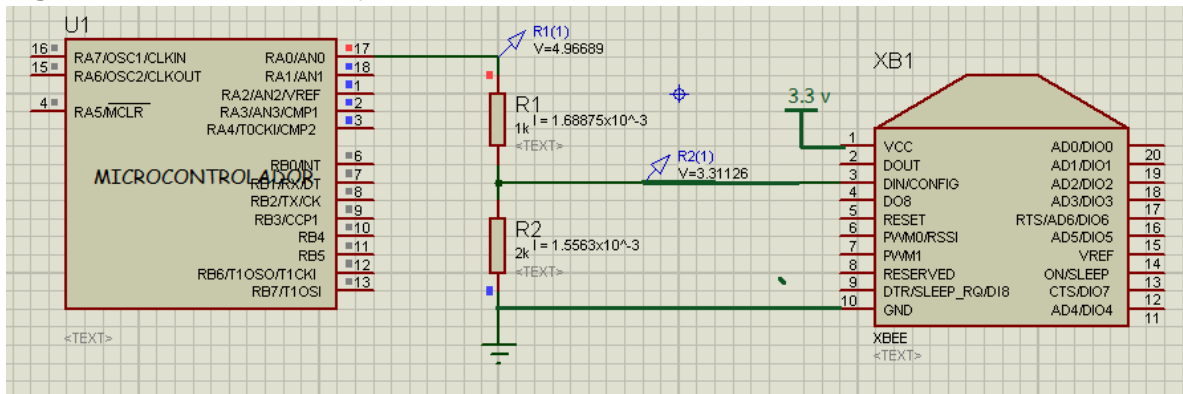
IDH: INPUT DIGITAL HIGH

IDL: INPUT DIGITAL LOW

$$IDH = 0.7 * V_{cc} = 0.7 * 3.3V = 2.31V ; \quad IDH \geq 2.31V$$

$$IDL = 0.35 * V_{cc} = 0.35 * 3.3V = 1.155V ; \quad IDL \leq 1.155V$$

Figura 30. Niveles de voltaje XBEE

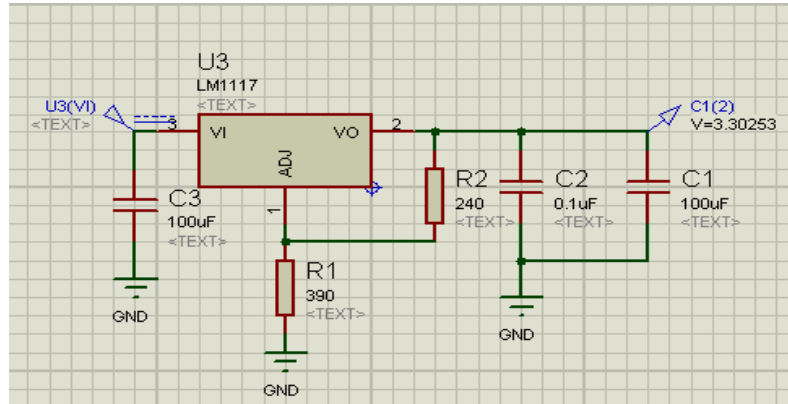


PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

5.4.2. Análisis del sistema de regulación con el LM1117. El LM1117 es un regulador de voltaje variable con un rango entre 1.25 – 37 Voltios y 800 mA. Para obtener este voltaje tenemos que dejar una resistencia fija y una variable, o por medio de la ecuación del regulador calcular la resistencia de ajuste R1

$$V_0 = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + (I_{ADJ} * R_2)$$

Figura 31. Configuración LM1117 para obtener 3,3 Voltios regulados.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

5.4.2.1. Análisis matemático.

○

$$V_0 = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + (I_{ADJ} * R_2) \quad ; \quad V_0 = -1,25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + (I_{ADJ} * R_2)$$

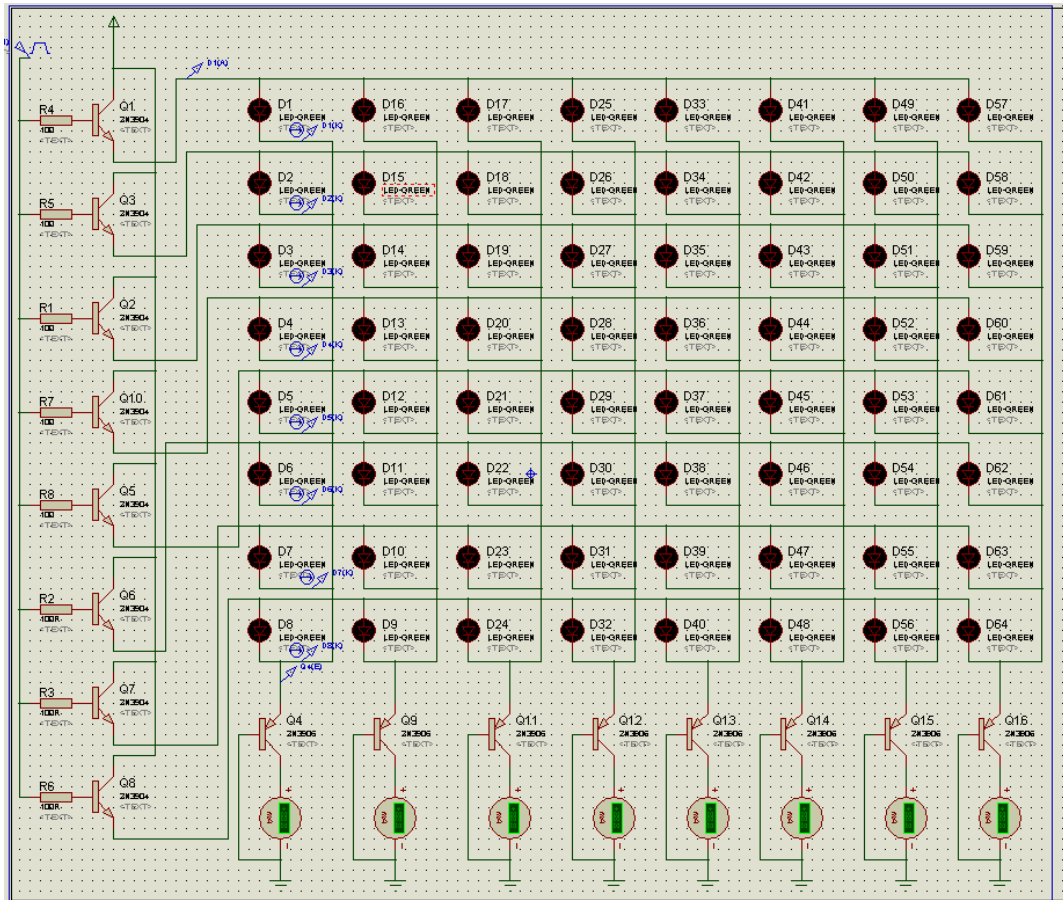
$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_0}{1,25} - 1 \right) \quad ; \quad R_2 = 240 \left(\frac{3,3}{1,25} - 1 \right) = 393,6 \cong 390 \Omega$$

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) 1,25 \quad ; \quad V_0 = \left(1 + \frac{390}{240} \right) 1,25 = 3,281 V \cong 3,3 V$$

Para realizar la conexión de los dispositivos fue necesario conectar varias resistencias de protección, no solo para proteger los componentes, realizar ajustes de luminosidad, sino también para proteger los canales del Microcontrolador. Por otro lado, es necesario estar pendiente de la configuración de los jumpers para evitar los cortocircuitos

5.4.3. Análisis de funcionamiento de la Matriz de Leds. Se utilizó una matriz de leds de 8x8 Bicolor (Rojo y Verde). Compuesta por 8 columnas de Leds rojos, 8 columnas de Leds Verdes a su vez distribuidas en 8 filas. A continuación se mostrará el circuito esquemático de la matriz de Leds en discreto.

Figura 32. Simulación Matriz 8x8 en discreto.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Para el diseño del circuito de la Matriz se tuvo en consideración las 8 columnas de un color y las 8 filas de la matriz debido a que los leds de ambos colores son de similares características eléctricas.

5.4.3.1. Características eléctricas

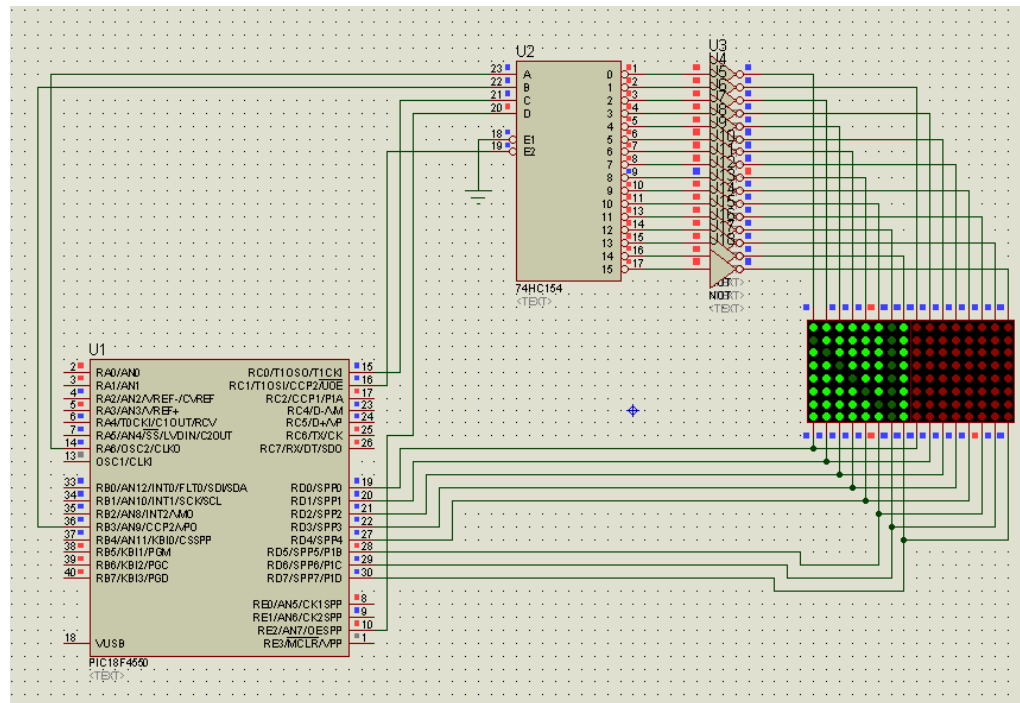
$$V_{Led} = 2.2V \quad ; \quad I_{Led} = 6mA \quad ; \quad P_{Led} = 13.2mW$$

Los valores mostrados anteriormente son leídos en el circuito cuando éste tiene funcionando todos los leds de un mismo color al mismo tiempo, es decir, se tomaron consideraciones de "Worst case", para garantizar un óptimo funcionamiento en el momento de realizar programas tipo Letreros o figuras luminosas los cuales debido a la

frecuencia de encendido y apagado de los leds presentan niveles de voltaje y corriente mucho más bajos que los que se tuvieron en cuenta para el diseño de esta parte de la tarjeta.

5.4.4. Etapa de control. En la siguiente figura se puede apreciar la conexión básica Matriz-Microcontrolador (aplica para los 3 fabricantes), donde se observa únicamente la etapa de control del circuito.

Figura 33. Conexión básica de la matriz.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

5.4.4.1. Componentes Adicionales Utilizados: 74HC154 Demultiplexor de 4 Entradas a 16 Salidas; se utilizó con el fin de poder controlar las 8 columnas de cada color que posee la matriz, con solo 4 pines configurados como salida en el microcontrolador. Mediante combinaciones binarias de 4 bits.

5.4.5. Etapa de potencia. Para un óptimo funcionamiento de la matriz de leds se requiere aparte de una eficaz etapa de control una excelente y confiable etapa de potencia, debido a que por la cantidad de leds que debe controlar y a las limitaciones de

Corriente de un Microcontrolador para este caso.

Como se había mencionado con anterioridad la corriente de cada led sería de 6mA y teniendo en cuenta que son 8 leds por cada columna de un color, sería así:

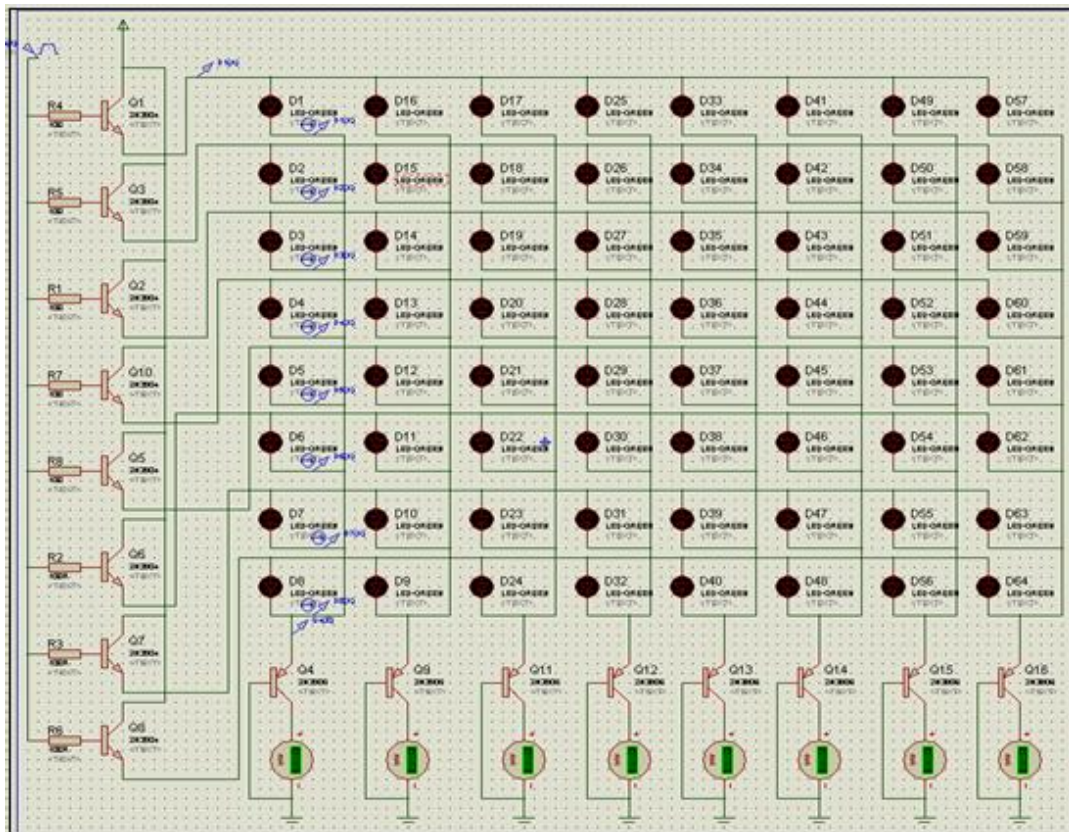
$$I_{FilaLeds} = 6mA * 8 = 48mA$$

Ahora como la matriz está compuesta por 8 columnas, la ecuación final quedaría así:

$$I_{Total} = 48mA * 8 = 384mA$$

Con una I_{Total} de 384mA estaríamos excediendo la máxima Corriente de salida de una salida digital de un Microcontrolador aprox. en 12 veces, razón por la cual las señales digitales a la salida del microcontrolador deben ser tomadas solo para el control del circuito. Para poder hacer lo anterior se utilizarán transistores BJT debido a su fácil y práctico manejo. De la siguiente forma:

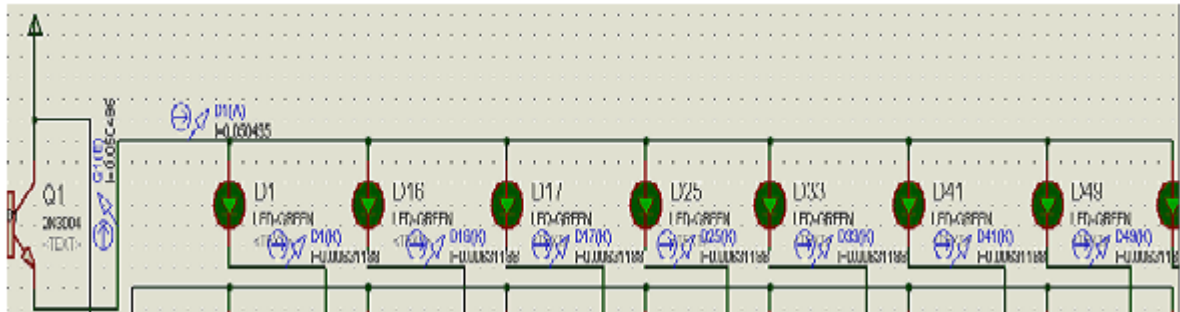
Figura 34. Etapa de potencia con transistores BJT.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

5.4.5.1. Componentes utilizados: Los transistores NPN MMBT2222A son los encargados de conmutar los leds asociados a cada fila de la Matriz, a partir de la señal TTL que envía el microcontrolador.

Figura 35. Medición de corriente en el transistor y en los leds filas.

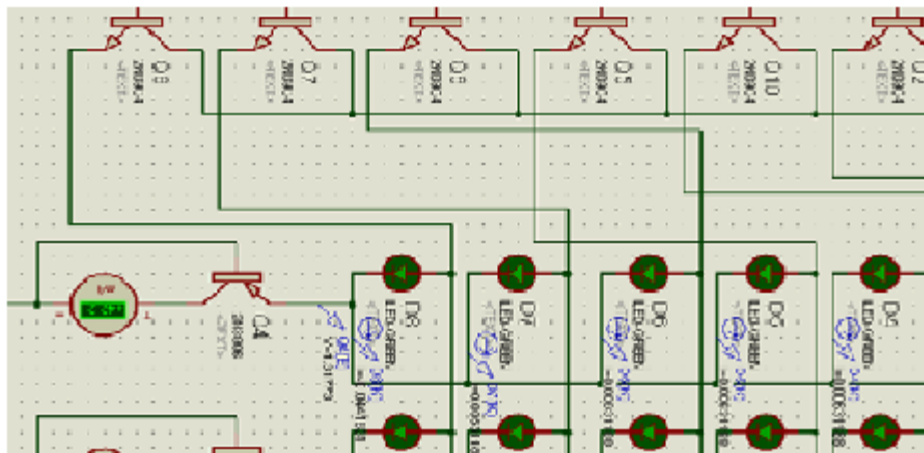


PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Si se observan los medidores de Corriente colocados en cada led y a su vez uno midiendo la Corriente Total de salida del transistor, se evidencia que se cumple con los parámetros óptimos de funcionamiento de cada led de una fila completa, gracias a la ubicación del transistor.

Por otro lado, los transistores PNP MMBT2907A son los encargados de conmutar los leds asociados en cada Columna de la Matriz, a partir de la señal TTL que envía el microcontrolador.

Figura 36. Medición de corriente en el transistor y en los leds columnas.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Si se observan los medidores de Corriente colocados en cada led y a su vez uno midiendo la Corriente Total de entrada del transistor, se evidencia que se cumple con los parámetros óptimos de funcionamiento de cada led para una columna completa, gracias a la ubicación del transistor.

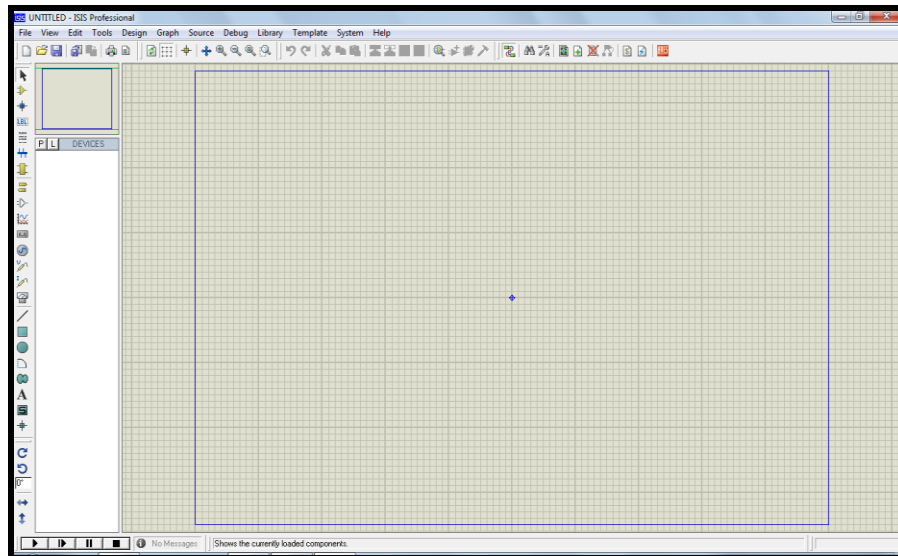
Cabe anotar que se utilizaron transistores de idénticas características para garantizar así su complemento, debido a como se utilizó la combinación de BJT'S npn y pnp, era indispensable que parámetros como su hfe, I_{max} y configuración fuesen similares para que al momento de suministrar corriente a la carga no se tuvieran pérdidas por desacople de impedancias entre otros parámetros indispensables para un correcto funcionamiento.

5.5. DESARROLLO DEL SISTEMA

Para realizar la construcción de los módulos entrenadores de MICROCHIP, TEXAS y FREESCALE fue necesaria la utilización de software de diseño, tanto para el desarrollo de las placas PCB como para los aplicativos para cada uno de los microcontroladores utilizados como cerebro de cada tarjeta. A continuación se dará una explicación de la utilización de cada uno de los programas dentro del desarrollo de los módulos, de acuerdo a cada uno de los fabricantes y los componentes para realizar las prácticas asignadas a cada fabricante.

5.5.1. Proceso de construcción de los módulos. Archivos DNS y LAYOUT. Para el desarrollo de los módulos se utilizó en primera instancia el programa PROTEUS/ISIS para realizar el esquemático. Ver figura 37.

