

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE SEGURIDAD ELECTRÓNICO DIGITAL
CONTROLADO POR PIC, CON VISUALIZACIÓN EN LCD Y CON CONTROL DE
CERRADURA ELÉCTRICA PARA SER INSTALADO EN LAS OFICINAS DE LA
SUBDIRECCIÓN DE LA ESFOT.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

MARCO POLO VALENCIA CALDERÓN

marquito77@hotmail.com

DIRECTOR: ING. FRANCISCO PATRICIO CARRASCO MEDINA

fpcarrasco@espe.edu.ec

Quito, Noviembre, 2012

DECLARACIÓN

Yo, Marco Polo Valencia Calderón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Marco Polo Valencia Calderón

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Marco Polo Valencia Calderón bajo mi supervisión.

Ing. Patricio Carrasco
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Primero y antes de nada, doy gracias a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón a cada minuto ante la adversidad, iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo de estudios.

Agradezco de manera especial a mi director de proyecto, Ingeniero Patricio Carrasco por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia dándome en todo momento su apoyo en un marco de confianza, afecto y amistad.

A mis padres y hermanas por haberme brindado en todo momento su apoyo y que aún sin haber estado presentes físicamente la mayor parte de mis estudios universitarios, procuraron siempre mi bienestar además de enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Por último quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron conmigo pláticas, conocimientos y diversión. A todos aquellos que durante estos pocos años que duró este sueño lograron junto a mi convertirlo en realidad.

DEDICATORIA

A mi Dios,
Por sus bendiciones
Que nunca faltaron
Aún en los momentos de mayor dificultad

A mis padres
Quienes me supieron guiar
Por el camino de la honestidad, la constancia
Y el amor para con Dios y el prójimo.

A todos aquellos familiares y amigos
Por el apoyo leal y desinteresado.

CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. SISTEMA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICO	1
1.2. ALARMAS Y CONTROL	2
1.2.1. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA CENTRAL DE ALARMA.....	4
1.2.1.1. Sensores de movimiento	5
1.2.1.2. Switches magnéticos.....	7
1.2.1.3. Dispositivos actuadores	8
1.2.1.4. Unidad de control de alarma	9
1.2.1.5. Teclado.....	10
1.2.1.6. Pantalla LCD	12
1.3 EL CIRCUITO INTEGRADO	13
1.3.1. EL MICROPROCESADOR.....	14
1.3.2. EL MICROCONTROLADOR.....	17
1.3.2.1. Esquema de un microcontrolador.	18
1.3.2.2. Elementos de un microcontrolador	19
1.3.2.2.1. Registros	19
1.3.2.2.2. Unidad de control.....	20
1.3.2.2.3. Unidad aritmético-lógica	20
1.3.2.2.4. Buses.....	21
1.3.2.2.5. Conjunto de instrucciones.....	21
1.3.2.2.6. Memoria	23
1.3.2.2.7. Interrupciones	25
1.3.2.2.8. Periféricos.....	27
1.3.2.2.9. Entradas y salidas de propósito general.....	27
1.3.2.2.10. Temporizadores y contadores	28
1.3.2.2.11. Conversor analógico / digital.....	28
1.3.2.2.12. Puerto serie	28
1.3.2.2.13. Puerto serie sincrónico.....	29
1.3.2.2.14. Otros puertos de comunicación	29
1.3.2.2.15. Comparadores	29
1.3.2.2.16. Modulador de ancho de pulsos	30
1.3.2.2.17. Memoria de datos no volátil	30
1.3.2.3. Aplicación de los microcontroladores.....	30
1.3.2.4. Los Microcontroladores PIC 16F87X	32
1.3.2.4.1. Características de los PIC.....	32
1.3.2.4.2. Conjunto de instrucciones Risc y Cisc.....	35
1.3.2.4.3. Arquitectura Von Neumann	35
1.3.2.4.4. Arquitectura Harvard.....	36
1.3.2.4.5. Ciclo de instrucción.....	36
1.3.2.4.6. Memoria ROM en los PIC.....	39
1.3.2.5. Elementos del microcontrolador PIC16F877A.....	41