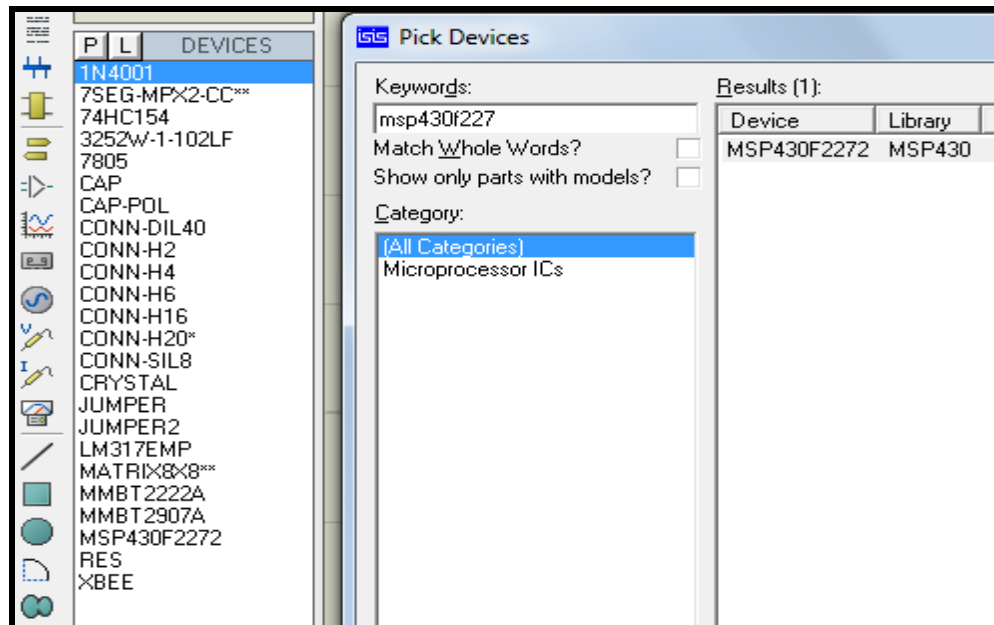
Figura 37. Ventana de trabajo Proteus.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

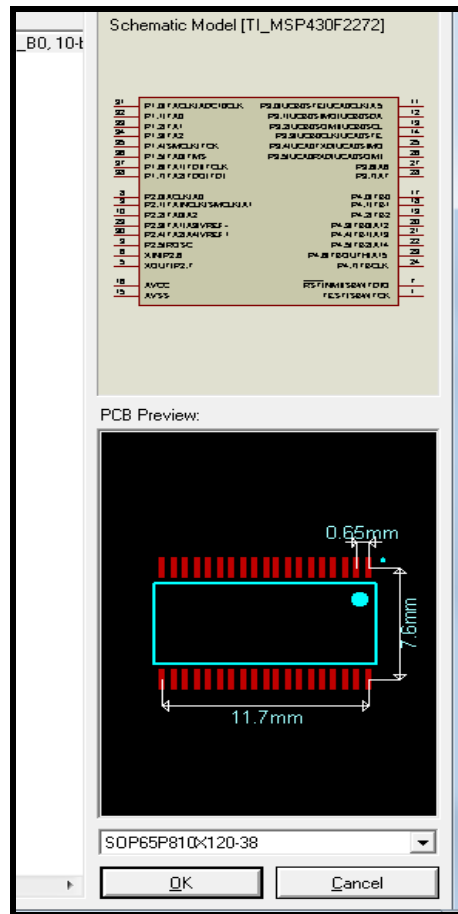
Posteriormente se procedió a buscar cada uno de los componentes del sistema, además de realizar la selección de cada uno de los paquetes de dichos componentes como se muestra en las figuras 38 y 39.

Figura 38. Componentes del sistema



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Figura 39. Selección de empaque

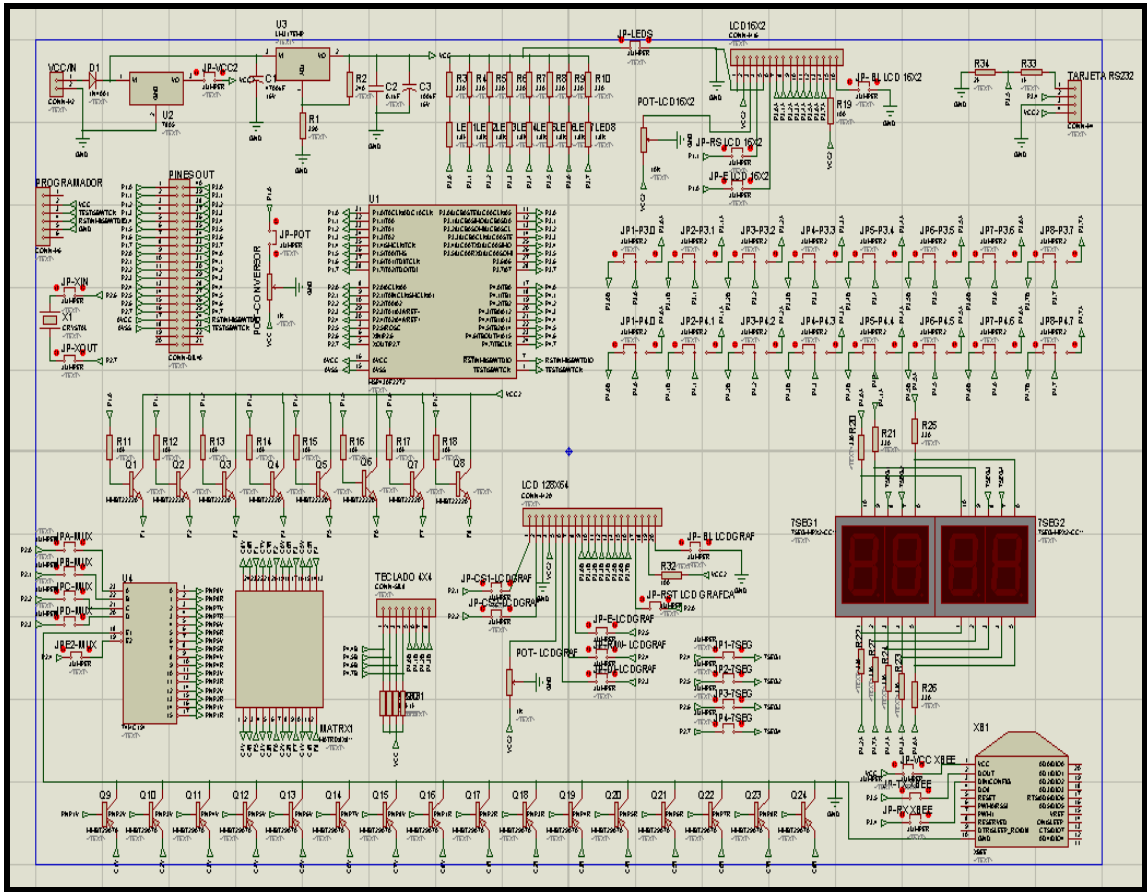


PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Finalmente se procedió a realizar la ubicación de cada uno de los componentes dentro de la hoja de diseño, además se tuvo que realizar las construcciones de algunos dispositivos y empaques de los mismos, los cuales, no se encontraban dentro de las librerías de PROTEUS.

(Se adjunta un manual para realizar la construcción de nuevos dispositivos en PROTEUS).

Figura 40. Ubicación final de los componentes

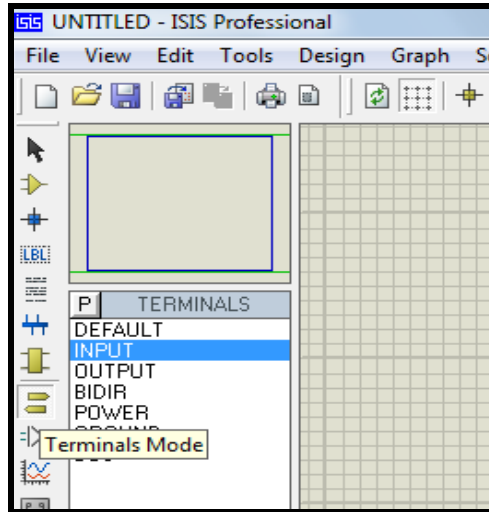


PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Para este caso los dispositivos que tuvieron que ser construidos con su respectivo empaque para la realización del impreso de las placas fueron: 7 segmentos, matriz, XBEE, LCD gráfica, LCD normal y el microcontrolador MC9S08JM60. Por otro lado, para evitar el trazo de las líneas de conexión en la hoja de diseño, se colocaron etiquetas para poder hacer más evidente la multiplexación de los puertos y las líneas de control, además de hacer más claro y entendible el esquemático del módulo.

Para la conexión de las etiquetas se va a *terminals mode*, y se hace la selección del terminal de acuerdo a su naturaleza, ya sea entrada o salida, o líneas de alimentación VCC o GND. Ver figura 41.

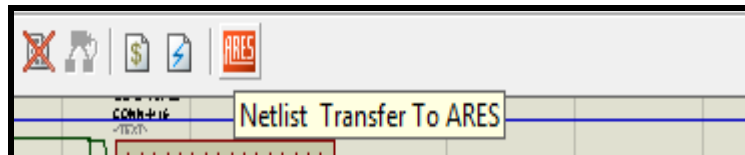
Figura 41. Realización de conexiones mediante etiquetas.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Luego de realizar las conexiones, se procede a pasar el archivo DNS (esquemático) a LAYOUT (impreso PCB), para esta operación es necesario en primera instancia guardar el diseño realizado en PROTEUS/ISIS, para ello se va a File/Save Design As y se asigna una dirección al archivo, posteriormente se dirige al icono Netlist Transfer To ARES, ubicado en la parte superior derecha de la pantalla del computador, para ubicar y trazar las líneas de conexión en ARES y obtener el archivo final para la impresión en las tarjetas. Ver figura 42.

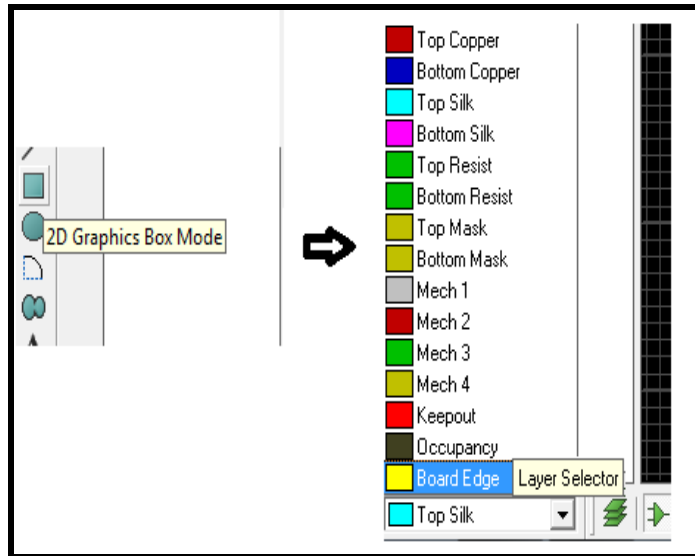
Figura 42. Paso de DNS (esquemático) a Layout (impreso PCB)



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

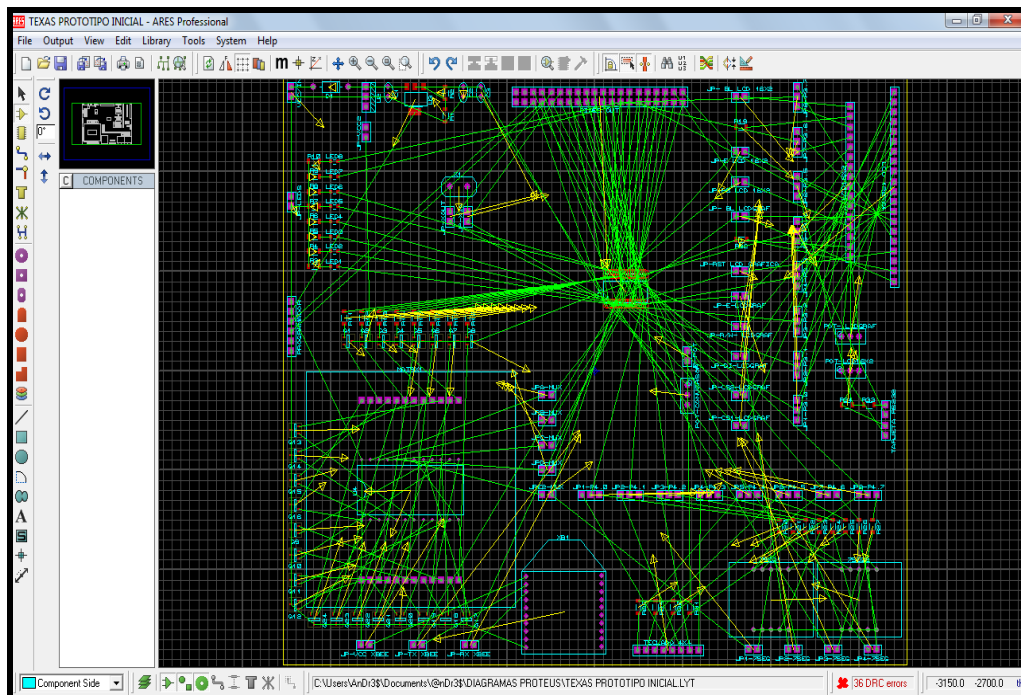
Antes de realizar la ubicación de los componentes del módulo, es necesario demarcar el área de trabajo, para esto se va al icono ubicado en la parte lateral izquierda de la pantalla denominado 2D Graphics Box Mode, luego se va al menú del Layer Selector, ubicado en la esquina inferior izquierda y se selecciona la opción Board Edge, para finalmente generar un recuadro donde serán ubicados los componentes del sistema. Ver figuras 43 y 44.

Figura 43. Demarcación área de trabajo.



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Figura 44. Ubicación componentes del sistema.

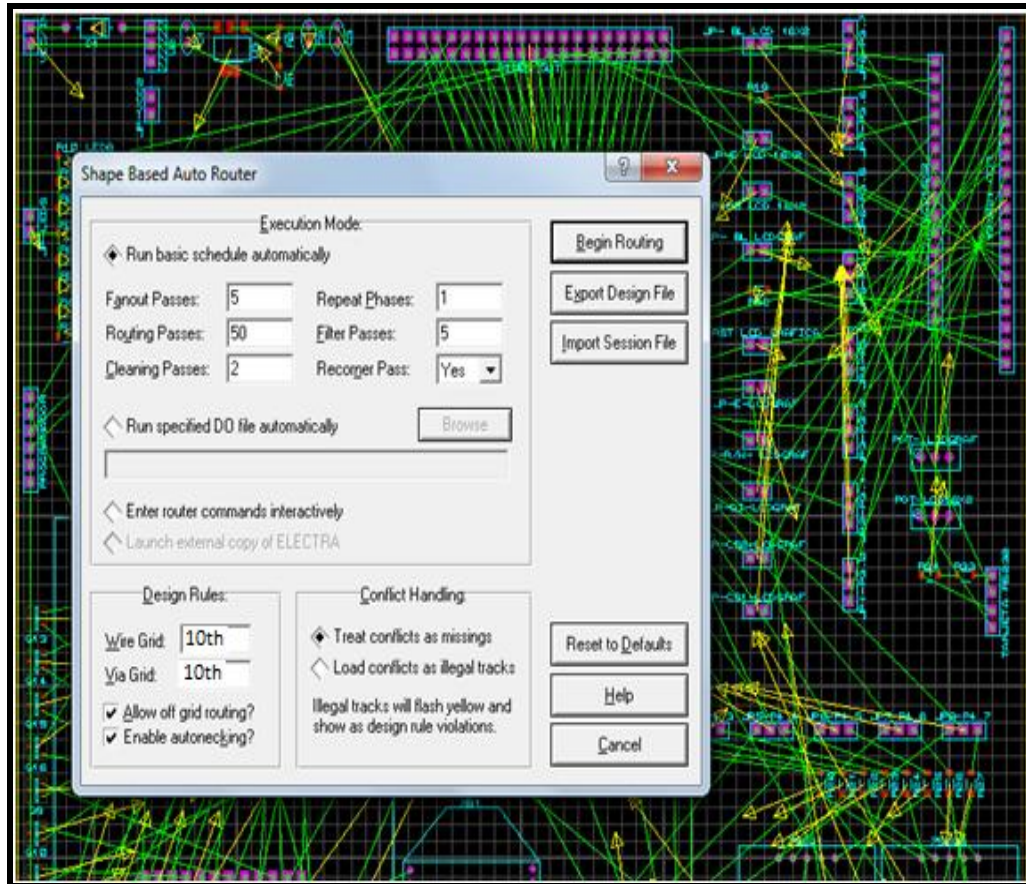


PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Finalmente para realizar el ruteado del diagrama, se va al icono Auto-Router, ubicado en

la esquina superior derecha, allí se proporcionan las principales características de la placa y se empieza el ruteado seleccionando la opción Begin Routing. Ver figura 45.

Figura 45. Características del ruteado del diagrama.

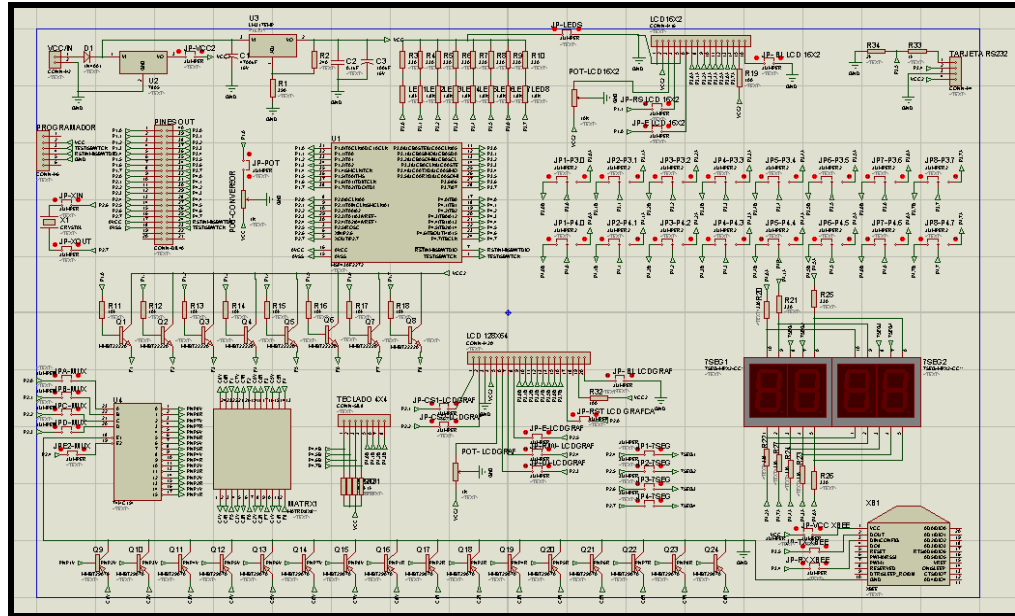


PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Para empezar a realizar el ruteado, las características principales definidas de la placa son asignadas según el DEFAULT del programa, únicamente hay que variar el Wire Grid y el Via Grid, que dan las características de la pista para realizar la ruta. Para este caso se dio un grosor de 10th a ambas, pues el modulo no va a manejar niveles de tensión muy altos.

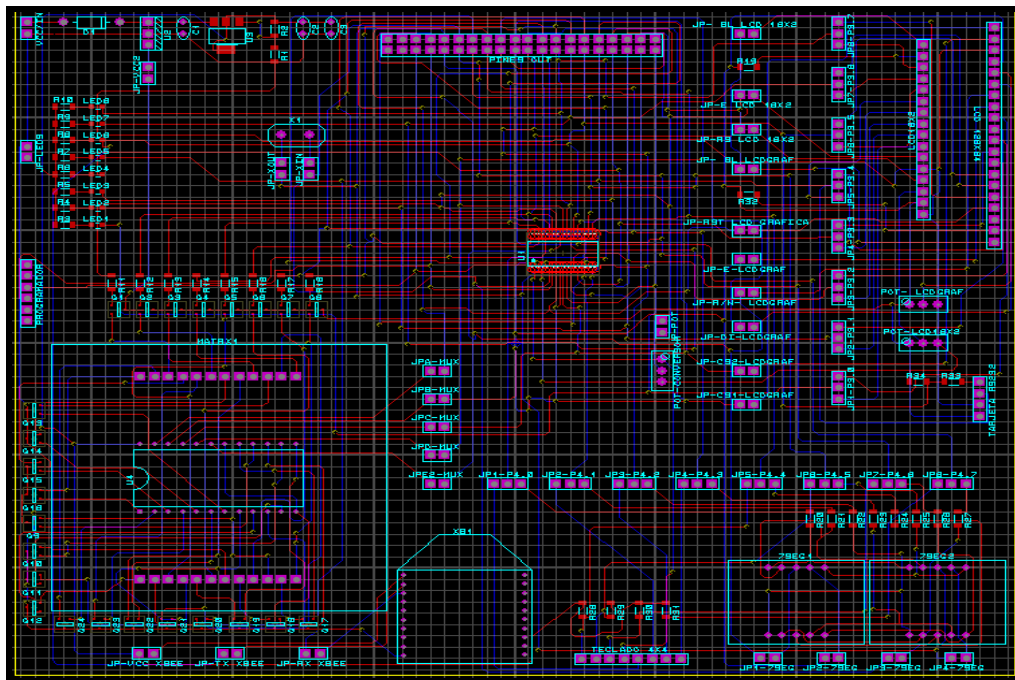
5.6. ESTADO FINAL

Figura 46. Esquemático Texas



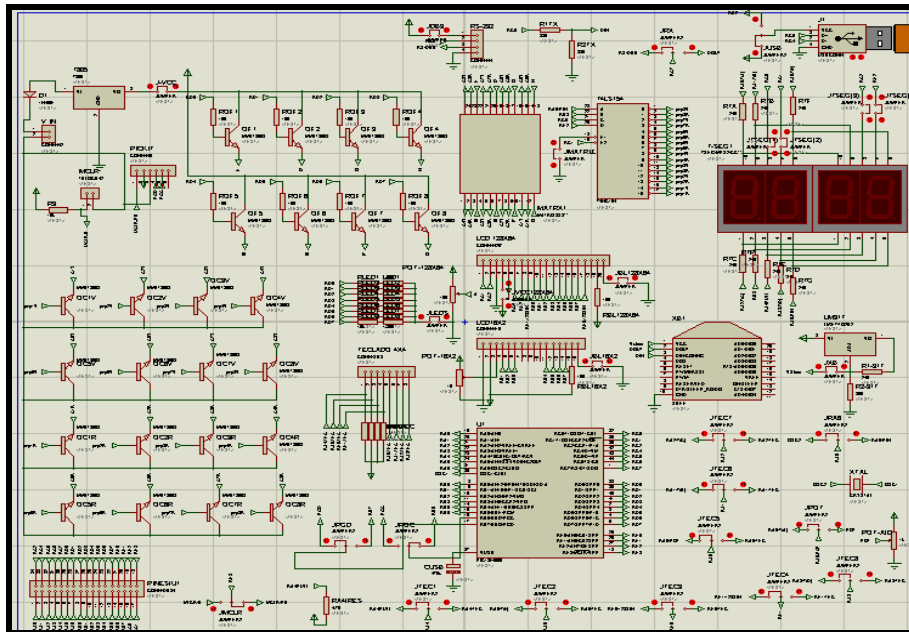
PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Figura 47. Layout Texas



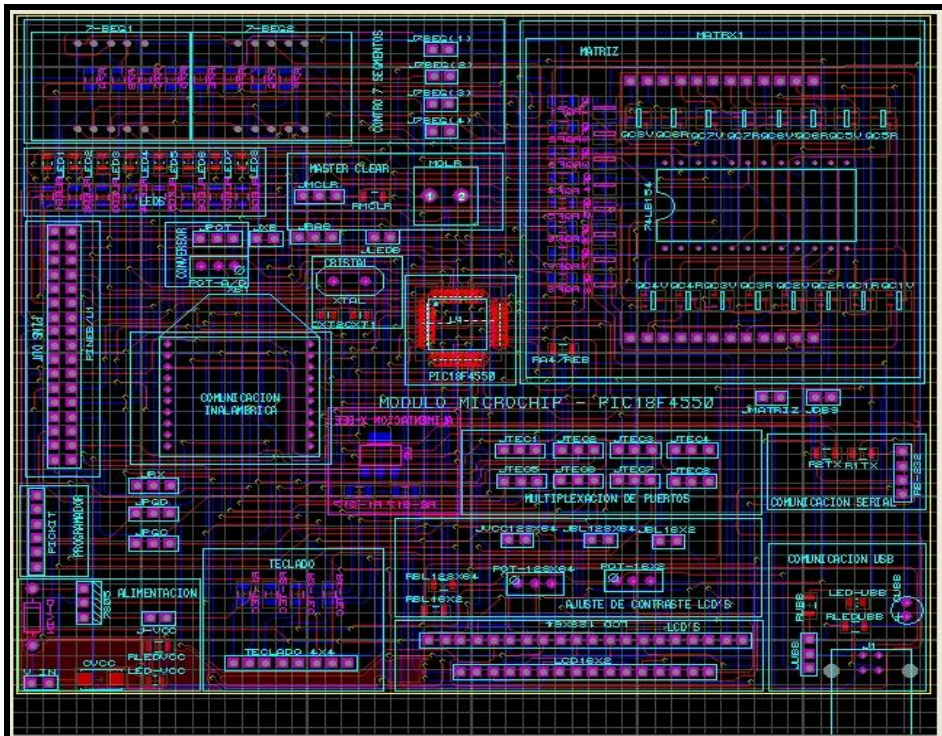
PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Figura 48. Esquemático Microchip



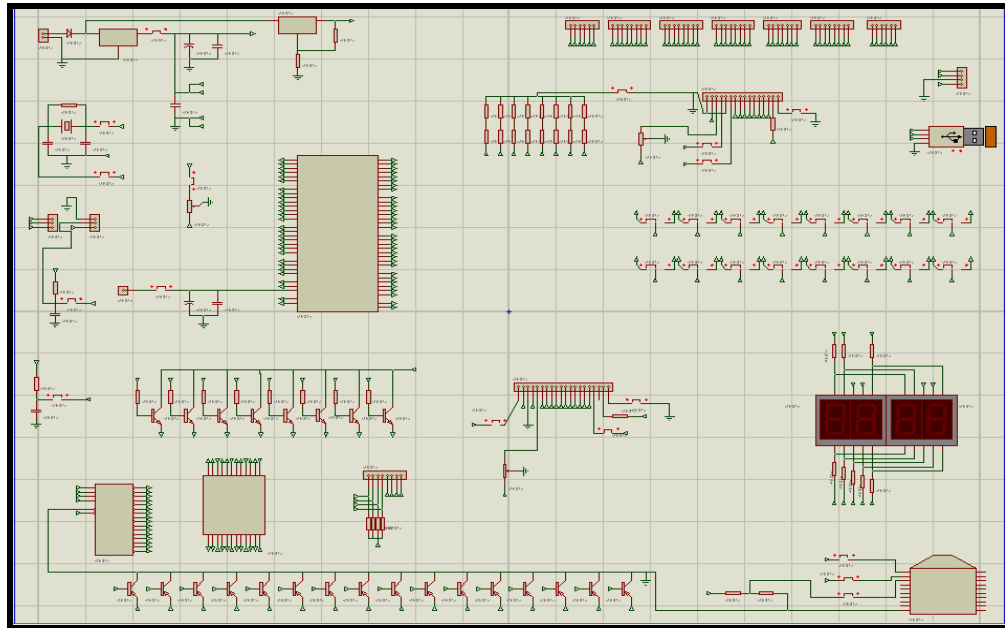
PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Figura 49. Layout Microchip



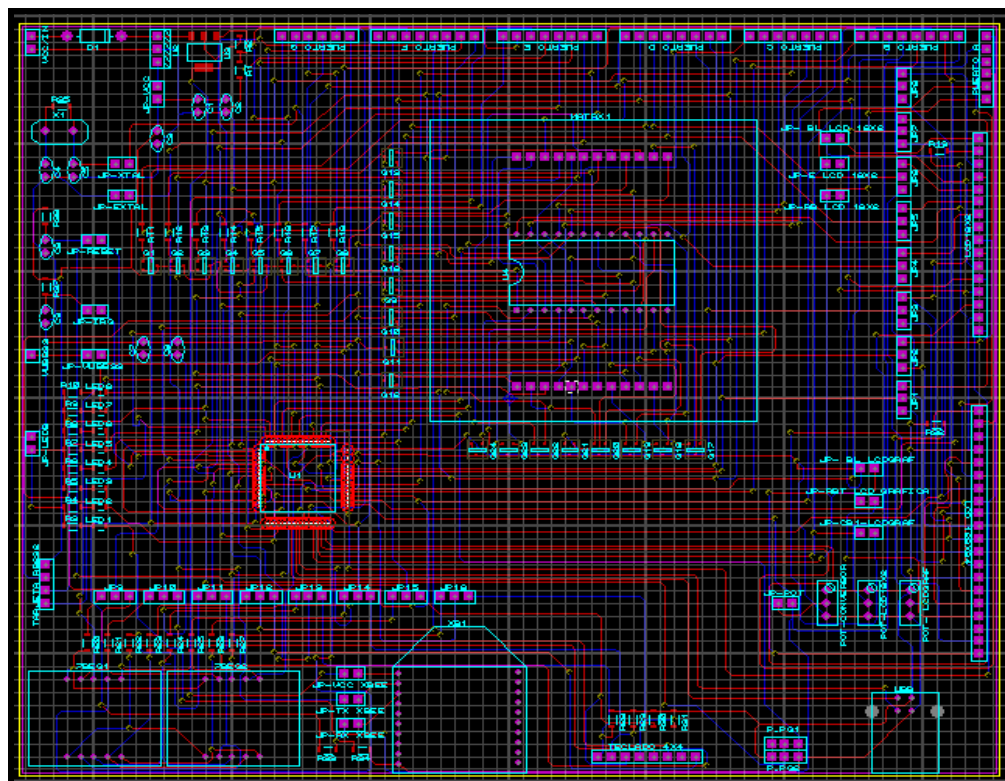
PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Figura 50. Esquemático Freescale



PROTEUS ISIS versión 7.6 demo

Figura 51. Layout Freescale

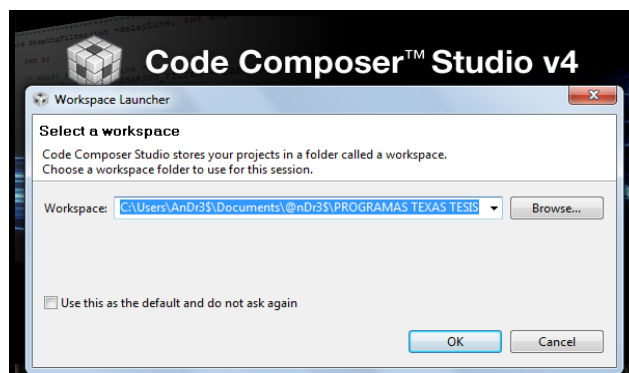


PROTEUS ARES versión 7.6 demo

5.7. DESARROLLO DEL SOFTWARE Y APLICATIVOS PARA LOS MÓDULOS

5.7.1. Texas. Para la realización de los aplicativos de los módulos se utilizó el programa principal de programación de cada fabricante, para este caso se usó el CODE COMPOSER V4 Licenciada. Para realizar un proyecto en este programa es necesario crear una carpeta de destino, en la cual serán guardados cada uno de los aplicativos realizados. Ver figura 52.

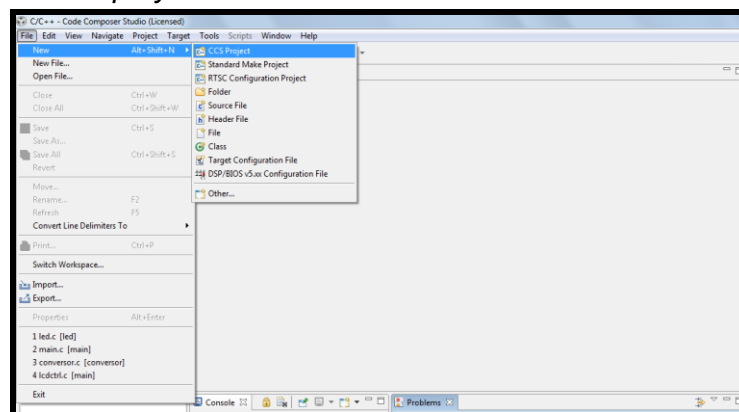
Figura 52. Carpeta de destino.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Después de seleccionar la carpeta de destino se procede a realizar la creación del proyecto, para esto se va a la barra de menú y se selecciona la opción File/New/CCS Project. Ver figura 53.

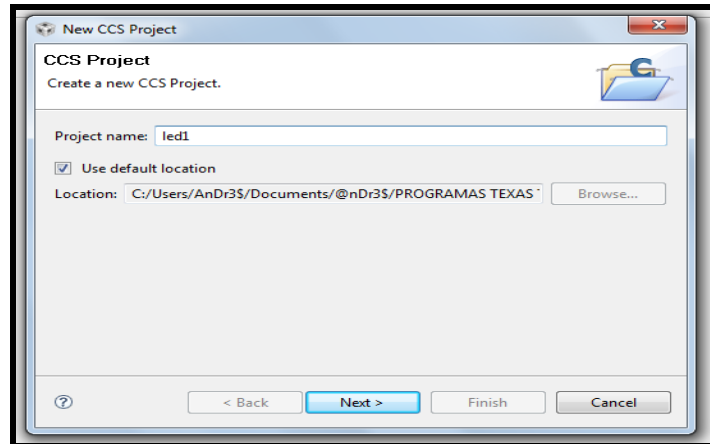
Figura 53. Creación del proyecto



CODE COMPOSER V4 licenciada

Allí se despliega una ventana en la cual se dará el nombre al archivo que se va a crear y se le da clic en la opción Next >. Ver figura 54.

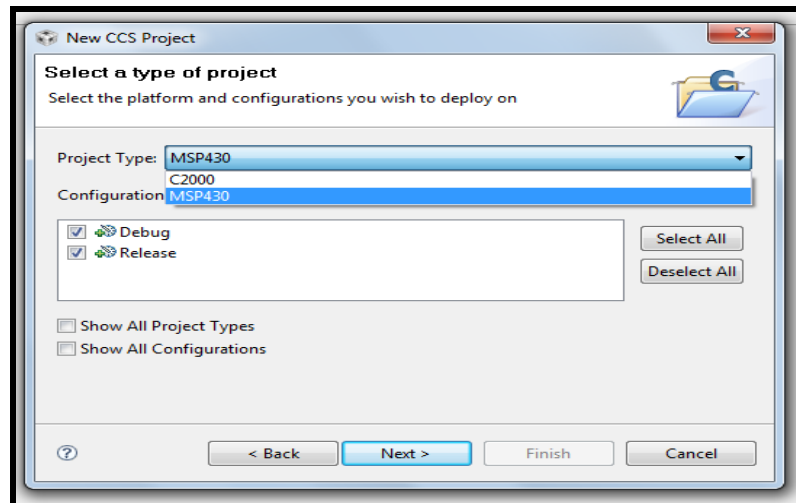
Figura 54. Nombre del archivo



CODE COMPOSER V4 licenciada

Esta ventana arrojará una nueva ventana en la cual se configurará la plataforma de programación según la familia de microcontroladores que se van a utilizar. Ver figura 55.

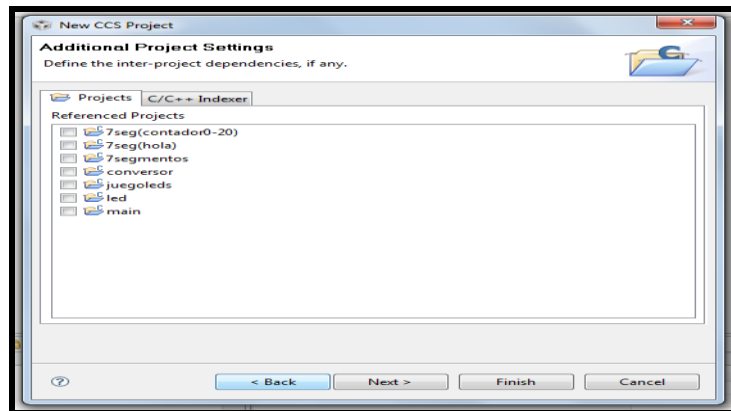
Figura 55. Configuración plataforma según la familia del microcontrolador.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Posteriormente aparece una ventana en la cual aparecen los programas ya realizados, esto con el fin de realizar la selección si el programa nuevo tiene dependencia con uno de los ya creados. Ver figura 56.

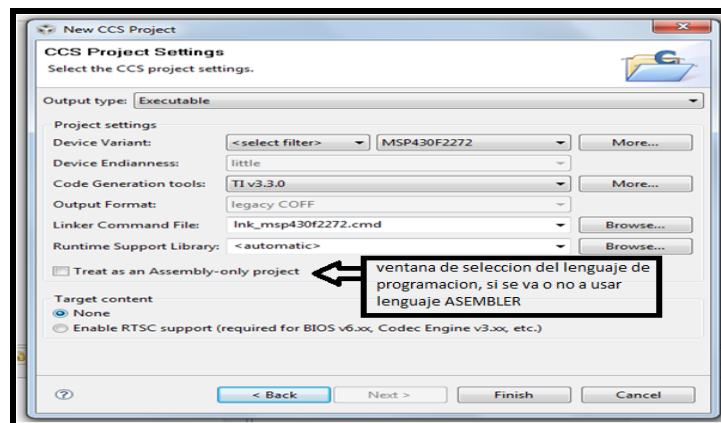
Figura 56. Ventana de programas ya creados.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Posteriormente se muestra una ventana en la cual se podrá seleccionar la familia del microcontrolador, tipo de salida y algo muy importante, si el lenguaje de programación se va a realizar en lenguaje ASSEMBLER, para este caso esta opción no será seleccionada debido a que el programa será realizado en lenguaje C. ver figura 57.

Figura 57. Ventana de selección (Tipo de salida, familia del microcontrolador, lenguajes de programación)

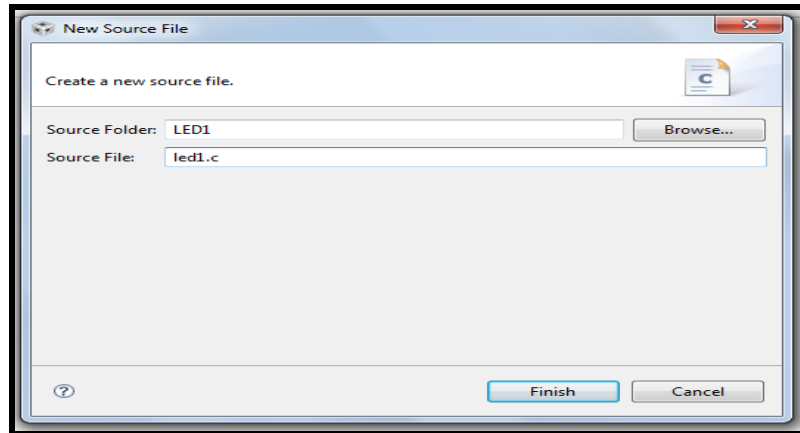


CODE COMPOSER V4 licenciada

Finalmente se da clic en Finish, el cual dará como creado el proyecto. Ahora para realizar la selección de lenguaje de programación se va nuevamente a File/New/Source File, esto para crear archivos en lenguaje C. Para crear archivos en ASSEMBLER hay que

seleccionar la opción Treat as an Assembly-only Project, que se muestra en la figura anterior y se realiza nuevamente el procedimiento File/New/Source File, esto creara el archivo en ASEMBLER. Luego de la selección del lenguaje de programación, aparecerá una ventana donde se buscará la carpeta en la cual se va a crear el proyecto y otra donde se dará el nombre y la extensión del archivo, que en este caso es C. Ver figura 58.

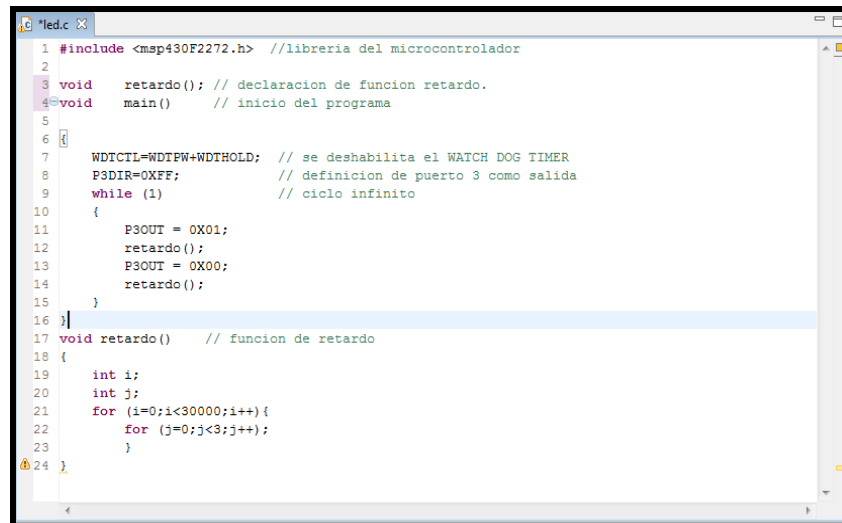
Figura 58. Carpeta y lenguaje del proyecto.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Se da clic en la opción Finish y se mostrará la hoja de digitación, en la cual se hará la construcción del programa como se muestra en la figura 59.

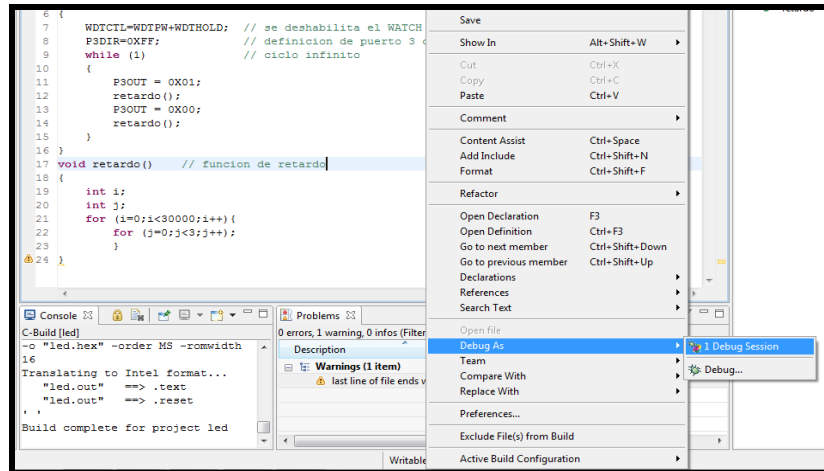
Figura 59. Hoja de digitación



CODE COMPOSER V4 licenciada

Para realizar la compilación se da clic derecho sobre la hoja de digitación y se va a Debug As / 1 Debug Session. Ver figura 60.

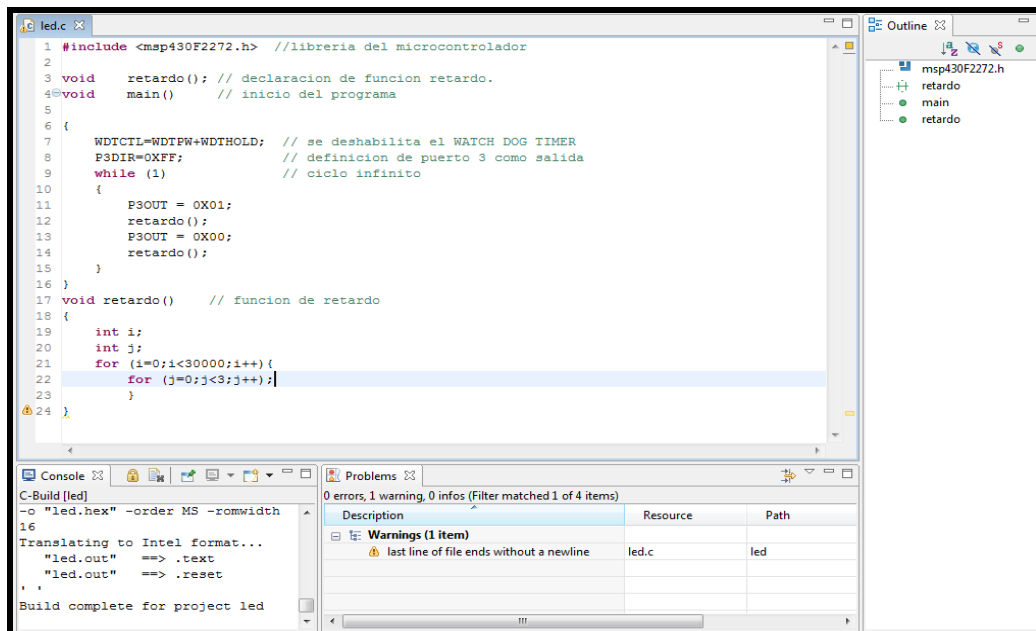
Figura 60. Compilación.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Esto hará la compilación del programa digitado y mostrará los posibles errores para su posterior corrección. Ver figura 61.

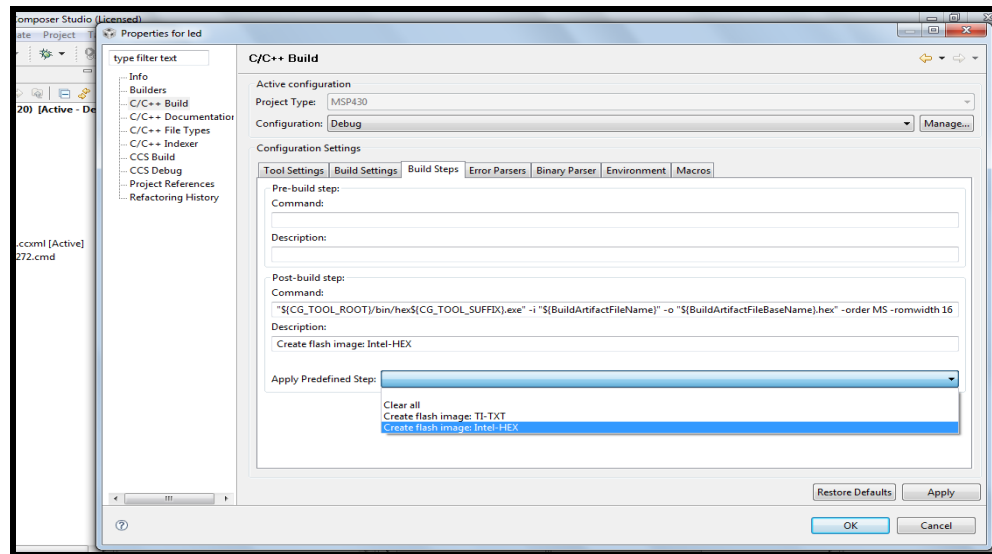
Figura 61. Compilación del programa y / o detección de errores CODE COMPOSER.



CODE COMPOSER V4 licenciada

Para generar el archivo .HEX, necesario para realizar simulaciones en PROTEUS en los proyectos creados en CODE COMPOSER se debe ir a la barra de menú, Project/Properties/C/C++ Build/Build Steps y en el menú de selección Apply Predefined Step se selecciona Create Flash Image: Intel_HEX posteriormente se da clic en Apply y Ok, ver figura 62, y se compila nuevamente. Este archivo es generado en la carpeta Debug del proyecto.