1.3.2.6.	Características del PIC 16F877A.....	43
1.4.	HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA PROGRAMAR MICROCONTROLADORES.	44
1.4.1.	Lenguaje DE BAJO Y ALTO NIVEL.....	44
1.4.1.1.	Lenguaje de programación de bajo nivel.....	44
1.4.1.2.	Lenguaje de programación de alto nivel.....	46
1.4.2.	COMPILADOR.....	47
1.4.3.	SIMULADOR.....	48
1.4.4.	GRABADORES O PROGRAMADORES DE MICROCONTROLADORES.....	50
1.4.5	Lenguaje DE PROGRAMACIÓN BASIC.....	51
1.4.5.1.	Compilador MikroBasic.....	52
1.5.	FUENTES DE ALIMENTACIÓN.....	54
1.5.1.	FUENTES DE ALIMENTACIÓN LINEALES.....	54
1.5.1.1.	Transformación.....	54
1.5.1.2.	Rectificación.....	55
1.5.1.3.	Filtrado.....	57
1.5.1.4.	Regulación.....	58
1.5.1.4.1.	Regulación de voltaje de salida a la carga.....	59
1.5.1.4.2.	Regulación de voltaje con carga variable.....	60
1.6	RESPALDO DE ENERGÍA.....	60
1.6.1.	RECARGA DE LA BATERÍA.....	61
1.6.2.	CIRCUITO DE RECARGA DE BATERÍAS.....	61
CAPÍTULO II.....		63
2.	CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO.....	63
2.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES Y FUNCIONAMIENTO.....	65
2.2.	INTERCONEXIÓN DE CADA BLOQUE Y SU FUNCIONAMIENTO.....	67
2.2.1.	MICROCONTROLADOR.....	67
2.2.1.1	Funcionamiento del microcontrolador PIC 16F877A.....	68
2.2.2.	TECLADO MATRICIAL.....	72
2.2.3.	DISPLAY LCD.....	73
2.2.4.	SIRENA.....	74
2.2.5.	CERRADURA ELÉCTRICA.....	76
2.2.6.	SENSOR DE MOVIMIENTO.....	77
2.2.6.1.	Acoplamiento de voltaje sensor-microcontrolador.....	78
2.2.7.	SENSORES MAGNÉTICOS.....	79
2.2.8.	FUENTE DE CONTINUA.....	80
2.2.9.	RESPALDO DE ENERGÍA.....	81
2.2.10.	PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	81
2.3.	DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE ALARMA.....	82
2.4.	SIMULACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA.....	83
2.5.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE ALARMA EN PROTOBOARD.....	84
2.6.	DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO.....	85
2.7.	ELABORACIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO.....	88

2.8. PROGRAMACION DEL PIC	90
2.8.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA	90
2.8.2. PROGRAMA DEL PIC Y COMENTARIOS	91
2.9. CONSTRUCCION DE LA FUENTE Y RESPALDO DE ENERGÍA	91
2.9.1. CARACTERISTICAS ELECTRÓNICAS DE LA FUENTE	92
2.10. PRUEBAS Y CALIBRACIÓN	95
2.11. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA	100
WEBGRAFÍA	101
ANEXOS	103
1. ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE PINES PIC 16F877A.....	103
2. ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC 16F877A.....	106
3. ANEXO 3: INSTRUCCIONES RISC.....	107
4. ANEXO 4: PROGRAMA FUENTE	108
5. ANEXO 5: LENGUAJE ASSEMBLER	109
6. ANEXO 6: PROGRAMA DEL PIC Y COMENTARIOS	110
7. ANEXO 7: REGULADORES INTEGRADOS 7812 Y 7805.....	121
8. ANEXO 8: DRIVER ULN2003 CARACTERÍSTICAS.....	123
9. ANEXO 9: LISTADO DE COMPONENTES Y MATERIALES DE LA ALARMA.	124
10. ANEXO 10: DIAGRAMAS CIRCUITALES DE LA FUENTE / CARGADOR DE BATERÍA CON LISTADO DE COMPONENTES.....	126
11. ANEXO 11: DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LA PLACA PRINCIPAL.....	129

RESUMEN

Este proyecto consiste en un equipo de seguridad electrónico digital controlado por PIC, con visualización en LCD y con control de cerradura eléctrica que será desarrollado paso a paso en el presente documento.

Consta de dos capítulos, en el primero se detalla la base teórica que se utilizó, en el segundo la parte práctica de la construcción del sistema y su aplicación práctica.