Figura 62. Generación archivo. HEX



CODE COMPOSER V4 licenciada

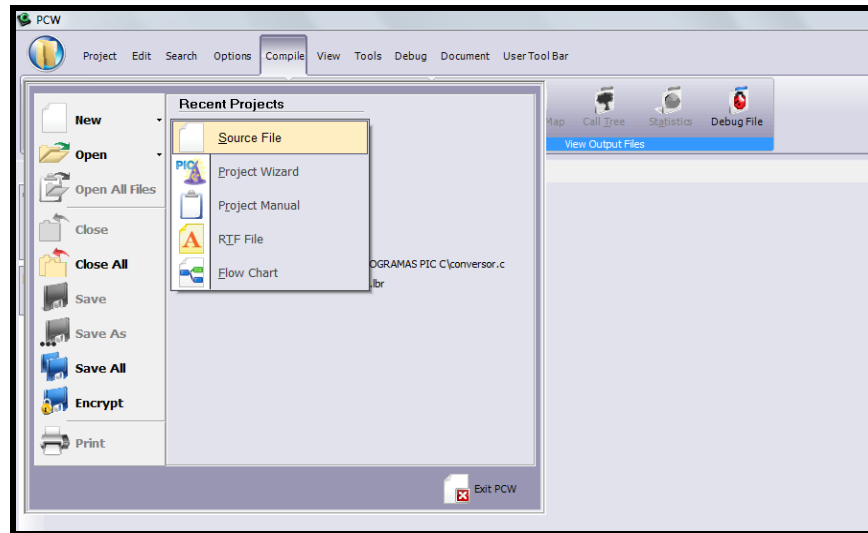
5.7.2. Microchip. Para el desarrollo de los aplicativos del módulo de Microchip se tuvo que escoger entre las plataformas de programación propias para los microcontroladores de este fabricante, MPLAB y PIC C, para este caso se utilizó el software PIC C versión demo, por la facilidad de algunas librerías necesarias para la ejecución de algunos programas.

Para la creación de proyectos en PIC C es necesario crear una carpeta de destino, en la cual serán almacenados los mismos, después se abre el programa y se dirige a File/New/Source File y este despliega una ventana en la cual se asignará el nombre al programa que se va a realizar.

Finalmente aparece la ventana de programación, en la cual se digitará el proyecto que se

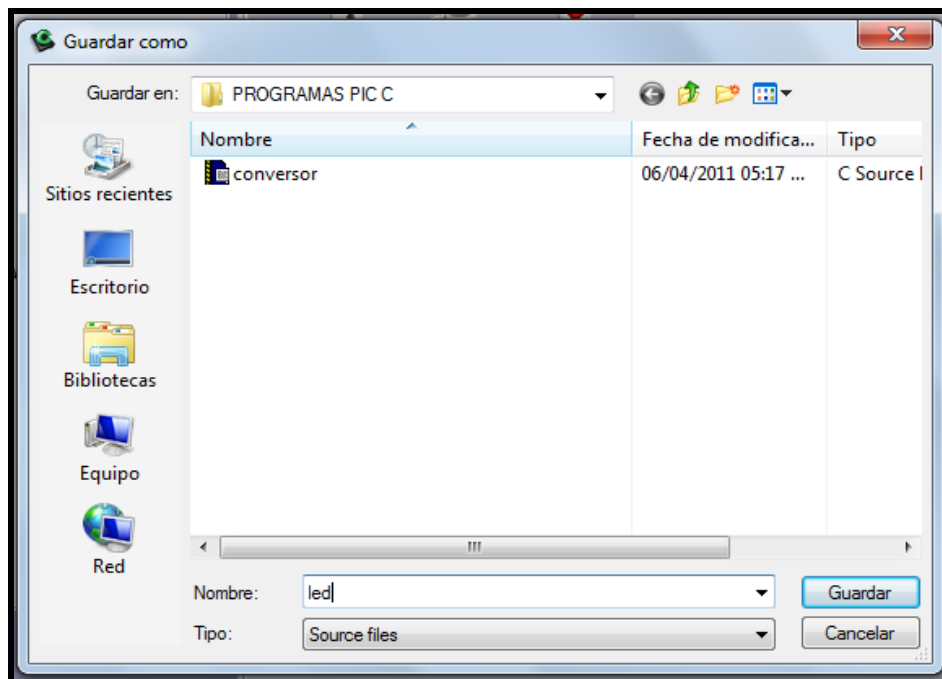
va a realizar. Luego de terminado dicho programa se va a la opción Compile, en esta se comprobaba si el programa quedó bien realizado, de lo contrario mostrará los errores y las líneas en las cuales están. Ver figuras 63, 64, 65.

Figura 63. Creación de proyectos en PIC C



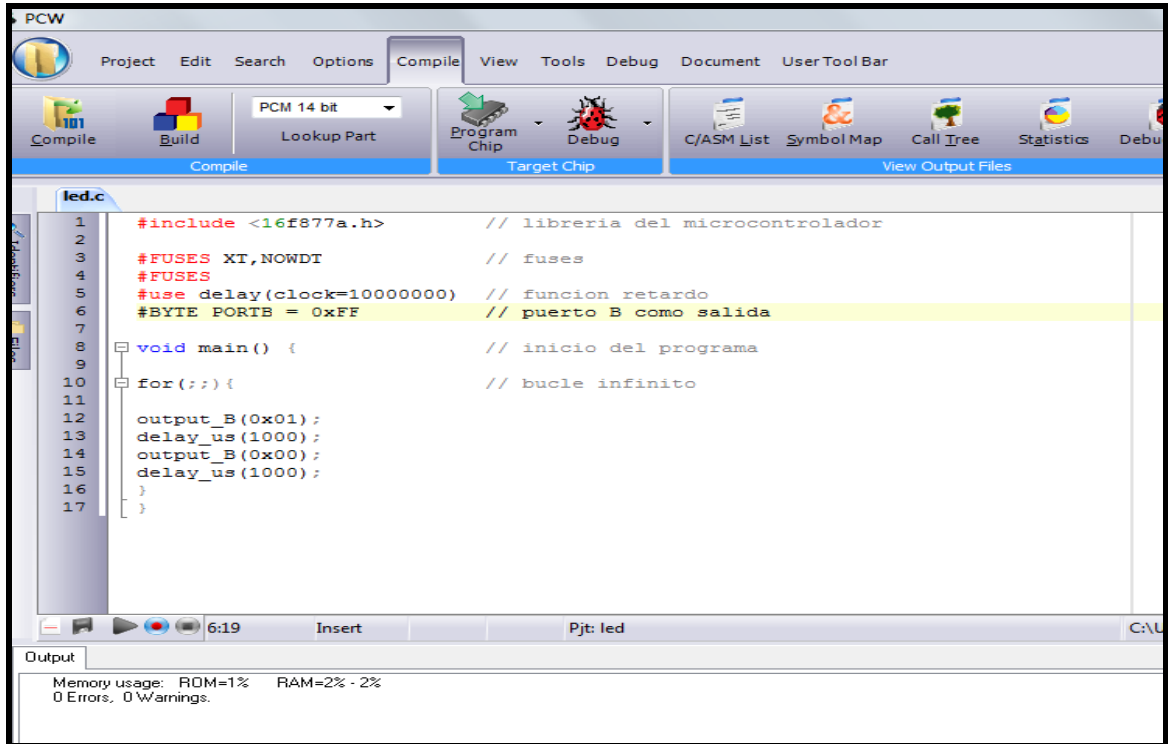
PIC C versión demo

Figura 64. Asignación del nombre.



PIC C versión demo

Figura 65. Compilación del programa y / o detección de errores PIC C.



PIC C versión demo

5.7.3. Freescale. Finalmente para el desarrollo de los programas de Freescale se abre el CODEWARRIOR V6.3 licenciada, este despliega una ventana en la cual se escoge la opción Create a New Project, la cual arrojará una nueva ventana, en esta se escogerá la familia del microcontrolador y el dispositivo al que se le va a realizar la programación. Ver figuras 66 y 67.

Luego se define el lenguaje en que se va a trabajar el programa, además de la ruta en la que se van a almacenar los proyectos, se selecciona la opción finalizar y listo, se despliega la ventana en la cual se va a digitar el programa. Ver figura 68 y 69

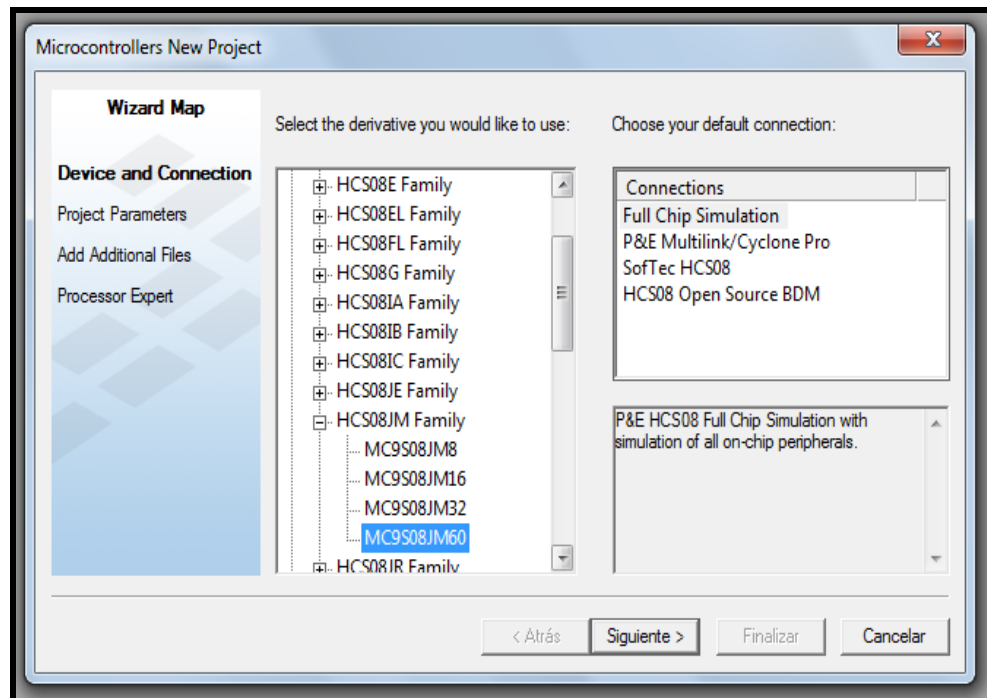
Para compilar únicamente se da clic derecho y se selecciona la opción compile.

Figura 66. Creación nuevo proyecto para Freescale.



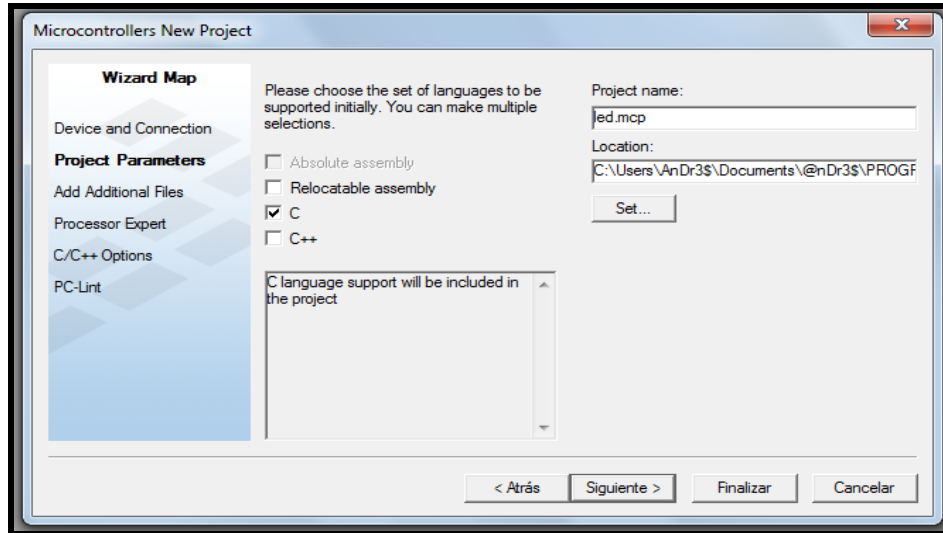
CODEWARRIOR V6.3 licenciada

Figura 67. Selección familia del microcontrolador y dispositivo.



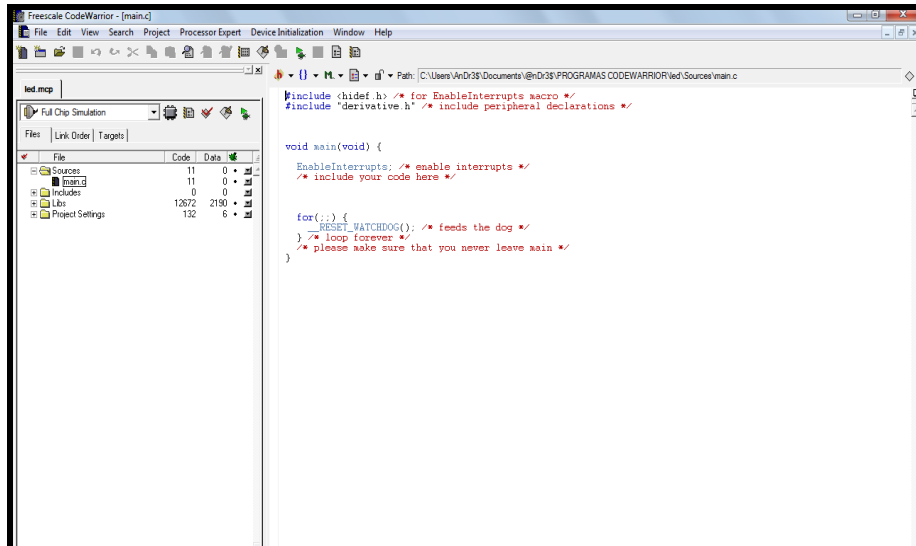
CODEWARRIOR V6.3 licenciada

Figura 68. Ruta almacenamiento proyecto y lenguaje de programación.



CODEWARRIOR V6.3 licenciada

Figura 69. Compilación del programa y/o detección de errores FREESCALE.



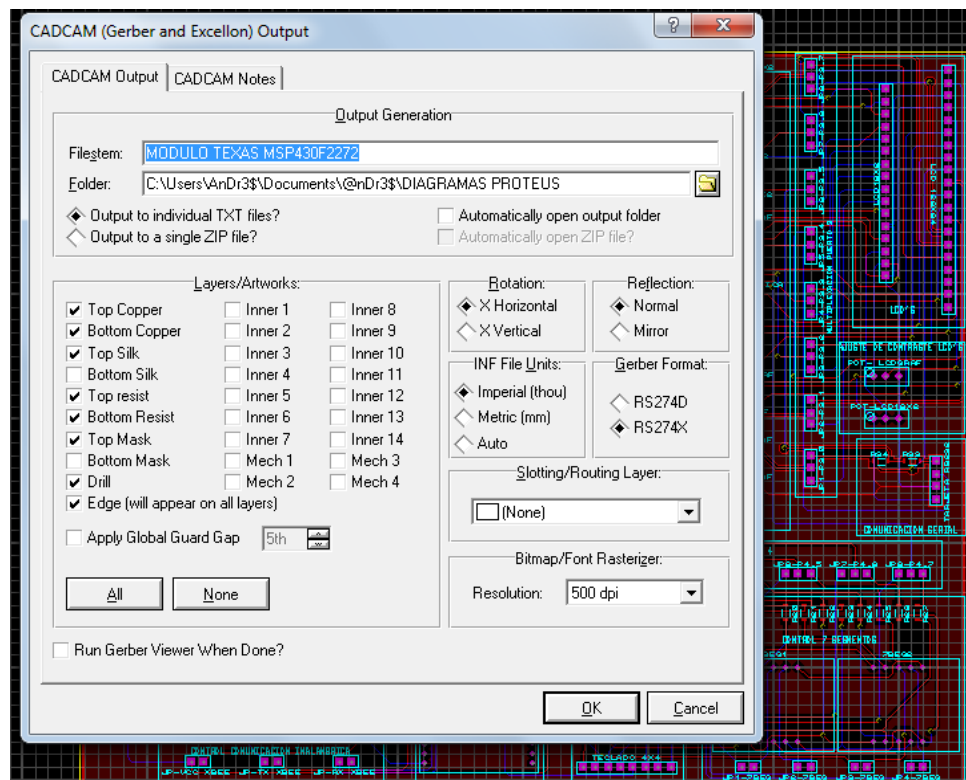
CODEWARRIOR V6.3 licenciada

5.8. GENERACIÓN DE ARCHIVOS GERBER.

La generación de archivos Gerber mediante la opción "Gerber files" genera un par de archivos de texto con los datos del proyecto, un archivo Gerber por cada una de las layers

exportadas. La extensión de cada uno de estos archivos Gerber depende de cuál sea la layer que contenga. Para este caso, en Proteus / ARES, es donde se realiza la extracción de los archivos Gerber, para esto vamos a la opción Output / Gerber/Excellon Output, allí arroja una ventana en la cual se hará la selección de las Layers que se desea extraer para la construcción de las placas, además de la ruta de la carpeta donde se guardaran dichos archivos. Ver figura 65

Figura 70. Ventada de extracción de archivos Gerber

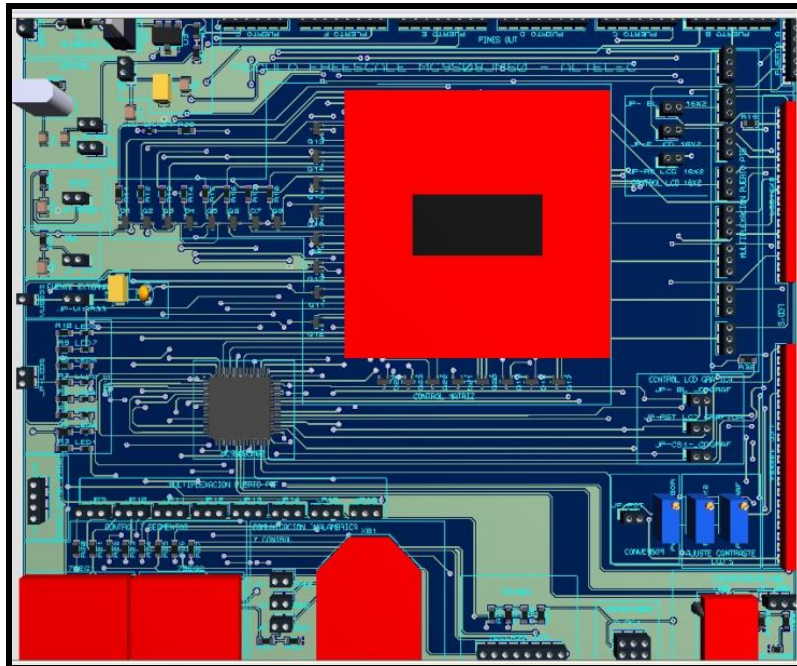


PROTEUS ARES versión 7.6 demo

5.9. PROYECCIONES DE LOS ACABADOS DE LAS TARJETAS.

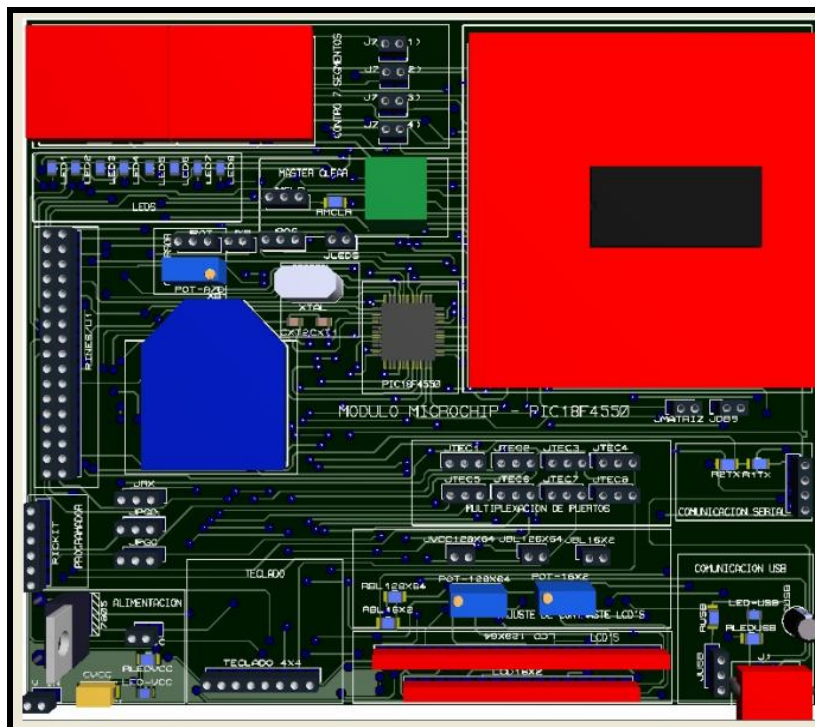
Finalmente Proteus proporciona una Herramienta con la cual se podrá visualizar en 3D, los posibles acabados de la tarjeta, para esto se remite a la opción Output/3D visualization. Ver figuras 71, 72 y 73.

Figura 71. Proyección acabado tarjeta Freescale.



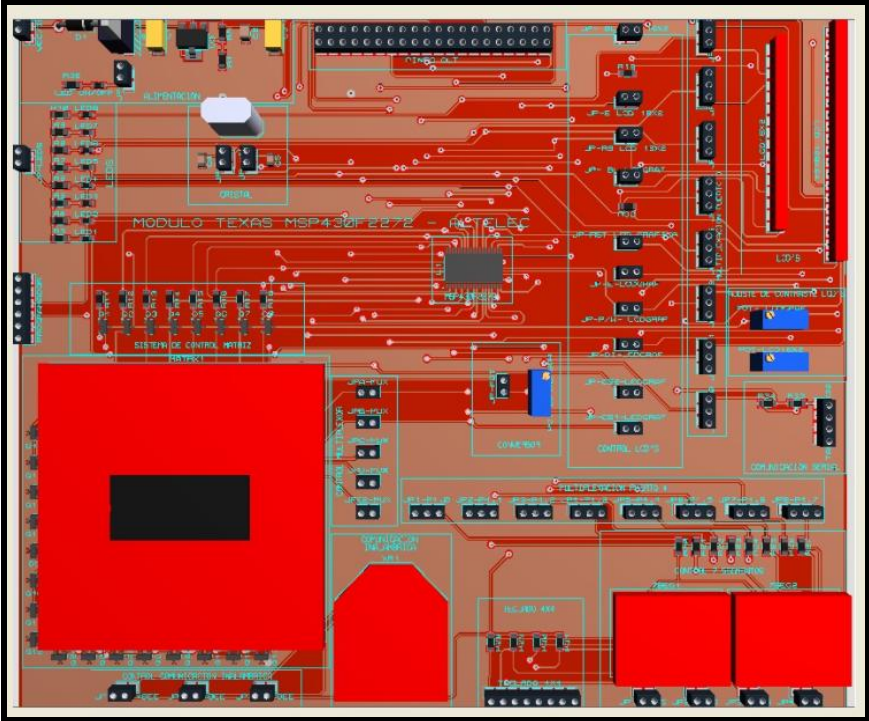
PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Figura 72. Proyección acabado tarjeta Microchip



PROTEUS ARES versión 7.6 demo

Figura 73. Proyección acabado tarjeta Texas



PROTEUS ARES versión 7.6 demo

6. ANALISIS DE RESULTADOS

El producto final de toda la investigación y desarrollo del proyecto es un módulo entrenador para la programación de microcontroladores. Posterior al diseño y construcción de las tarjetas, se puede ver que se cumple con las prácticas propuestas inicialmente en el documento, cada una de estas tarjetas consta de una serie de dispositivos los cuales han sido probados de manera individual para de esta manera certificar el correcto funcionamiento de los componentes del módulo integrados en el entrenador.