Se hace una presentación del proyecto además de las conclusiones y recomendaciones acerca del mismo, así también las fuentes bibliográficas y webgrafía.

La información de los elementos a usarse como programas y detalles técnicos se le ubica en los anexos de este documento, el análisis técnico económico así como pruebas y calibración están dentro de los anexos.

En cada capítulo se muestran imágenes explicativas y su correspondiente descripción, así también se ha citado en las páginas de este documento las referencias bibliográficas tomadas de partes textuales del autor.

ABSTRACT

This project consists of digital electronic security equipment controlled by PIC, with LCD display and control electric lock to be explained step by step in this document.

It consists of two chapters; the first detailing the theoretical basis that was used, the second chapter detailing practice the construction of the system and its practical application.

It has a presentation of the project in addition to the conclusions and recommendations about the same also the bibliography and webgraphy.

Information of the elements to be used with programs and technicalities are located at the annexes in this document, the economic and technical analysis in addition to calibration tests are provided in the appendices.

Each chapter has explanatory images and their corresponding description, has also been cited in the pages of this document the references taken from the author's textual parts.

PRESENTACIÓN

Día a día se comenta más acerca de la seguridad electrónica que se implementa en domicilios, fábricas e infinidad de lugares, pudiendo de manera confiable dejar a buen recaudo nuestros bienes con la seguridad de saber inmediatamente si alguna persona no autorizada accede a ellos.

De acuerdo a nuestra necesidad existen gran variedad de estos dispositivos en el mercado, para nuestro proyecto usaremos los PIC que es una de las versiones de microcontroladores que se fabrican. Estos PIC pueden realizar desde tareas simples como el encendido y apagado de un LED hasta procesos complejos como es el control de satélites en el espacio.

Este proyecto tiene como objeto el brindar a la SUBDIRECCIÓN de la ESFOT un sistema de seguridad electrónica mediante el uso de un equipo de seguridad electrónico digital controlado por PIC que vigile tanto el acceso desde el exterior de las instalaciones como también desde la sala de espera hacia las oficinas y haga el monitoreo constante de todas sus instalaciones.

Este equipo de seguridad electrónico controlará el acceso a las oficinas desde la sala de espera solo del personal autorizado mediante el uso de una cerradura eléctrica y dispositivos de alarma pudiendo alguien de dicho personal estar o no presente en el interior de las oficinas.

En las oficinas de la SUBDIRECCIÓN de la ESFOT no existe un sistema electrónico de alarma pues a parte de una puerta de madera, una puerta de metal y el pasar de los guardias nada podría avisar que intrusos hayan violentado las

seguridades de las oficinas o que han ingresado personas no autorizadas poniendo en riesgo todo lo que reposa dentro de la SUBDIRECCIÓN, por todo aquello observé la necesidad de implementar un sistema que vigile las oficinas en ausencia del personal y que controle el acceso.

En el mercado ya existen sistemas de alarma para oficinas y residencias pero lo que se quiere es a través de este proyecto aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en Electrónica y Telecomunicaciones y además ajustar este sistema a la medida de las necesidades.

Se dispondrá en todo momento del diseño del sistema de seguridad electrónico, esto permitirá corregir errores de manera sencilla y adaptar nuevos dispositivos según se dé la necesidad.

Se implementará un sistema de seguridad electrónico digital para las oficinas de la Subdirección de la ESFOT, este sistema de seguridad con visualización en LCD controlará el acceso del personal mediante el uso de una cerradura eléctrica y de contraseña alfanumérica ingresada por medio de un teclado, también brindará monitoreo a las oficinas mientras el personal esté ausente.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. SISTEMA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICO

Se entiende por sistema de seguridad electrónico a las alarmas electrónicas que se componen de un conjunto de sensores o dispositivos conectados a una unidad de control que a su vez se conecta a un medio en que se anunciará la alarma¹, cada uno de estos sensores o dispositivos serán colocados estratégicamente en el perímetro de un sitio específico para detectar la presencia, irrupción o invasión de un desconocido o de un individuo que no posea un acceso permitido.



Figura 1.1: Panel Remoto de Alarma.

Son creados para proteger áreas industriales, comerciales y residenciales utilizando toda una gama de tecnologías de vanguardia en sistemas de seguridad contra robo y asalto como:

¹http://www.wordiq.com/definicion/Burglar_alarm&rurl=translate.google.com.ec&usg=ALkJrhgjPSrPX0cp0lJOPxA_SHdc8WVpgA

- Circuito cerrado de televisión.
- Cercas eléctricas.
- Controles de acceso como pueden ser: teclados alfanuméricos, lectores biométricos, lectores de códigos de barras, tarjetas de proximidad, entre otros.
- Para ser útil, un sistema de alarma de intrusión deberá ser activado, desactivado o reconfigurado cuando el personal autorizado esté presente, la autorización podrá ser indicada en cualquier número de formas, a menudo con las llaves o códigos utilizados en el panel de control o un panel remoto cerca de una entrada (figura 1.1).
- Existen alarmas de alta seguridad pueden requerir varios códigos o una huella dactilar, tarjeta de identificación, escaneo de retina o de otros medios que se consideran suficientemente seguros para este fin.

1.2. ALARMAS Y CONTROL

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva, esto significa que no evitan una situación anormal pero sí son capaces de advertir de ella cumpliendo así una función disuasoria frente a posibles problemas² por ejemplo: la intrusión de personas, inicio de fuego, el desbordamiento de un tanque, la presencia de agentes tóxicos o cualquier situación que sea anormal para el usuario.

El control está constituido por la central o panel de alarma el cual es el "cerebro" de todo el sistema pues actúan sobre él todas las señales eléctricas de los distintos bloques que componen el sistema, el control propiamente dicho se concentra en un microcontrolador el cual ejecuta procesos y procesa las señales que provienen de los accesorios periféricos, este microcontrolador ejecuta un programa previamente establecido con el fin de reconocer adecuadamente cada uno de los eventos posibles cuyas alertas provienen de los sensores conectados a la central de la alarma, son capaces además de reducir el tiempo de ejecución

² http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alarma

de las acciones a tomar en función del problema presentado, reduciendo así las pérdidas.

El funcionamiento empieza una vez que la alarma se activa y dependiendo del sistema instalado esta puede tomar acciones en forma automática por ejemplo: si se detecta la intrusión de una persona a un área determinada mandar un mensaje telefónico a uno o varios números, si se detecta la presencia de humo, calor o ambos mandar un mensaje telefónico a uno o varios números o accionar la apertura de rociadores en el techo para que apaguen el fuego, si se detecta la presencia de agentes tóxicos en un área cerrar las puertas para que no se expanda el problema, para esto la alarma tiene que tener conexiones de entrada para los distintos tipos de detectores y conexiones de salida para activar otros dispositivos que son los que se ocupan de hacer sonar la sirena, abrir los rociadores o cerrar las puertas.

Todos los sistemas de alarmas traen conexiones de entrada para los detectores y por lo menos una de salida para la sirena, si no hay más conexiones de salida la operación de llamar a un número, abrir el rociador o cerrar las puertas deberá ser realizada en forma manual por un operador.

Uno de los usos más difundidos de un sistema de alarma es advertir el allanamiento en una vivienda o inmueble, los equipos de alarma pueden estar conectados con una Central Receptora también llamada Central de Monitoreo o con el propietario mismo (a través de teléfono o TCP/IP) o bien simplemente cumplir la función disuasoria activando una sirena que funciona a unos 90 db (la potencia de la sirena estará regulada por las distintas leyes de seguridad del Estado o región correspondiente).

Para la comunicación con una Central Receptora de Alarmas se necesita de un medio de comunicación como pueden serlo: una línea telefónica RTB o una línea GSM, un transmisor por radiofrecuencia llamado Trunking o mediante transmisión

TCP/IP que utiliza una conexión de banda ancha ADSL y últimamente servicios de Internet por cable CableModem.