El desarrollo de un sistema de estas características, es un avance en la búsqueda del mejoramiento de procesos educativos, debido a que fomenta el aprendizaje no solo de una gama y una marca de dispositivos, si no una variedad abierta la cual puede ofrecer distintas alternativas a la hora de realizar la implementación de esta tecnología a nivel industrial.

Figura 74. Componentes definitivos de las tarjetas.



Nota: las prácticas para cada uno de los módulos son las mismas, excepto la del modulo de Texas, pues este carece de USB

7. CONCLUSIONES

- Es muy importante la elección del Software CAD con que se elabora el circuito impreso, teniendo en cuenta los encapsulados de todos los componentes y las características requeridas para la elaboración de la PCB.
- El uso de jumpers para efectos de reutilización de pines de los Microcontroladores resulta muy favorable, siempre y cuando al momento del diseño prevalezca la idea de utilizar la menor cantidad posible de estos.
- Actualmente existen pocos sitios locales donde es posible que realicen la fabricación de un PCB a partir de un esquemático previamente realizado en Proteus.
- Para la comunicación inalámbrica entre tarjetas, los Xbee son una muy buena opción debido a su excelente alcance, fácil conexión y confiabilidad que ofrecen.
- La comunicación USB 2.0 es una excelente alternativa de comunicación entre los módulos y el ordenador, debido a la practicidad, versatilidad y efectividad de este protocolo respecto a otros tipos de comunicaciones más tradicionales.
- Las pruebas de cada módulo con sus respectivos elementos se deben realizar primeramente en protoboard para poder garantizar su óptimo funcionamiento en el PCB y también detectar posibles fallas del circuito.
- El manual del usuario debe ser lo más claro y completo posible, pensando en que cualquier persona que desee utilizar los módulos pueda entenderlo sin ningún problema.

8. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones a tener en cuenta al momento de usar las tarjetas son:

- En el momento de realizar prácticas con los módulos se recomienda colocarlos sobre una superficie dieléctrica, evitar la exposición de estos a la humedad y a sustancias químicas que puedan deteriorarla.
- La alimentación de los módulos debe efectuarse con una fuente de Voltaje adecuada respetando rangos de Voltaje y Corriente (9V; $\geq 500\text{mA}$) necesarios para su correcto funcionamiento.
- Con el fin de prolongar la vida útil de los componentes de cada módulo se debe evitar al máximo la manipulación de estos, a no ser que sea necesario para la realización de alguna práctica.
- Las guías de prácticas propuestas tienen como fin guiar al usuario durante el proceso de familiarización y reconocimiento de los dispositivos que contiene cada módulo, más uno es una limitante para la realización de proyectos más avanzados.
- Para realizar la prueba de la tarjeta de Texas con alimentación independiente debe efectuarse una conexión adicional, es la presente entre los pines 2 y 4 del programador, pues el pin de RESET tiene que ir a VCC para que el microcontrolador funcione.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Quinta actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 34P. NTC 1486.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación. Numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos. Segunda actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2001. 4P. NTC 1075.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2002. 23P. NTC 4490.

PIC-LITE. Manual C para Pic. Australia.HI-TECH Software, 2000.

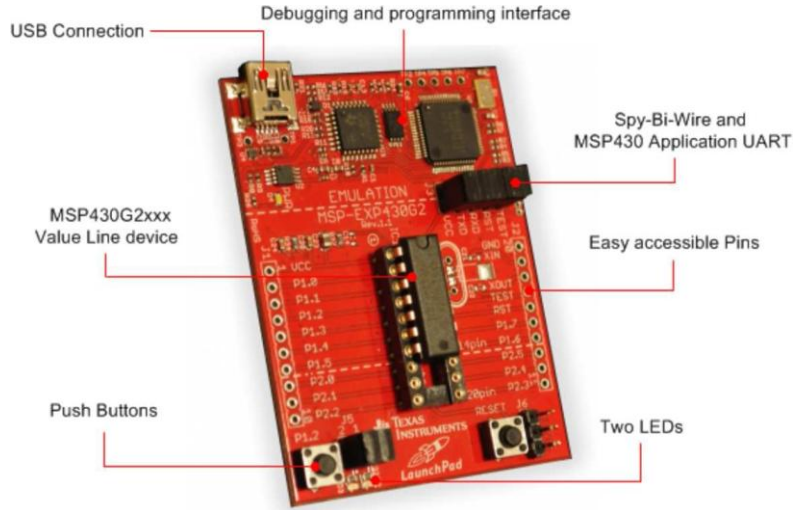
PALACIOS, Enrique. Microcontrolador Pic16f84. Mexico.alfaomega.2004

WEBLIOGRAFÍA

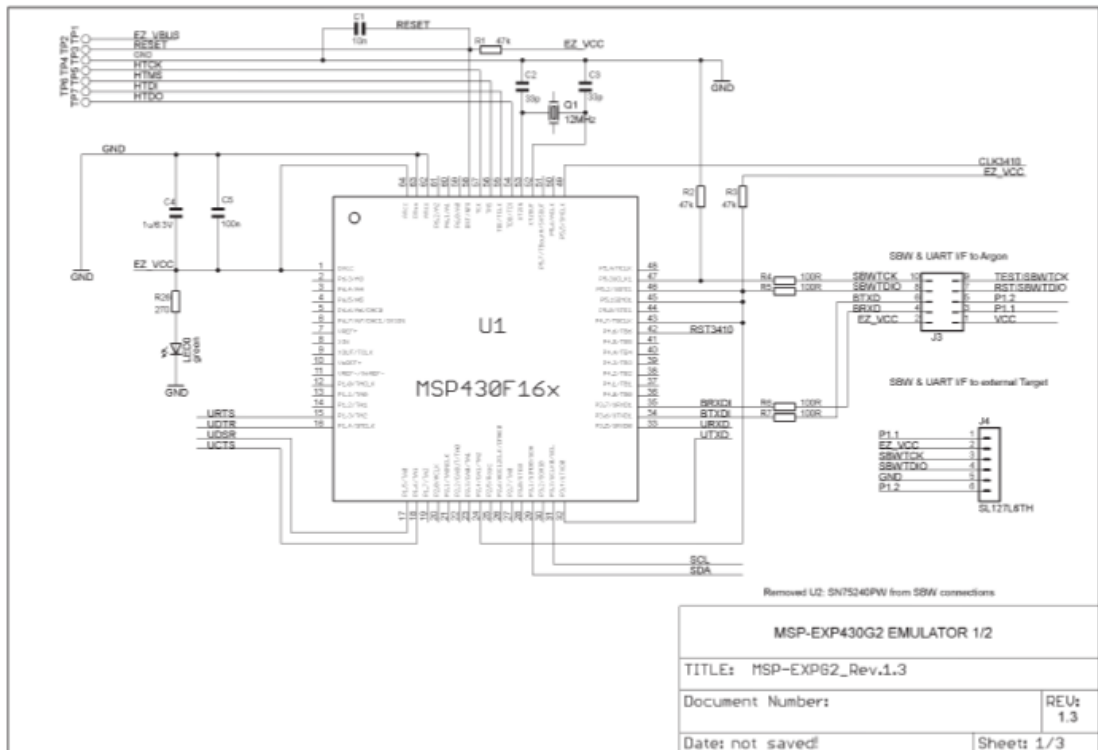
1. Componentes. [citado 11/12/10 10:00].
<http://es.wikipedia.org/wiki>
2. Microcontroladores [citado 01/06/10 13: 40]
<http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>
3. Normas Icontec, [citado 01/05/10 10:30].
<http://www.denunciando.com/estudio-y-cultura-57/207934-normas-icontec-2010-para-descargar-gratis.html>
4. Sistema de Desarrollo GP_Bot [citado 01/05/10 12:30].
http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/gp_bot/gp_bot.htm

ANEXOS

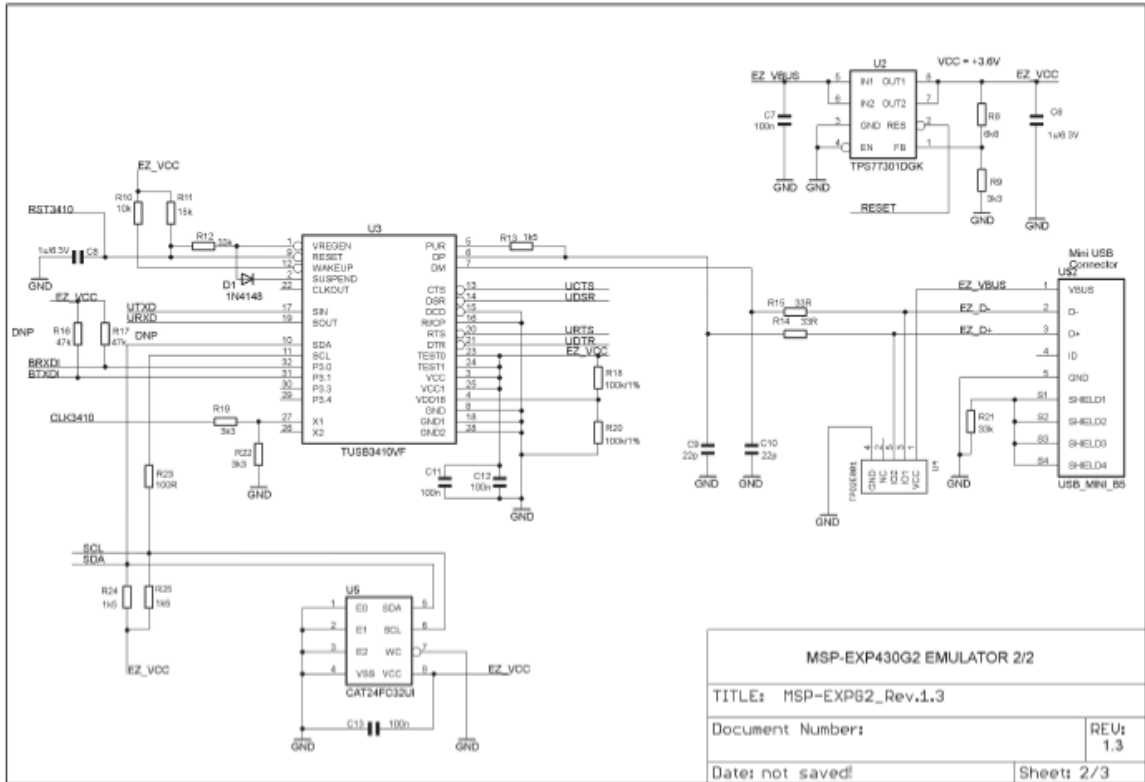
Anexo A. Sistema de programación EMULATION MSP-EXP430G2 Texas



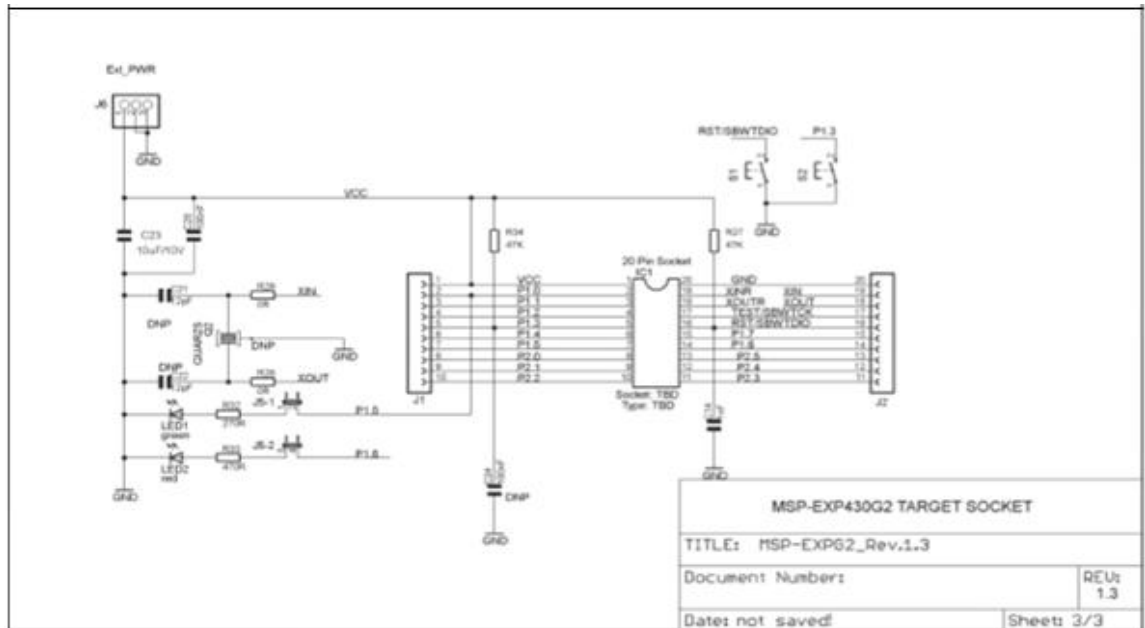
Anexo B. Esquema 1 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas.



Anexo C. Esquema 2 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas



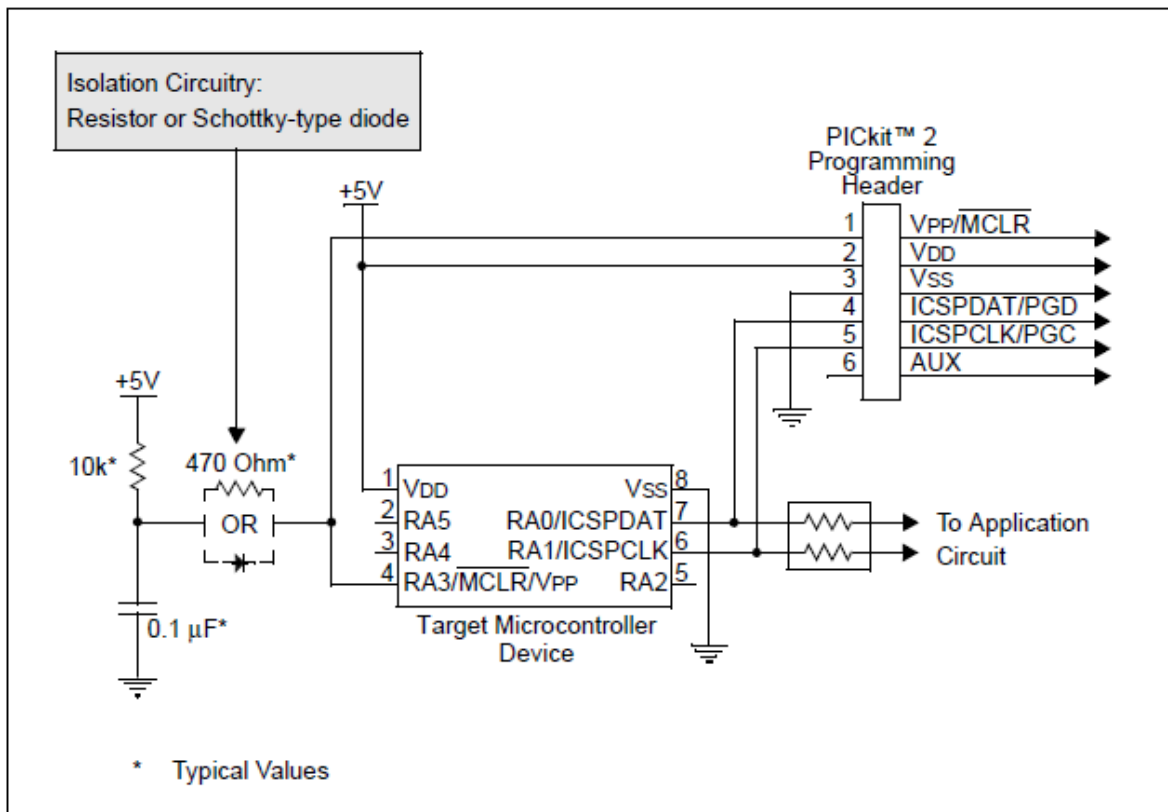
Anexo D. Esquema 3 EMULATION MSP-EXP430G2 Texas



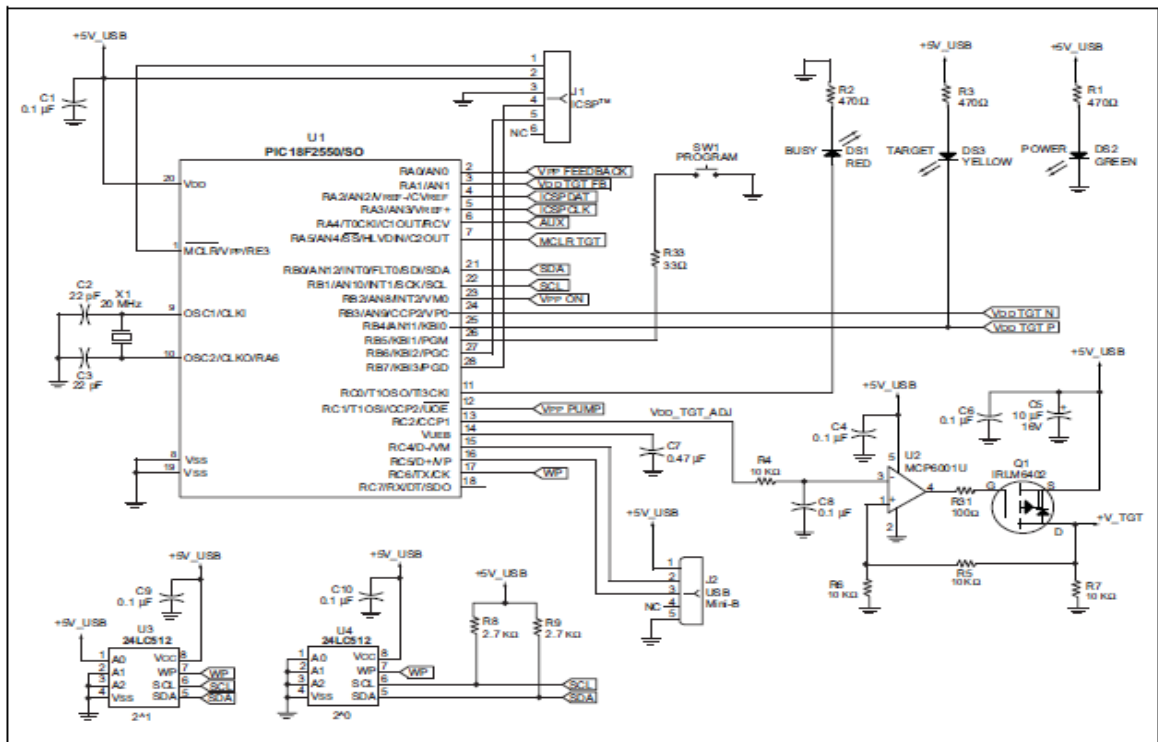
Anexo E. PICkit2 Microchip



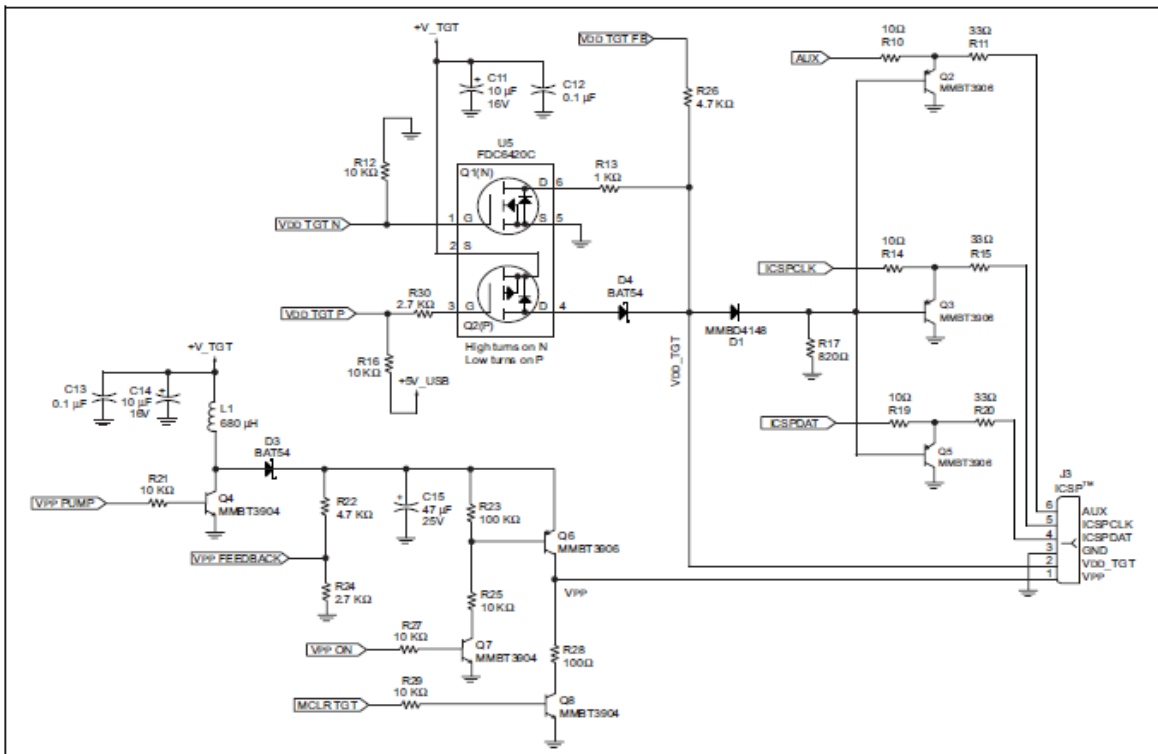
Anexo F. Circuito de aplicación típico PICkit2 Microchip



Anexo G. Esquemático 1 PICkit2 Microchip



Anexo H. Esquemático 2 PICkit2 Microchip



Anexo I. USB Multilink interface Freescale



Anexo J. Decreto Número 1360 De 1989

Decreto 1360 de 1989 (23 de junio de 1989) “por el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor.” El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de la facultad consagrada en el numeral 3o. del artículo 120 de la Constitución Política,

DECRETA:

Artículo 1

De conformidad con lo previsto en la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, el soporte lógico (software) se considera como una creación propia del dominio literario.

Artículo 2

El soporte lógico (software) comprende uno o varios de los siguientes elementos: el programa de computador, la descripción de programa y el material auxiliar.

Artículo 3

Para los efectos del artículo anterior se entiende por:

a) "Programa de computador": la expresión de un conjunto organizado de instrucciones, en lenguaje natural o codificado, independientemente del medio en que se encuentre almacenado, cuyo fin es el de hacer que una máquina capaz de procesar información, indique, realice u obtenga una función, una tarea o un resultado específico.

b) "Descripción de un Programa": una presentación completa de procedimientos en forma idónea, lo suficientemente detallada para determinar un conjunto de instrucciones que constituya el programa de computador correspondiente.

c) "Material auxiliar": todo material, distinto de un programa de computador o de una descripción de programa, creado para facilitar su comprensión o aplicación, como por ejemplo descripción de problemas e instrucciones para el usuario.