1.2.1. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA CENTRAL DE ALARMA

Los elementos básicos de un sistema de seguridad:

- **Sensores:** Elementos que perciben el movimiento o el calor que despiden un cuerpo, para casos en los que se poseen mascotas dentro del perímetro a vigilar se instalan detectores de movimiento especiales, están conectados por cable o radio con la unidad de control de alarma.
- **Contactos magnéticos:** Son switches que al mantener sus dos partes muy próximas permiten circular una corriente a través de uno de ellos, los contactos magnéticos serán ubicados en las puertas y las ventanas, estos podrán detectar cuando estas sean abiertas o violentadas.
- **Sirena:** Ubicada normalmente en el exterior de la casa u oficina emitirá un sonido fuerte, agudo y audible, avisará a los vecinos o guardias en el caso de que se dispare el sistema de alarma, puede tener además diferentes sistemas luminosos que funcionan en conjunto con la disuasión sonora.
- **Unidad de control de alarma:** es el elemento central del sistema de alarma, que recibe las señales de los sensores, almacena las claves de activación o desactivación del sistema, aloja la batería que alimenta el sistema, envía el aviso a dispositivos de alarma, etc.³ Suele ubicarse en un lugar escondido.
- **Teclado:** Aquí es donde se establece la identificación, activación o desactivación y también la configuración del sistema.

³ <http://www.fotosok.com/creditocasa/sistema-alarma-casa.htm>

- **Pantalla LCD:** Es una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo del inglés Liquid Crystal Display) delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

1.2.1.1. Sensores de movimiento

Los sensores de movimiento son aparatos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder “mapear” o captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado⁴, un sensor de movimiento es un aparato electrónico equipado con dispositivos capaces de medir magnitudes físicas y transformarlas en variables eléctricas que responden a un movimiento físico, se encuentran generalmente en sistemas de seguridad o en circuitos cerrados de televisión.

Son uno de los dispositivos más reconocidos e importantes dentro de la seguridad electrónica, el tamaño y la funcionalidad de estos es muy destacada y es que los sensores de movimiento que podemos ver por ejemplo encima de las entradas y salidas de establecimientos públicos se activan con sólo la movilidad específica de los sujetos.

Los sensores de movimiento también están siendo adaptados a todo tipo de electrodomésticos haciendo mucho más eficaz los niveles de protección o de vigilancia a los que un recinto puede llegar, se los ve instalados en algunas lámparas corrientes o hasta en relojes despertadores siendo este tipo de sensores de movimiento los que funcionan por intermedio de ondas ultrasónicas.

Los que operan mediante rayos infrarrojos (Figura 1.2) resultan ser mucho más sofisticados y se usan sobre todo en lugares que necesitan de un alto nivel de protección, esta clase de sensores tienen la capacidad así mismo de poder

⁴ <http://www.vidadigitalradio.com/sensores-movimiento/>

dibujar a escala una representación del movimiento que puede darse por distintos puntos de unión como si se tratara del mapa de una constelación, por eso los sensores de rayos infrarrojos dependiendo del caso vienen programados con algún tipo de auxiliar gráfico con los que los complementan gráficamente mediante el uso de un computador sus acciones principales con el fin de ofrecer gran seguridad.

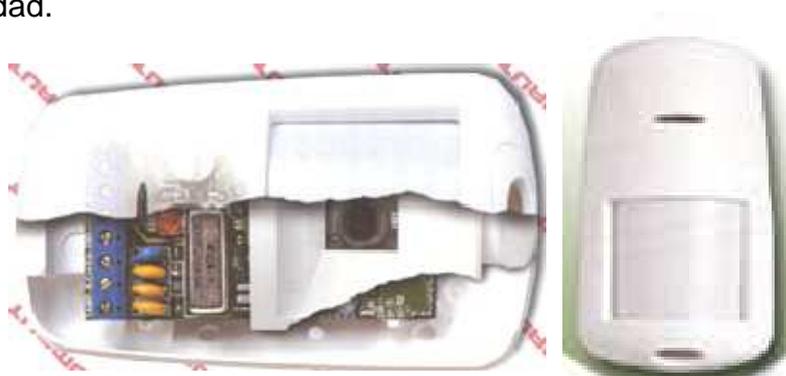


Figura 1.2: Sensor de movimiento de rayos infrarrojos.

Los detectores ultrasónicos son sensores de movimiento volumétricos que utilizan el principio Doppler. Los sensores emiten ondas de sonido ultrasónico hacia el área a controlar⁵ las cuales rebotan en los objetos presentes y regresan al receptor del detector (figura 1.3), el movimiento de una persona en el área provoca que las ondas de sonido regresen con una frecuencia diferente a la cual fue emitida, lo cual es interpretado como detección de movimiento.