Artículo 4

El soporte lógico (software), será considerado como obra inédita, salvo manifestación en contrario hecha por el titular de los derechos de autor.

Artículo 5

Para la inscripción del soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor, deberá diligenciarse una solicitud por escrito que contenga la siguiente información:

1. Nombre, identificación y domicilio del solicitante, debiendo manifestar si habla a nombre propio o como representante de otro en cuyo caso deberá acompañar la prueba de su representación.
2. Nombre e identificación del autor o autores.
3. Nombre del productor.
4. Título de la obra, año de creación, país de origen, breve descripción de sus funciones, y en general, cualquier otra característica que permita diferenciarla de otra obra de su misma naturaleza.
5. Declaración acerca de si se trata de obra original o si por el contrario, es obra derivada.
6. Declaración acerca de si la obra es individual, en colaboración, colectiva, anónima, seudónima o póstuma.

Artículo 6

A la solicitud de que trata el artículo anterior, deberá acompañarse por lo menos uno de los siguientes elementos: el programa de computador, la descripción del programa y/o el material auxiliar.

Artículo 7

La protección que otorga el derecho de autor al soporte lógico (software) no excluye otras formas de protección por el derecho común.

Artículo 8

Este Decreto rige a partir de la fecha de su publicación.

Publíquese y cúmplase

Dado en Bogotá, D.E., a los 23 de junio de 1989

(Fdo.) Virgilio Barco

El Ministro de Gobierno,

(Fdo.) Raúl Orejuela Bueno.

Anexo K. Distribución de pines tarjeta Texas

DISTRIBUCIÓN DE PINES TEXAS				
MSP430F2272 (SOP-38)				
PIN No	UTILIZACIÓN	NOMBRE DEL PIN	FUNCIONES DEL PIN	JUMPERS
1	PINOUT/PROGRAMACION	TEST/SBWTCK	2	NO
2	ALIMENTACION	DVCC	1	NO
3	PINOUT/LCDGRAF(E)/7 SEG(2)	P2.5/Rosc	3	SI
4	GND	DVSS	1	NO
5	PINOUT/CRISTALOUT/7 SEG(4)	XOUT/P2.7	3	SI
6	PINOUT/CRISTALIN/7 SEG(3)	XIN/P2.6	3	SI
7	PINOUT/PROGRAMADOR	RST/NMI/SBWT DIO	2	NO
8	PINOUT/MUX(A)/LCDGRAF(RST)	P2.0/ACLK/A0	3	SI
9	PINOUT/MUX(B)/LCDGRAF(CS1)	P2.1/TAINCLK /SMCLK /A1	3	SI
10	PINOUT/MUX(C)/LCDGRAF(CS2)	P2.2/TA 0/A2	3	SI
11	PINOUT/LED1/LCD16X2(D0)/LCDGRAF(DB0)	P3.0/UCB 0STE /UCA OCLK /A5	4	SI
12	PINOUT/LED2/LCD16X2(D1)/LCDGRAF(DB1)	P3.1/UCB 0SIMO /UCB 0SDA	4	SI
13	PINOUT/LED3/LCD16X2(D2)/LCDGRAF(DB2)	P3.2/UCB 0SOMI /UCB 0SCL	4	SI
14	PINOUT/LED4/LCD16X2(D3)/LCDGRAF(DB3)	P3.3/UCB 0CLK /UCA 0STE	4	SI
15	PINOUT	AVSS	1	NO
16	PINOUT	AVCC	1	NO
17	PINOUT/7 SEG (A)/TECLADO 4X4(F1)	P4.0/TB0	3	SI
18	PINOUT/7 SEG (B)/TECLADO 4X4(F2)	P4.1/TB1	3	SI
19	PINOUT/7 SEG (C)/TECLADO 4X4(F3)	P4.2/TB2	3	SI
20	PINOUT/7 SEG (D)/TECLADO 4X4(F4)	P4.3/TB0/A12	3	SI
21	PINOUT/7 SEG (E)/TECLADO 4X4(C1)	P4.4/TB1/A13	3	SI
22	PINOUT/7 SEG (F)/TECLADO 4X4(C2)	P4.5/TB2/A14	3	SI
23	PINOUT/7 SEG (G)/TECLADO 4X4(C3)	P4.6/TBOUTH /A15	3	SI
24	PINOUT/7 SEG (P)/TECLADO 4X4(C4)	P4.7/TBCLK	3	SI
25	PINOUT/LED5/LCD16X2(D4)/LCDGRAF(DB4)/RS232-XBEE(TX>)	P3.4/UCA 0TXD /UCA0SIMO	4	SI
26	PINOUT/LED6/LCD16X2(D5)/LCDGRAF(DB5)/RS232-XBEE(RX<)	P3.5/UCA 0RXD /UCA0SOMI	4	SI
27	PINOUT/LED7/LCD16X2(D6)/LCDGRAF(DB6)	P3.6/A6	4	SI
28	PINOUT/LED8/LCD16X2(D7)/LCDGRAF(DB7)	P3.7/A7	4	SI
29	PINOUT/MUX(D)/LCDGRAF(DI)	P2.3/TA 1/A3/VREF-/VeREF-	3	SI
30	PINOUT/MUX(E2)/LCDGRAF(R/W)/7 SEG(1)	P2.4/TA 2/A4/VREF+/ VeREF+	4	SI
31	PINOUT/CONVERSOR/MATRIZ(F1)/LCD 16X2(E)	P1.0/TA CLK /ADC 10CLK	4	SI
32	PINOUT/MATRIZ(F2)/LCD 16X2(RS)	P1.1/TA0	3	SI
33	PINOUT/MATRIZ(F3)	P1.2/TA1	2	NO
34	PINOUT/MATRIZ(F4)	P1.3/TA2	2	NO
35	PINOUT/MATRIZ(F5)	P1.4/SMCLK/TCK	2	NO
36	PINOUT/MATRIZ(F6)	P1.5/TA0/TMS	2	NO
37	PINOUT/MATRIZ(F7)	P1.6/TA1/TDI	2	NO
38	PINOUT/MATRIZ(F8)	P1.7/TA 2/TDO/TDI	2	NO

Anexo L. Distribución de Pines tarjeta Freescale

DISTRIBUCIÓN DE PINES FREESCALE				
MC9S08JM60 (QFP-64)				
PIN No	UTILIZACIÓN	NOMBRE DEL PIN	FUNCIONES DEL PIN	JUMPERS
1	PINOUT/MUX(D)	PTC4	2	NO
2	IRQ/TPMCLK	IRQ/TPMCLK	1	SI
3	PROGRAMACION	RESET	1	NO
4	PINOUT/7 SEG (A)/TECLADO 4X4(F1)	PTF0/TPM1CH2	3	SI
5	PINOUT/7 SEG (B)/TECLADO 4X4(F2)	PTF1/TPM1CH3	3	SI
6	PINOUT/7 SEG (C)/TECLADO 4X4(F3)	PTF2/TPM1CH4	3	SI
7	PINOUT/7 SEG (D)/TECLADO 4X4(F4)	PTF3/TPM1CH5	3	SI
8	PINOUT/7 SEG (E)/TECLADO 4X4(C1)	PTF4/TPM2CH0	3	SI
9	PINOUT/MUX(E2)	PTC6	2	NO
10	PINOUT/7 SEG (P)/TECLADO 4X4(C4)	PTF7	3	SI
11	PINOUT/7 SEG (F)/TECLADO 4X4(C2)	PTF5/TPM2CH1	3	SI
12	PINOUT/7 SEG (G)/TECLADO 4X4(C3)	PTF6	3	SI
13	PINOUT/MATRIZ(F1)/XBEE(TX)	PTE0/TxD1	3	SI
14	PINOUT/MATRIZ(F2)/XBEE(RX)	PTE1/RxD1	3	SI
15	PINOUT/MATRIZ(F3)	PTE2/TPM1CH0	2	NO
16	PINOUT/MATRIZ(F4)	PTE3/TPM1CH1	2	NO
17	PINOUT/MATRIZ(F5)	PTE4/MISO1	2	NO
18	PINOUT/MATRIZ(F6)	PTE5/MOSI1	2	NO
19	PINOUT/MATRIZ(F7)	PTE6/SPSCK1	2	NO
20	PINOUT/MATRIZ(F8)	PTE7/SS1	2	NO
21	ALIMENTACION	VDD	1	NO
22	GND	VSS	1	NO
23	VUSBDN	USBDN	1	NO
24	VUSBDP	USBDP	1	NO
25	VUSB33	VUSB33	1	NO
26	PINOUT/7 SEG(COM1)	PTG0/KBIP0	2	NO
27	PINOUT/7 SEG(COM2)	PTG1/KBIP1	2	NO
28	PINOUT/LCD 16X2(RS)/LCDGRAF(RST)/USB(ALIMENTACION/CTO TEST)	PTA0	4	SI
29	PINOUT/LCD 16X2(E)/LCDGRAF(CS1)	PTA1	3	SI
30	PINOUT/LCDGRAF(CS2)	PTA2	2	NO
31	PINOUT/LCDGRAF(DI)	PTA3	2	NO
32	PINOUT/LCDGRAF(R/W)	PTA4	2	NO
33	PINOUT/LCDGRAF(E)	PTA5	2	NO
34	PINOUT/CONVERSOR/LED1	PTB0/MISO2/ADP0	3	SI
35	PINOUT/LED2	PTB1/MOSI2/ADP1	2	NO
36	PINOUT/LED3	PTB2/SPSCK2/ADP2	2	NO
37	PINOUT/LED4	PTB3/SS2/ADP3	2	NO
38	PINOUT/LED5	PTB4/KBIP4/ADP4	2	NO
39	PINOUT/LED6	PTB5/KBIP5/ADP5	2	NO
40	PINOUT/LED7	PTB6/ADP6	2	NO
41	PINOUT/LED8	PTB7/ADP7	2	NO
42	PINOUT/LCD 16X2(D0)/LCDGRAF(DB0)	PTD0/ADP8/ACMP+	3	SI
43	PINOUT/LCD 16X2(D1)/LCDGRAF(DB1)	PTD1/ADP9/ACMP-	3	SI
44	VDDAD	VDDAD	1	NO
45	VREFH	VREFH	1	NO
46	VREFL	VREFL	1	NO
47	VSSAD	VSSAD	1	NO
48	PINOUT/LCD 16X2(D2)/LCDGRAF(DB2)	PTD2/KBIP2/ACMPO	3	SI
49	PINOUT/LCD 16X2(D3)/LCDGRAF(DB3)	PTD3/KBIP3/ADP10	3	SI
50	PINOUT/LCD 16X2(D4)/LCDGRAF(DB4)	PTD4/ADP11	3	SI
51	PINOUT/LCD 16X2(D5)/LCDGRAF(DB5)	PTD5	3	SI
52	PINOUT/LCD 16X2(D6)/LCDGRAF(DB6)	PTD6	3	SI
53	PINOUT/LCD 16X2(D7)/LCDGRAF(DB7)	PTD7	3	SI
54	PINOUT/7 SEG(COM3)	PTG2/KBIP6	2	NO
55	PINOUT/7 SEG(COM4)	PTG3/KBIP7	2	NO
56	PROGRAMACION	BKGD/MS	1	NO
57	PINOUT/CRISTAL(XTAL)	PTG4/XTAL	2	SI
58	PINOUT/CRISTAL(EXTAL)	PTG5/EXTAL	2	SI
59	VSSOSC	VSSOSC	1	NO
60	PINOUT/MUX(A)	PTC0/SCL	2	NO
61	PINOUT/MUX(B)	PTC1/SDA	2	NO
62	PINOUT/MUX(C)	PTC2	2	NO
63	PINOUT/RS232(TX)	PTC3/TxD2	2	NO
64	PINOUT/RS232(RX)	PTC5/RxD2	2	NO

Anexo M. Distribución pines tarjeta Microchip

DISTRIBUCIÓN DE PINES MICROCHIP				
PIC 18F4550 (TQFP-44)				
PIN No	UTILIZACIÓN	NOMBRE DEL PIN	FUNCIONES DEL PIN	JUMPERS
1	rs232/xbee	RC7/Rx	2	SI
2	Led4/matriz 8x8 (fila5) (Buffer (5))	RD4/spp4	2	SI
3	Led5/matriz 8x8 (fila6) (Buffer (6))	RD5/spp5	2	SI
4	Led6/matriz 8x8 (fila7) (Buffer (7))	RD6/spp6	2	SI
5	Led7/matriz 8x8 (fila8) (Buffer (8))	RD7/spp7	2	SI
6	/	VSS	1	NO
7	/	VDD	1	NO
8	lcd 16 x 2 (E) /lcd128 x 64 (D0)	RB0	2	SI
9	lcd 16 x 2 (RS) /lcd128 x 64 (D1)	RB1	2	SI
10	lcd 16 x 2 (RW) /lcd128 x 64 (D2)	RB2	2	SI
11	7 seg(p)/matriz 8x8 (Mux (B)) /lcd128 x 64 (D3)	RB3	3	SI
12	/	NC	0	NO
13	/	NC	0	NO
14	lcd 16 x 2 (D4)/lcd 128x64(D4)	RB4	2	SI
15	lcd 16 x 2 (D5)/lcd 128x64(D5)	RB5	2	SI
16	lcd 16 x 2 (D6)/lcd 128x64(D6)	RB6	2	SI
17	lcd 16 x 2 (D7)/lcd 128x64(D7)	RB7	2	SI
18	Pulsador y resistencia	MCLR/RE3	1	NO
19	7seg (B)/teclado 4x4 (fila1)/Potenciometro	RA0	2	SI
20	7seg (c)/teclado 4x4 (fila2)	RA1	2	SI
21	7seg (D)/teclado 4x4 (fila3)	RA2	2	SI
22	7seg (E)/teclado 4x4 (fila4)	RA3	2	SI
23	7seg (F)/teclado 4x4 (columna1)	RA4	2	SI
24	7seg (G)/teclado 4x4 (columna2)	RA5	2	SI
25	lcd 128x64 (Reset)/teclado 4x4 (columna3)	RE0	2	SI
26	lcd 128x64 (E)/teclado 4x4 (columna4)	RE1	2	SI
27	lcd 128x64 (RW)/7seg(4)/matriz 8x8 (Mux (D))	RE2	3	SI
28	/	VDD	1	NO
29	/	VSS	1	NO
30	XTAL	OSC1	1	NO
31	7seg(6)/matriz 8x8 (Mux (A))/XTAL	RA6/OSC2	2	SI
32	Lcd128x64(DI)/7seg(4)/matriz 8x8 (Mux (C))	RC0	3	SI
33	/	NC	0	NO
34	/	NC	0	NO
35	Lcd128x64(CS1)/matriz 8x8 (Mux (E2))/7seg(2)	RC1/CCP2	3	SI
36	Lcd128x64(CS2)/7seg(1)	RC2/CCP1	2	SI
37	GND Y Condensador	VUSB	1	NO
38	Led0/matriz 8x8 (fila1) (Buffer (1))	RD0	2	SI
39	Led1/matriz 8x8 (fila2) (Buffer (2))	RD1	2	SI
40	Led2 (c3)/matriz 8x8 (fila3) (Buffer (3))	RD2	2	SI
41	Led3 (c4)/matriz 8x8 (fila4) (Buffer (4))	RD3	2	SI
42	usb	RC4/D-	1	NO
43	usb	RC5/D+	1	NO
44	RS232/xbee	RC6/Tx	2	SI

Anexo N. Tabla de costos

COMPONENTE	CANTIDAD	VLR UNIDAD	TOTAL
CONDENSADORES	25	1000	25000
DISPLAY 7 SEGMENTOS	6	1200	7200
DIODO 1N4001	3	100	300
LEDS	34	125	4250
LCD 16X2	1	13400	13400
LCD GRAFICA	1	52200	52200
MULTIPLEXOR 74HC154	3	2200	6600
RS232	1	8700	8700
TRANSISTOR MMBT2222A	24	100	2400
TRANSISTOR MMBT2907A	48	100	4800
MC9S08JM60	1	20000	20000
MSP430F2272	1	34000	34000
PIC18F4550	1	21000	21000
REGULADOR 7805	3	700	2100
REGULADOR LM1117	3	7000	21000
RESISTENCIAS	140	58	8120
TECLADO	1	7600	7600
XBEE	2	75400	150800
JUMPERS	104	130	13520
REGLETA SENCILLA	7	400	2800
REGLETA PROFESIONAL	7	1000	7000
CONECTORES USB	2	1200	2400
CRISTALES	8	500	4000
TARJETAS	15	50000	750000
SOLDADURA	3	60000	180000
XBEE EXPLORER	1	50000	50000
TOTAL		1399190	

Anexo O. Manual del usuario tarjeta Freescale.

ELEMENTOS DEL MÓDULO:

ENTRADA	SALIDA
USB 2.0	USB
RS 232	RS 232
X-BEE	X-BEE
TECLADO MATRICIAL 4X4	LCD 16X2
POTENCIOMETRO	LCD 128X64
	MATRIZ BICOLOR 8X8
	DISPLAY 7 SEGMENTOS
	DIODOS LEDS

MÓDULO FREESCALE

1. Leds (desde el puerto)

- Activar leds todos, mediante jumper (JLEDS) cerrado.
- Desactivar potenciómetro conversor mediante jumper (JP-POT) abierto.
- Encender y apagar uno o todos los leds del puerto

2. Conversor A/D - potenciómetro – lcd 16x2

- Activar LCD 16X2 mediante jumpers (localizados en el puerto D, desde JP1 – JP8) cerrados en posición 1. Al activar la LCD 16X2 se desactiva la LCD grafica, pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 2. Además es necesario activar los pines de control de la LCD que están aislados mediante jumpers (JP-RS LCD 16X2, JP-E LCD 16X2, JP-BL LCD 16X2).

- Activar potenciómetro colocando el jumper (JP-POT) cerrado, además desactivando los leds con el jumper (JP-LEDS) abierto.
- Seleccionar el canal de conversor A/D (ADP0) ubicado en el pin PTB0, mediante el código del programa.
- Programa en c: potenciómetro conversor- visualización de la conversión en la lcd 16X2

Nota: Por defecto siempre se deberá usar como entrada análoga del micro el pin PTB0; Si se requieren más canales u otro diferente se deben utilizar las salidas de los pines libres a protobard, desactivando previamente los componentes que estén conectados a dichos pines requeridos.

3. Conversor A/D -potenciómetro- leds

- Activar leds mediante jumper (JP-LEDS) cerrado
- Desactivar LCD 16X2 y LCD grafica mediante jumpers (localizados en el puerto D, desde JP1 – JP8) abiertos. Además es necesario seleccionar uno de los pines libres para realizar una conexión a protoboard de un potenciómetro adicional, el cual realizara la variación para la posterior conversión, este pin es el correspondiente al canal del conversor ADP8 ubicado en el pin PTD0.
- Programa en c: potenciómetro – conversor – leds.

4. 7 segmentos - desde el puerto

- Activar display 7 segmentos mediante jumpers (localizados en el puerto F, desde JP9 – JP16) cerrados en posición 1. Al activar los displays 7 segmentos se desactiva el teclado, pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 2. Además es necesario activar los pines de control de los display que son del PTG0-PTG3
- Habilitar oscilador interno del micro, en el código del programa

- Programa en c: visualizaciones en los 7 segmentos (contador 0 - 20).

5. Teclado - lcd16 x 2

- Desactivar los displays 7 segmentos y activar teclado, ubicados en el puerto F y controlado mediante los jumpers (JP9-JP16) en la posición 2.
- Activar la LCD de 16X2, además de sus pines de control como fue mencionado en la practica 2. La LCD 16x2 debe funcionar con datos a 8 bits
- Programa en c: Teclado-Lcd16x2

6. Conversor A/D - lcd16x2 – XBEE Tx/Rx ó DB9 Tx/Rx.

- La LCD 16x2 debe funcionar con datos a 8 bits.
- Activar potenciómetro como fue mencionado en la practica 2.
- Seleccionar el canal de conversor A/D ADP0, ubicado en el pin PTB0, mediante el código del programa.
- Activar la LCD de 16X2, además de sus pines de control como fue mencionado en la practica 2.
- Si se va a utilizar el XBEE se debe: cerrar los jumpers (JP-VCC XBEE, JP-TX XBEE y JP- RX XBEE) los cuales alimentan el XBEE, permiten la transmisión y la recepción respectivamente. Los pines de transmisión utilizados en el XBEE son el PTE0 (transmisión desde el microcontrolador TxD1) y el PTE1 (recepción desde el XBEE RxD1).
- Si se va a utilizar DB9 se debe: utilizar Los pines de transmisión y recepción utilizados en la tarjeta RS232 que son el PTC3 (transmisión desde el microcontrolador TxD2) y el PTC5 (recepción desde la tarjeta RS232 RxD2).
- Programa en c: Conversor – transmisión/recepción – LCD 16X2.

Nota: la practica Conversor A/D – LCD 16x2 – XBEE Tx/Rx ó DB9 Tx/Rx debe ser realizada con ambos sistemas de comunicación, ya sea serial ó inalámbrica,

7. Conversor a/d – LCD 16 x2 - USB (tx)

- La LCD 16x2 funciona con datos a 8 bits.
- Activar potenciómetro como fue mencionado en la practica 2.
- Seleccionar el canal de conversor A/D ADP0, ubicado en el pin PTB0, mediante el código del programa.
- Activar la LCD de 16X2, además de sus pines de control como fue mencionado en la practica 2.
- Se debe seleccionar la posición del jumper (JP-USB), según el firmware del micro, esto nos dará la posibilidad de utilización del pin para el led de detección de sentido de transmisión.
- Configuración del PC y USB (en PC también)
- Seleccionar la máxima salida de corriente a través del puerto mediante la librerías de CodeWarrior (esto debido a que se puede alimentar de VCC un circuito simple de tx).

Programa en c: T10_E1

Nota: Si el circuito de tx USB contiene más dispositivos que generen consumo superior a 400mA, se debe alimentar este circuito con fuente externa capaz de alimentar dicha carga. Para evitar daños en el puerto USB del PC.

8. Pulsadores (teclado) - matriz bicolor 8x8

- Activar teclado mediante jumpers (localizados en el puerto F, desde JP9 – JP16) cerrados en posición 2. Al activar el teclado se desactivan los displays 7 segmentos,

pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 1.

- Los pines de control de la matriz son PTC0, PTC1, PTC2, PTC4 Y PTC6.
- Desactivar jumpers (JP-TX XBEE y JP- RX XBEE) si están activados, pues comparten 2 pines con la matriz.
- Habilitar oscilador interno del micro, en el código del programa
- Programa en C: Matriz 8x8 - teclado

9. LCD 128x64(desde el puerto)

- Activar LCD 128X64 mediante jumpers (localizados en el puerto D, desde JP1 – JP8) cerrados en posición 2. Además es necesario activar los pines de control de la LCD que están aislados mediante jumpers (JP-CS1- LCDGRAF, JP-RST LCDGRAF, JP-BL LCDGRAF), los pines de control son los ubicados en todo el puerto A.
- Programa en C: LCD_128x64

10. X bee (Rx)- LCD 128x64

- Colocar el jumper (JP-RX XBEE) en posición de recepción, es decir, jumper cerrado
- Activar la alimentación del XBEE (3.3V), mediante el jumper (JP-VCC XBEE).
- Activar LCD 128x64, como se indico en la práctica anterior.
- Programa en c:

NOTA: A excepción de las prácticas donde se controlen los displays 7-segmentos, en el resto se puede utilizar oscilador externo, para esto se deben activar los jumpers (JP-EXTAL Y JP-XTAL).

Anexo P. Manual del usuario tarjeta Microchip.

ELEMENTOS DEL MÓDULO:

ENTRADA	SALIDA
USB 2.0	USB
RS 232	RS 232
X-BEE	X-BEE
TECLADO MATRICIAL 4X4	LCD 16X2
POTENCIOMETRO	LCD 128X64
	MATRÍZ BICOLOR 8X8
	DISPLAY 7 SEGMENTOS
	DIODOS LEDS

MÓDULO PIC

NOTA: Si se requiere utilizar el pulsador del MCLR del microcontrolador se debe situar el jumper (JMCLR) en la posición izquierda y para programar el microcontrolador se debe colocar el jumper en la otra posición.

1. Leds (desde el puerto)

- Activar leds todos, mediante jumper (JLEDS) cerrado
- Desactivar la matriz 8x8, mediante el jumper (JMATRIZ) abierto
- Programa en c: pot-conversor-leds

2. Conversor a/d-potenciómetro - leds

- Activar leds todos, mediante jumper (JLEDS) cerrado
- Desactivar la matriz 8x8, mediante el jumper (JMATRIZ) abierto
- Activar potenciómetro colocando el jumper (JTEC5) en posición de lado izquierdo y (JPOT) al lado derecho.
- Colocar el jumper (JRA0) del pin RA0 en posición (RAO-POT) cerrado, con esto se aísla la parte del teclado.

- Desactivar display 7-seg, abriendo los jumpers (J7SEG)
- Seleccionar el canal de conversor A/D RA0, mediante el código del programa.
- Programa en c: potenciómetro conversor - leds

Nota: Por defecto siempre se deberá usar como entrada analógica del micro el pin RA0; Si se requieren más canales u otro diferente se deben utilizar las salidas de los pines libres a protobard, desactivando previamente los componentes que estén conectados a dichos pines requeridos.

3. 7 segmentos (uno solo)-desde el puerto

- Activar los displays que se deseen, cerrando los jumpers (J7SEG)
- Desactivar el teclado, mediante los 6 jumpers dobles (JTEC: 1, 2, 5 - 8) colocándolos de lado izquierdo, también jumpers dobles como: JRA6 el cuál es el jumper que permite utilizar un pin del oscilador externo como I/O digital, colocarlo de lado derecho) y JPOT de lado izquierdo, para desactivar el potenciómetro y evitar corto circuito con el segmento que maneja este pin.
- Habilitar el oscilador interno del micro, en el código del programa
- Si está colocada la LCD de 128x64, desactivarla abriendo el jumper (JVCC128X64) y (JBL128X64) , con el fin de evitar que la LCD muestre algo, debido a que el 7-seg comparte varios pines con esta LCD.
- Desactivar Matriz 8x8 abriendo el jumper (JMATRIX) que se encuentra en el mux.
- Programa en c: Teclado-7seg

4. Teclado- LCD 16 x 2

- Desactivar display 7-seg, abriendo los jumpers (J7SEG)
- Activar teclado, mediante los 8 jumpers (JETC), colocándolos de lado derecho.
- Colocar en la tarjeta la LCD de 16X2 y retirar la de 128X64.
- Activar LCD 16x2 cerrando el jumper (JBL16X2), La LCD 16x2 debe funcionar con datos solo a 4 bits
- Programa en c: Teclado-Lcd16x2

5. Conversor A/D – LCD 16x2 – XBEE Tx ó DB9 Tx

- La LCD 16x2 debe funcionar con datos solo a 4 bits
- Activar potenciómetro colocando el jumper (JTEC5) en posición de lado izquierdo y (JPOT) al lado derecho.
- Colocar el jumper (JRA0) del pin RA0 en posición (RAO-POT) cerrado, con esto se aísla la parte del teclado, también (JPOT) al lado derecho.
- Seleccionar el canal de conversor A/D RA0, mediante el código del programa.
- Colocar en la tarjeta la LCD de 16X2 y retirar la de 128X64
- Activar LCD 16x2 cerrando el jumper (JBL16X2)
- Si se va a utilizar el XBEE se debe: cerrar el jumper (JXB) el cuál alimenta el XBEE
- Si se va a utilizar el DB9 se debe: cerrar el jumper (JDB9) para alimentar la tarjeta RS-232 y abrir el jumper (JXB).
- Programa en c: Conversor – LCD.

6. X BEE – (Rx) ó DB9 (Rx)- LCD 16x2

- Colocar el jumper (JRX) de lado derecho en posición DOUT
- Activar la alimentación del XBEE (3.3V), mediante el jumper (JXB)
- Colocar en la tarjeta la LCD de 16X2 controlándola con 4 bits y retirar la de 128X64
- Cerrar el jumper (JBL16X2) para el backlight. Programa en c: Rx serial LCD 16 x 2

7. Conversor A/D – LCD 16 x2-usb (tx)

- La LCD 16x2 debe funcionar con datos solo a 4 bits
- Activar potenciómetro colocando el jumper (JTEC5) en posición de lado izquierdo y (JPOT) al lado derecho.
- Colocar el jumper (JRA0) del pin RA0 en posición (RAO-POT) cerrado, con esto se aísla la parte del teclado.
- Seleccionar el canal de Conversor A/D RA0, mediante el código del programa.
- Colocar en la tarjeta la LCD de 16X2 y retirar la de 128X64

- Activar LCD 16x2 cerrando el jumper (JBL16X2)
- Desactivar la matriz mediante el jumper (JMATRIZ) abierto y leds mediante (JLEDS)
- Se debe seleccionar la posición del jumper (JUSB), según el firmware del micro, eso es para la posibilidad de utilización del pin para el led de detección de sentido de transmisión.
- Configurar el pc y USB (en pc también)
- Seleccionar la máxima Salida de corriente a través del puerto mediante la librería de CCS usb_desc_cdc.h (esto debido a que se puede alimentar de VCC un circuito simple de tx). Programa en c: T10_E1

Nota: Si el circuito de tx usb contiene más dispositivos que generen consumo superior a 400mA , se debe alimentar este circuito con fuente externa capaz de alimentar dicha carga. Para evitar daños en el puerto usb del pc.

8. Pulsadores (teclado)-matriz bicolor 8x8

- Activar matriz, cerrando el jumper del 74ls154 (JMATRIZ)
- Si está colocada la LCD de 128x64, desactivarla mediante el jumper (JVCC128X64)
- Retirar el jumper de back light de la LCD de 128x64 (JBL128X64)
- Desactivar display 7 segmentos, mediante los jumpers(J7SEG) de los comunes
- Habilitar oscilador interno del micro, en el código del programa
- Habilitar teclado matricial, mediante los 8 jumpers (JTEC) colocarlos de lado derecho
- Programa en C: Matriz 8x8-pulsadores (p)

9. LCD 128x64(desde el puerto)

- Colocar en la tarjeta la LCD de 128x64 y retirar la de 16x2
- Activar LCD 128x64, mediante el jumper (JVCC128X64) y el jumper (JBL128X64)
- Desactivar display 7 segmentos, mediante los jumpers(J7SEG) de los comunes

- Deshabilitar los dos pines que comparte con el teclado, mediante los jumpers(JTEC3 Y 4), dejándolos en pos. de la LCD 128X64 y no del teclado.
- Programa en C: LCD_128x64

10. X BEE (Rx) - LCD 128x64

- Colocar el jumper (JRX) de lado derecho en posición DOUT
- Activar la alimentación del XBEE (3.3V), mediante el jumper (JXB)
- Activar LCD 128x64, mediante el jumper (JVCC128X64) y el jumper (JBL128X64)
- Colocar en la tarjeta la LCD de 128x64 y retirar la de 16x2
- Desactivar display 7 segmentos, mediante los jumpers(J7SEG) de los comunes
- Deshabilitar los dos pines que comparte con el teclado, mediante los jumpers(JTEC3 Y 4), dejándolos en pos. de la LCD 128X64 y no del teclado.
- Programa en c:

NOTA: A excepción de las prácticas donde se controlen los displays 7-segmentos, en el resto se puede utilizar oscilador externo, para esto se debe colocar el jumper (JRA6) en posición izquierda.

Anexo Q. Manual del usuario tarjeta Texas.

ELEMENTOS DEL MÓDULO:

ENTRADA	SALIDA
RS 232	RS 232
X-BEE	X-BEE
TECLADO MATRICIAL 4X4	LCD 16X2
POTENCIOMETRO	LCD 128X64
	MATRÍZ BICOLOR 8X8
	DISPLAY 7 SEGMENTOS
	DIODOS LEDES

MÓDULO TEXAS

1. Leds (desde el puerto)

- Activar leds todos, mediante jumper (JP-LEDS) cerrado.
- Desactivar LCD grafica y LCD 16x2 mediante jumpers (JP1-P3.0—JP8-P3.7) abierto.
- Encender y apagar uno o todos los leds del puerto.

2. Conversor A/D - potenciómetro – LCD 16x2

- Activar LCD 16X2 mediante jumpers (localizados en el puerto P3, desde JP1-P3.0 - JP8-3.7) cerrados en posición 2. Al activar la LCD 16X2 se desactiva la LCD grafica, pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 1. Además es necesario activar los pines de control de la LCD que están aislados mediante jumpers (JP-RS LCD 16X2, JP-E LCD 16X2, JP-BL LCD 16X2).
- Además es necesario seleccionar uno de los pines libres para realizar una conexión a protoboard de un potenciómetro adicional, el cual realizara la variación para la posterior conversión, este pin puede corresponder al cualquiera de los canales del conversor A0, A1 ó A2 ubicados en el puerto P2, P2.0, P2.1 ó P2.2 respectivamente, desactivando cualquiera de los pines que se comparten con otras aplicaciones del modulo, este se selecciona mediante el código del programa.

- Programa en c: potenciómetro conversor- visualización de la conversión en la LCD 16X2.

Nota: Para esta práctica se pueden usar como entradas analógicas al micro cualquiera de las opciones mencionadas anteriormente, desactivando previamente los componentes que estén conectados a dichos pines requeridos.

3. Conversor A/D –potenciómetro - leds

- Activar leds, mediante jumper (JP-LEDS) cerrado
- Desactivar LCD 16X2 y LCD grafica mediante jumpers (localizados en el puerto P3, desde JP1-P3.0 – JP8-P3.7) abiertos.
- Activar potenciómetro colocando el jumper (JP-POT) cerrado. Adicionalmente hay que desactivar el jumper JP-E LCD 16X2, que está directamente relacionado con el pin de entrada del canal del conversor.
- Programa en c: potenciómetro conversor-leds

4. 7 segmentos - desde el puerto

- Activar display 7 segmentos mediante jumpers (localizados en el puerto P4.0, desde JP1-4.0 – JP8-4.7) cerrados en posición 2. Al activar los displays 7 segmentos se desactiva el teclado, pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 1. Además es necesario activar los pines de control de los display que son del P2.4-P2.7 aislados mediante los jumpers JP1-7SEG – JP4-7SEG, además es necesario desactivar los pines que controlan otras aplicaciones del modulo, es decir desactivar los jumpers JPE2-MUX, JP-R/W-LCDGRAF, JP-XIN, JP-XOUT y JP-E-LCDGRAF,
- Habilitar oscilador interno del micro, en el código del programa
- Programa en c: visualizaciones en los 7 segmentos (contador 0 - 20).

5. Teclado - lcd16 x 2

- Desactivar los displays 7 segmentos y activar teclado, ubicados en el puerto P4 y controlado mediante los jumpers (JP1-4.0 – JP8-4.7) cerrados en posición 1.
- Activar la LCD de 16X2 mediante jumpers ubicados en el puerto P3, desde JP1-3.0 – JP8-3.7, además de los pines de control, aplicando el mismo procedimiento que

se uso en la practica 2.

- La LCD 16x2 debe funcionar con datos a 8 bits
- Programa en c: Teclado-Lcd16x2

6. Conversor A/D – LCD 16x2 – XBEE Tx/Rx ó DB9 Tx/Rx.

- La LCD 16x2 debe funcionar con datos a 8 bits.
- Activar potenciómetro como fue mencionado en la practica 2.
- Desactivar los leds mediante jumper (JP-LEDS) abierto.
- Seleccionar el canal de conversor A/D, mediante el código del programa.
- Activar la LCD de 16X2, además de sus pines de control como fue mencionado en la practica 2.
- Si se va a utilizar el XBEE se debe: cerrar los jumpers (JP-VCC XBEE, JP-TX XBEE y JP- RX XBEE) los cuales alimentan el XBEE, permiten la transmisión y la recepción respectivamente. Los pines de transmisión utilizados en el XBEE son el P3.4 (transmisión desde el microcontrolador TxD) y el P3.5 (recepción desde el XBEE RxD).
- Si se va a utilizar DB9 se debe: utilizar Los pines de transmisión y recepción utilizados en la tarjeta RS232 que son el P3.4 (transmisión desde el microcontrolador TxD) y el P3.5 (recepción desde la tarjeta RS232 RxD), además de desactivar las funciones del XBEE, mediante los jumpers JP-VCC XBEE, JP-TX XBEE y JP- RX XBEE.
- Programa en c: Conversor – transmisión/recepción – LCD 16X2.

Nota: la practica Conversor A/D – LCD 16x2 – XBEE Tx/Rx ó DB9 Tx/Rx debe ser realizada con ambos sistemas de comunicación, ya sea serial ó inalámbrica, una a la vez.

7. Pulsadores (teclado)-matriz bicolor 8x8

- Activar teclado mediante jumpers (localizados en el puerto P4.0, desde JP1-4.0 – JP8-4.7) cerrados en posición 1. Al activar el teclado se desactivan los displays 7

segmentos, pues su ubicación es la misma, pero los jumpers cerrados en la posición 2.

- Activar jumpers JPA-MUX, JPB-MUX, JPC-MUX, JPD-MUX Y JPE2-MUX, y desactivar todos aquellos pines que son compartidos con otras prácticas.
- Habilitar oscilador interno del micro, en el código del programa
- Programa en C: Matriz 8x8 - teclado

8. LCD 128x64(desde el puerto)

- Activar LCD 128X64 mediante jumpers localizados en el puerto P3, desde JP1-P3.0 -- JP8-3.7, cerrados en posición 1. Además es necesario activar los pines de control de la LCD que están aislados mediante jumpers (JP-CS1- LCDGRAF, JP-CS2- LCDGRAF, JP-E-LCDGRAF, JP-R/W- LCDGRAF, JP-DI-LCDGRAF, JP-RST LCDGRAF, JP-BL LCDGRAF).
- Desactivar todos los pines que se comparten con otras prácticas.
- Programa en C: LCD_128x64

9. XBEE (Rx) - LCD 128x64

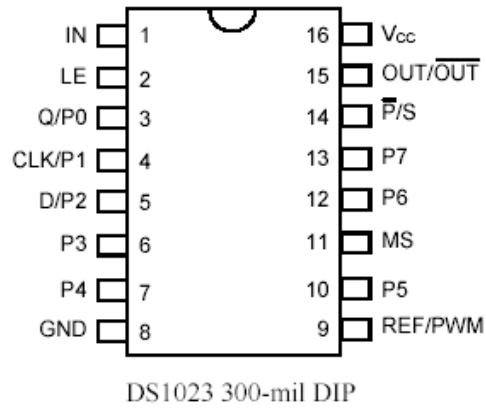
- Colocar el jumper (JP-RX XBEE) en posición de recepción, es decir, jumper cerrado
- Activar la alimentación del XBEE (3.3V), mediante el jumper (JP-VCC XBEE).
- Activar LCD 128x64, como se indico en la práctica anterior.
- Programa en c:

NOTA: A excepción de las prácticas donde se controlen los displays 7-segmentos, en el resto se puede utilizar oscilador externo, para esto se deben activar los jumpers (JP-XIN Y JP-XOUT) en posición izquierda.

Anexo R. manual de creación de nuevos componentes PROTEUS 7.6 versión demo
ISIS permite crear componentes directamente en la pantalla del editor de esquemas.

En este ejemplo, se creara el DS1023 de Maxim.

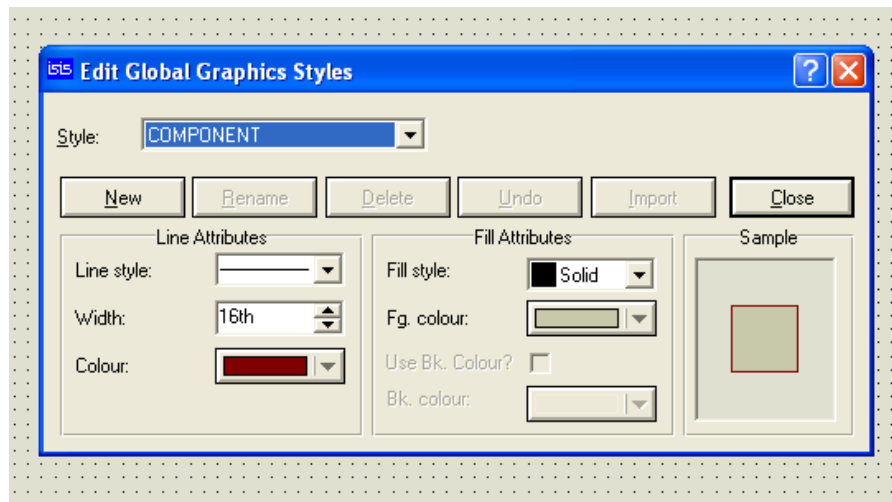
PIN ASSIGNMENT



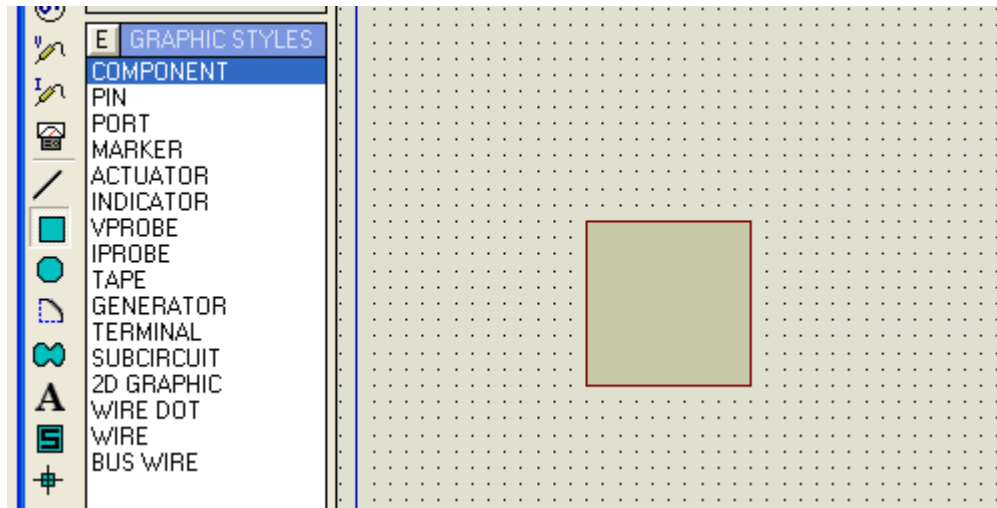
Esta es la asignación de pines que viene en el datasheet.

1. trazado del contorno del componente por medio de las herramientas gráficas

Posteriormente se da clic en 2D Graphics Box. El selector de objetos fija una lista que determina la apariencia del gráfico en términos de anchura de líneas, color, estilo de relleno. Para ver el editor global de estilos gráficos, solo hay que hacer doble clic con el botón izquierdo en cualquiera de los estilos que aparecen en el editor de objetos.

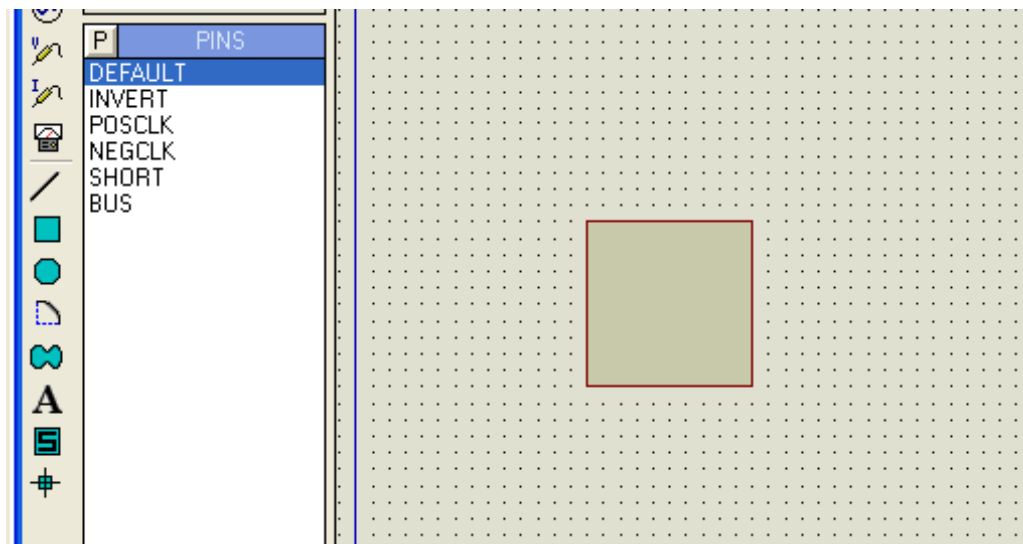


Las características se atribuyen por defecto, según los valores del programa. Luego se da clic en Component, después se coloca el puntero en la ventana del editor y se traza el rectángulo.

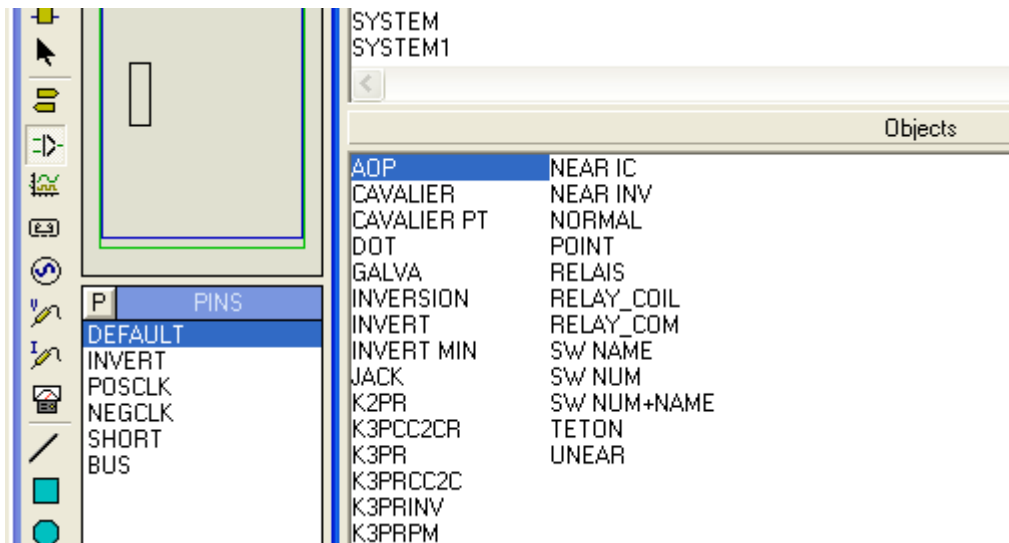


2. Colocación de pines al chip.

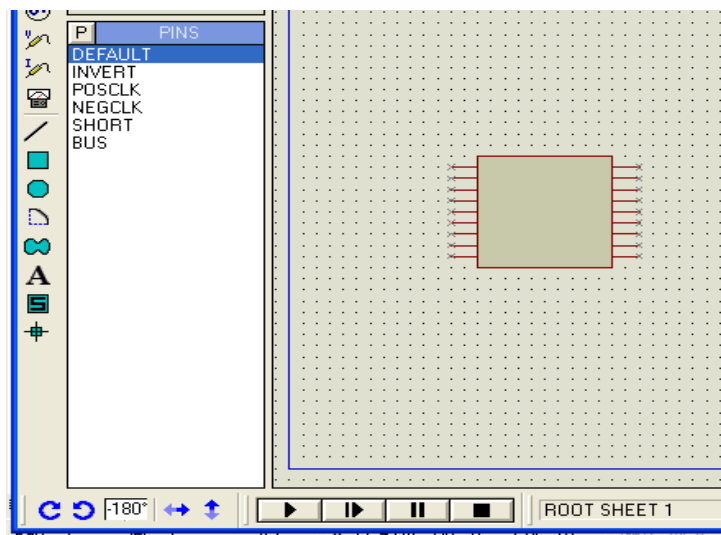
Se Selecciona el icono Device Pin, allí en el selector de objetos aparece la lista con los tipos de pines disponible



Se da doble clic sobre cualquiera de los tipos de pin o un clic sobre el botón “P”, allí se despliega una ventana de librerías y objetos.