Figura 1.3: Efecto Doppler

⁵ <http://www.bticino.com.mx/productos.asp?lonidcategoria=41>

Dado a que la cobertura ultrasónica puede “ver” a través de puertas y divisiones es necesario darle una ubicación adecuada al sensor para evitar así posibles detecciones fuera de la zona deseada.

Las áreas con alfombra gruesa y materiales antiacústicos absorben el sonido ultrasónico y pueden reducir la cobertura, la eficiencia del sensor también puede verse alterada por flujo excesivo de aire (provocado por aires acondicionados, ventiladores, calefacción, etc.).

1.2.1.2. Switches magnéticos

Son sensores de apertura conformados por dos unidades necesariamente ubicadas en una posición determinada y que ante la separación de estas dos piezas produce un cambio mecánico en los contactos de una de ellas, a fin de informar el cambio de “estado” de una abertura, que pasa del estado cerrado al de “libre acceso” o abierto.

Estas dos piezas son construidas mediante un mismo principio científico aunque cada una de ellas esté conformada por un elemento totalmente diferente, una de las dos piezas consiste en un contacto formado por láminas de metal que permanecen cerradas o abiertas ante la presencia de un campo magnético circundante y la otra pieza es un imán cerámico de alta coercitividad que proveerá las necesarias “líneas de fuerza” de un campo magnético capaz de influenciar directamente en la posición de las láminas de la otra parte, los más usuales son aquellos que en presencia de un campo magnético las mantienen cerradas (unidas entre sí) y que se abren cuando desaparece o disminuye notoriamente el campo magnético. La parte que está integrada por el contacto electromecánico está instalada generalmente dentro de un bulbo de vidrio alargado cerrado al

vacío o conteniendo una pequeña cantidad de algún gas como el argón, nitrógeno, etc⁶.

Los sensores/conmutadores Reed de proximidad frecuentemente referidos como sensores magnéticos (Figura 1.4) son muy tolerantes al desalineamiento y se ajustan bien a entornos contaminados por polvo y líquido, constan de dos partes, el conmutador reed y el actuador magnético. El conmutador reed cambia su estado de abierto a cerrado cuando el actuador magnético se acerca a él sin necesidad de que exista contacto físico entre ambos. La distancia de operación puede variarse con una adecuada elección del actuador magnético.



Figura 1.4: Sensor reed en miniatura

1.2.1.3. Dispositivos actuadores

Los dispositivos actuadores de acuerdo a su aplicación pueden ser luminosos o sonoros.

- En el caso de ser sonoros estos indicarán a través de una señal audible que se está manipulando o se ha ingresado sin autorización a las instalaciones, local o bien en el que se encuentra vigilado.
- Si los dispositivos son luminosos emitirán destellos muy fuertes que podrán ser vistos desde una distancia considerable alertando de la presencia de individuos ajenos al lugar que se está cuidando.

⁶ <http://www.scribd.com/doc/17476698/Cap4Detectores-magneticos>

Estos dispositivos actuadores además de alertar sobre una intrusión son elementos disuasivos que aturden al intruso evitando en la mayoría de los casos el cometimiento de un robo o destrucción dentro del perímetro a proteger.



Figura 1.5: Sirena de Alarma

Como dispositivo sonoro tenemos las sirenas electrónicas (figura 1.5) las cuales solo necesitan que se les aplique un voltaje que proviene desde una central para que actúen generando un sonido audible que es estridente y de mucha potencia que puede llegar a los 120dB.

1.2.1.4. Unidad de control de alarma

La vertiginosa evolución de la electrónica ha llevado la última tecnología a los sistemas de alarma permitiendo contar con equipos detectores, centralitas más eficientes mejorando sobremanera la facilidad y comodidad de uso así como la fiabilidad de estos sistemas de seguridad.⁷

⁷ <http://www.cesyco.es/servicios-y-productos/sistemas-de-alarma/>

La unidad de control es el corazón de nuestro sistema de seguridad ya que en ella se encuentra alojada la circuitería electrónica, a esta unidad de control llegarán los diferentes pulsos eléctricos provenientes de sensores, estos pulsos serán procesados y darán paso a una serie de eventos programados los cuales darán aviso de que se ha suscitado una intrusión.

Los modelos de unidades de control varían de acuerdo a cada necesidad y al espacio a cubrir, como ejemplo podemos observar en la (figura 1.6) donde se tiene la circuitería necesaria para poder controlar el sistema de sensores incluso se tiene el respaldo de energía en caso de un corte del suministro eléctrico.