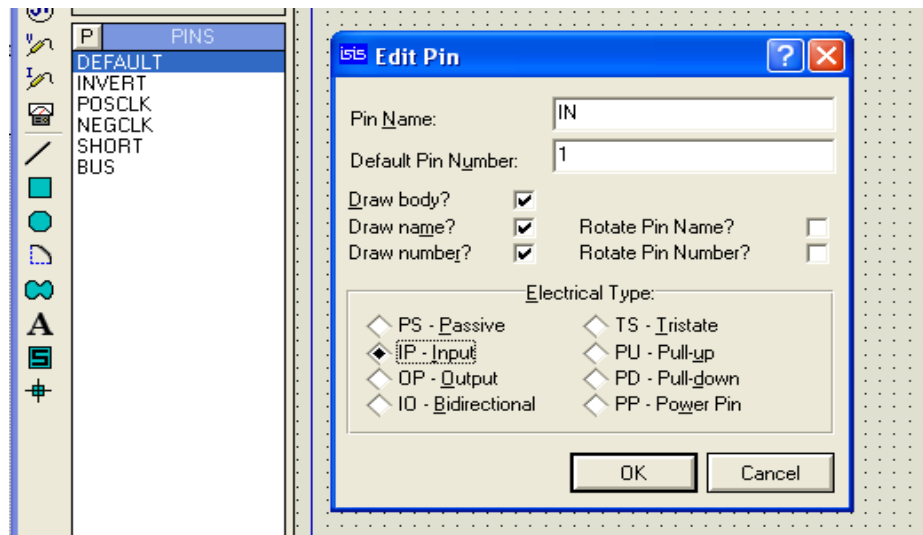
Se asigna el valor que esta por defecto “DEFAULT”. Luego se ubica el puntero en el editor y con el botón izquierdo se colocan todos los pines. Para colocar los de la parte derecha del chip, se debe girar 180° en “set rotation”.



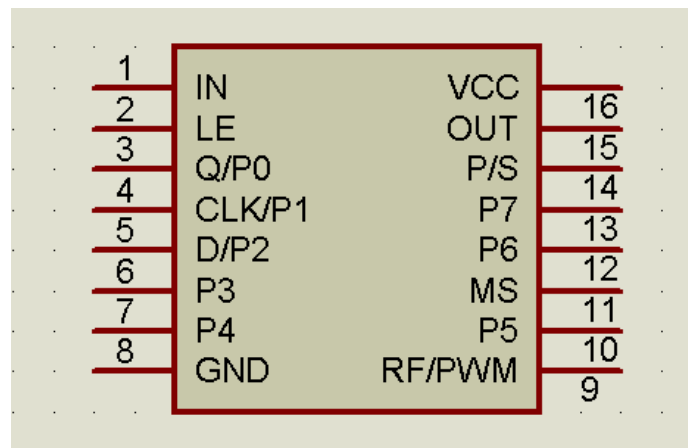
3. Asignación de nombres a cada pin.

Ahora hay que nombrar los pines con su número y su nombre, además hay que darle un atributo de tipo eléctrico (Passive, input, output. etc.), que es utilizado por la herramienta

de control de reglas eléctricas para comprobar la interconexión de las patas y comprobar que el tipo es compatible. Luego se coloca el puntero en el primer pin en el editor y se da clic con el botón izquierdo, Se abre el editor de pines y se da las características: nombre, número y tipo eléctrico, finalmente clic en aceptar.



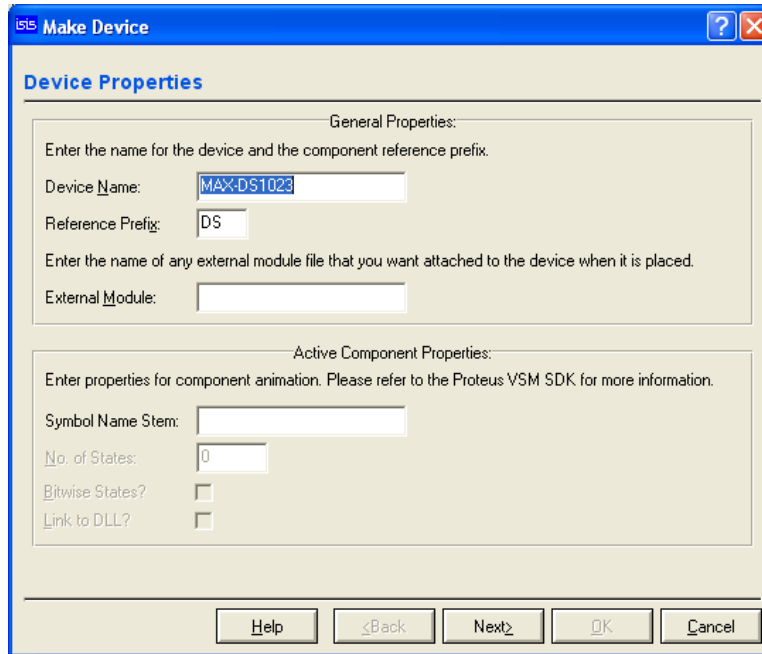
Este procedimiento hay que repetirlo para cada uno de los pines



4. Creación de la librería del componente.

Ahora hay que crear la librería del componente, para esto se da clic en “View entire sheet”, con el botón derecho se selecciona todo el componente dejándolo remarcado dentro del recuadro rojo. Posteriormente se va al menú “library” y click en “Make Device”.

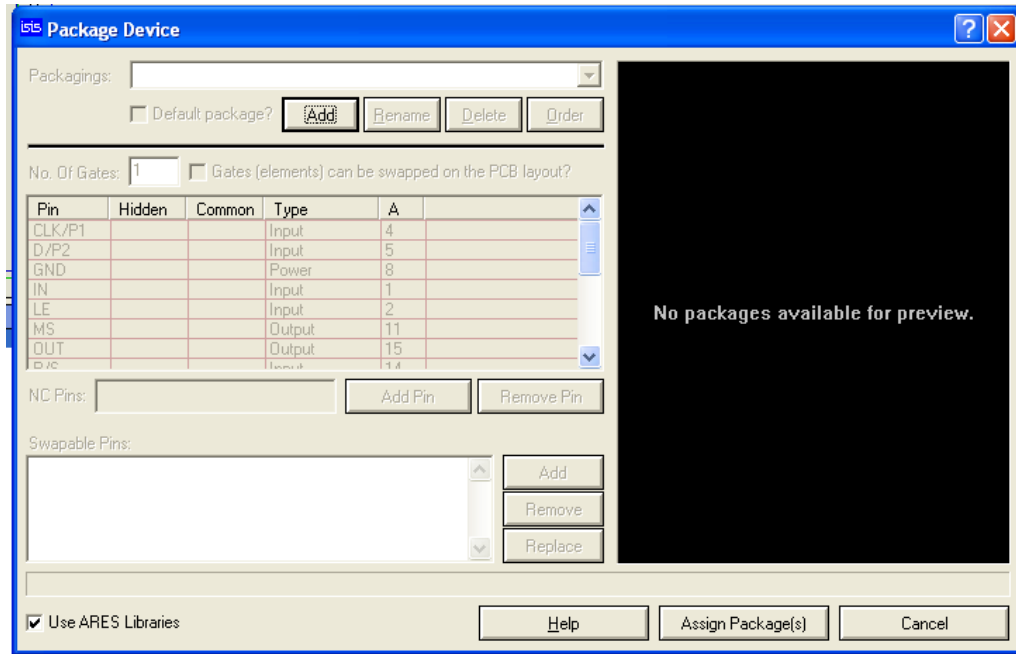
Allí se abrirá el asistente para crear componentes.



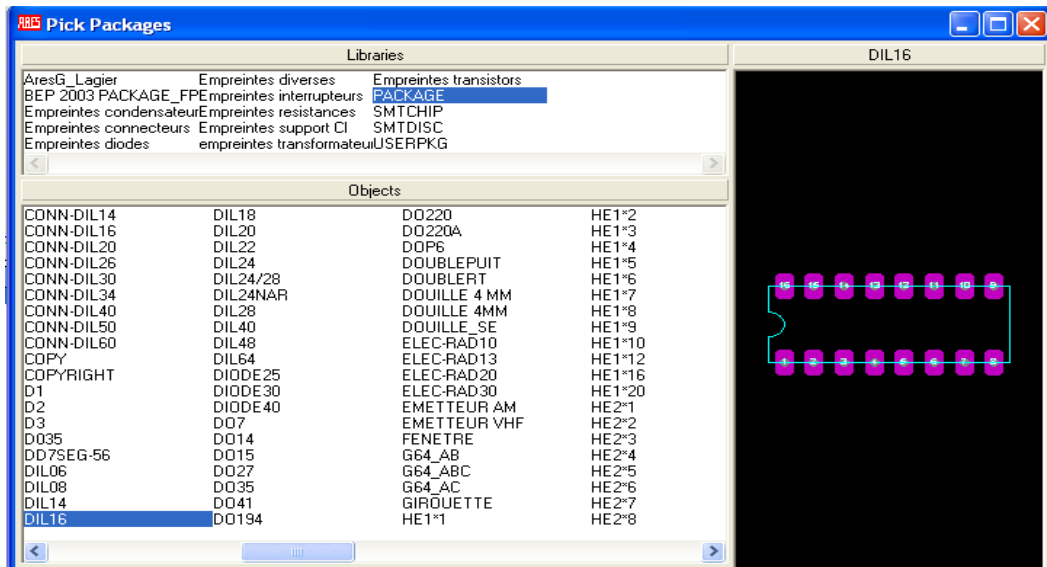
En esta ventana se asigna el nombre y un prefijo de referencia y clic en Next. En seguida aparece la ventana de package, la cual esta vacía, no hay seleccionado ningún encapsulado, por lo cual es necesario editar y elegirlo.



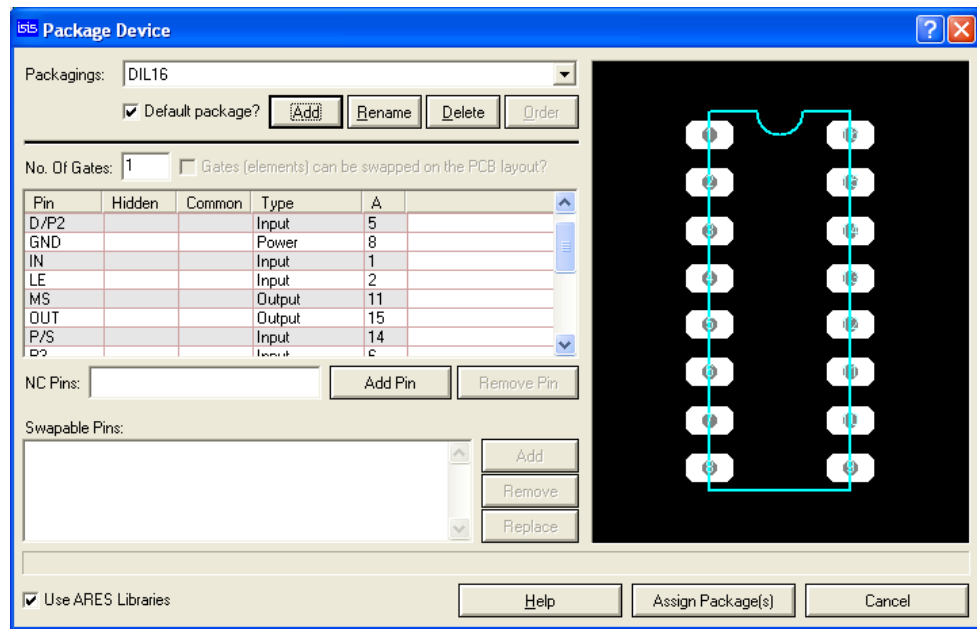
Para tal fin se da clic en add/edit y aparece la ventana de edición.



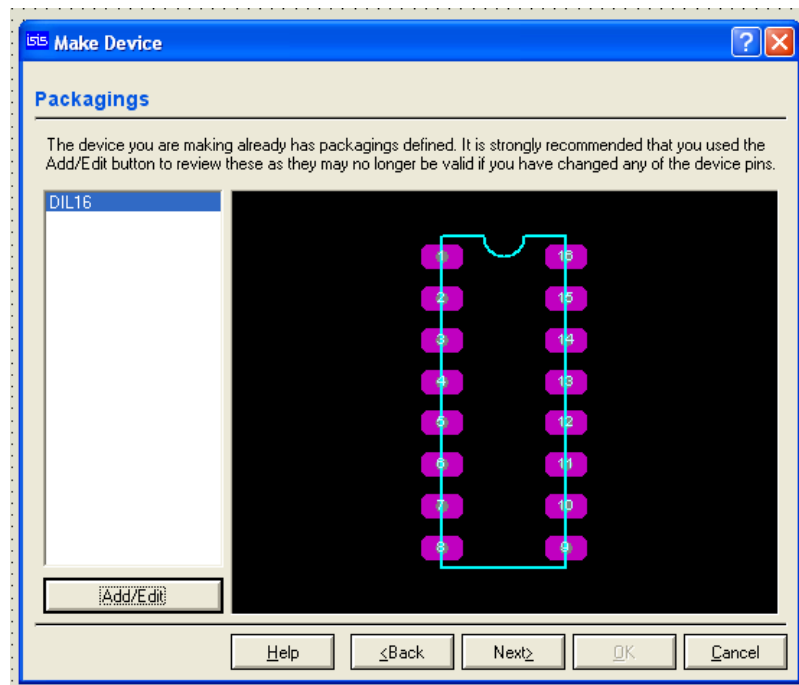
Se da clic en Add, la cual despliega las ventanas de librería y objetos. En librerías se selecciona "package" y en objetos "DIL16", pues es el encapsulado que se acomoda a las características del nuevo dispositivo.



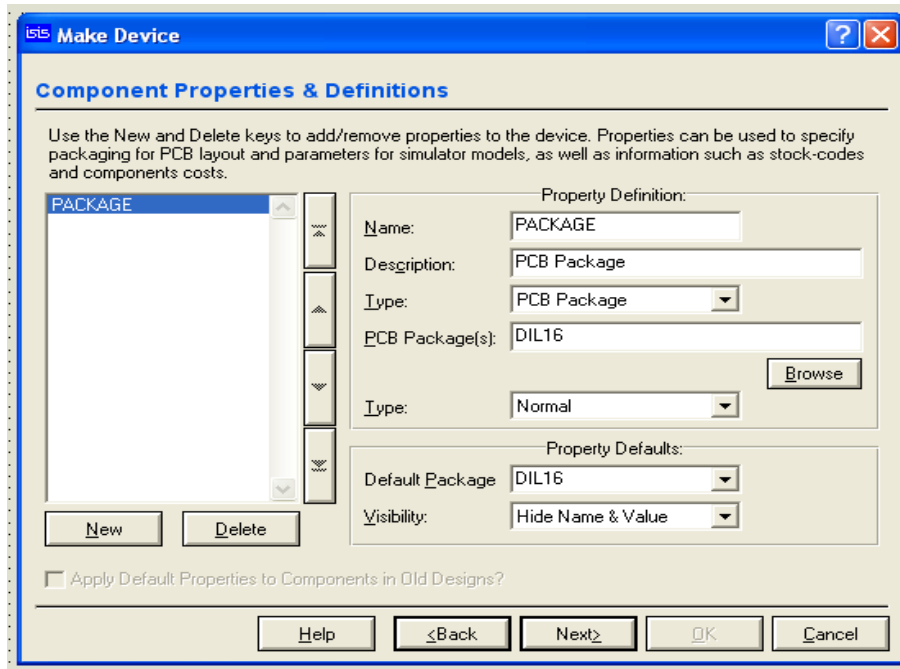
El editor quedará configurado como es posible verlo en la siguiente figura, además será posible editar los pines y características si fuese necesario.



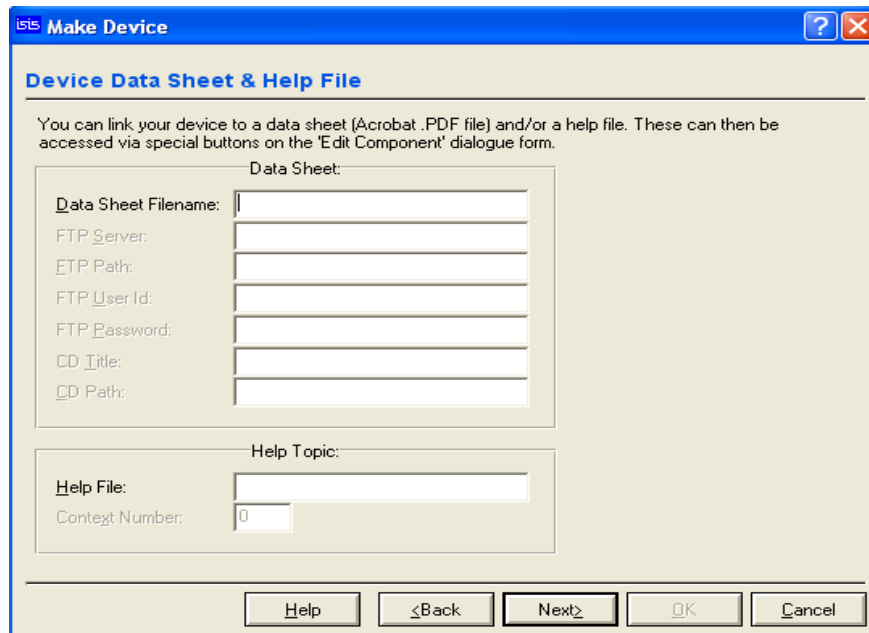
Posteriormente se da clic en assign packages y este a su vez retorna a la ventana del asistente para construcción de nuevos dispositivos que queda así:



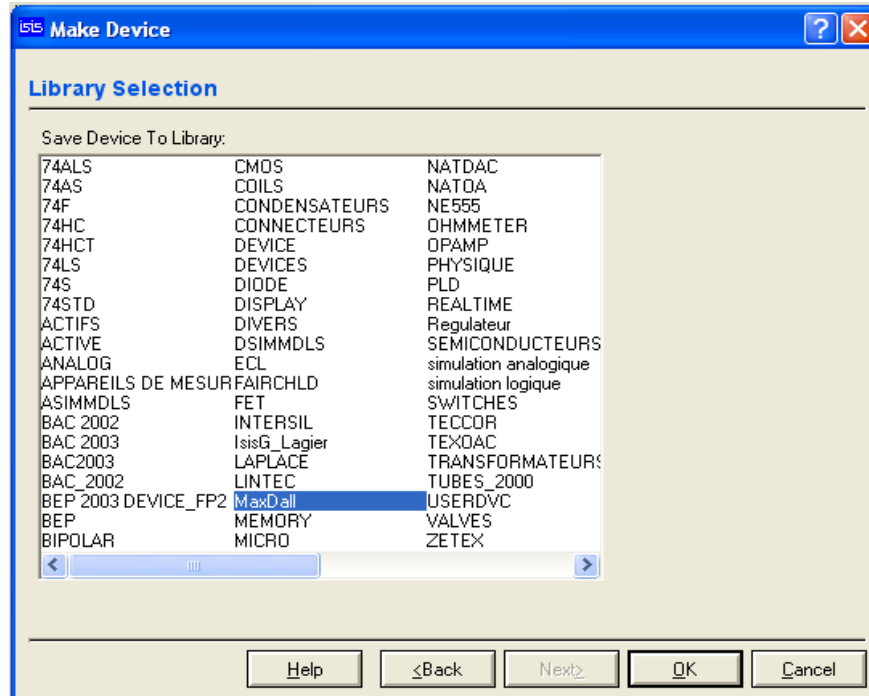
Se da clic en Next y este da paso a la ventana de propiedades y definición de componentes en el asistente.



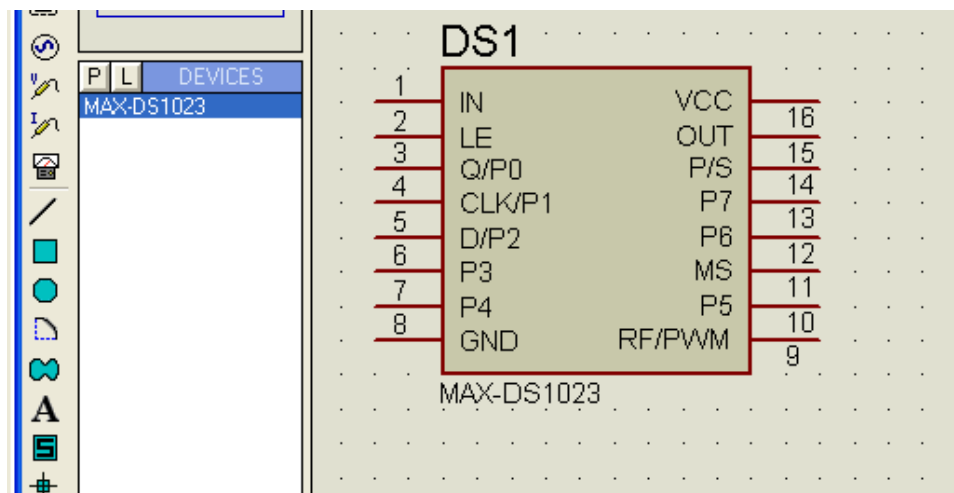
En esta ventana dejamos las características que estan por defecto y se da click en next.



La siguiente ventana que se abre es para asignar al componente un datasheet. Se da clic en Next y se abre la ultima ventana del editor, allí se asignara la librería a la cual empezara a hacer parte el nuevo componente.



Se da clic en OK y finalmente ha sido creado el nuevo componente en la librería elegida.



Por último, se atribuye un pequeño circuito SPICE al componente para poder emular circuitos con él.