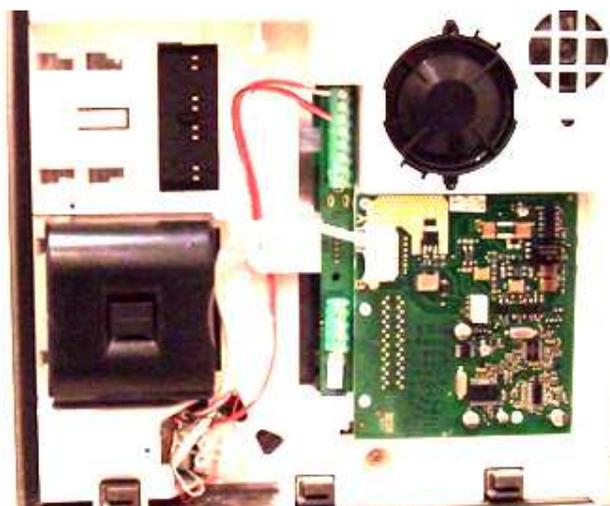


Figura 1.6: Unidad de control de alarma.

1.2.1.5. Teclado

Es un teclado numérico parecido al de un teléfono, desde el que se activa y desactiva el sistema de alarma, suele colocarse junto a la puerta de la vivienda, se trata de 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 (Figura 1.7).

Para nuestro caso usaremos 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 1.8), si asumimos que todas las columnas y filas inicialmente están en alto (1 lógico) la pulsación de un botón se puede detectar al poner cada fila a en bajo (0 lógico) y checar cada columna en busca de un cero, si ninguna columna está en bajo entonces el 0 de las filas se recorre hacia la siguiente y así secuencialmente⁸.

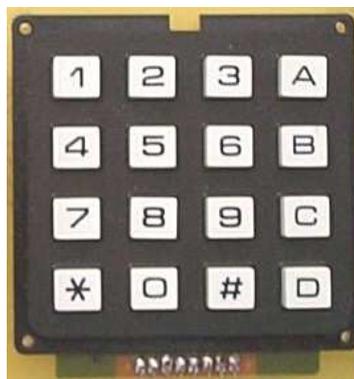


Figura 1.7: Teclado matricial 4X4.

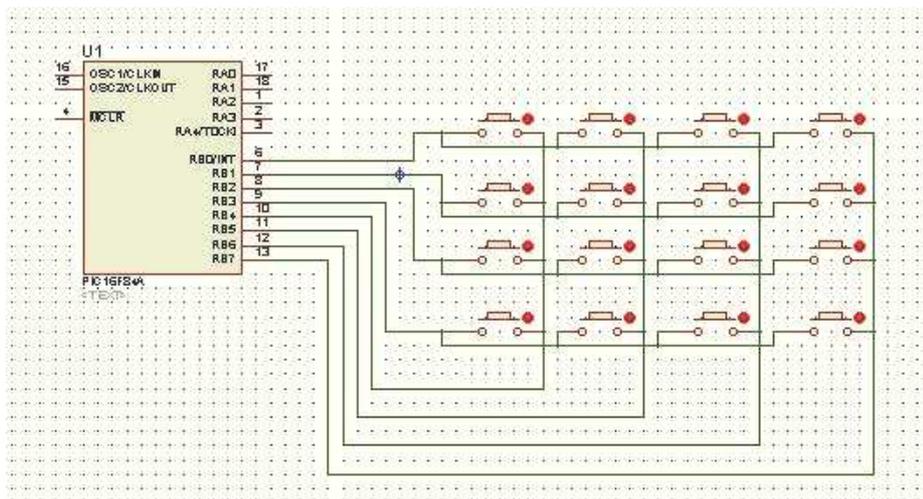


Figura 1.8: Conexión teclado matricial 4X4

⁸ <http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>

1.2.1.6. Pantalla LCD

Existen en el mercado una enorme variedad de pantallas de cristal liquido, de un precio accesible con características comunes en cuanto a la interfaz y programación gracias a que la mayoría utiliza para comunicarse con el “exterior” el mismo chip de la empresa Hitachi HD44780⁹, esto hace posible que haya disponible una gran variedad de alternativas en cuanto a software para controlar nuestro LCD, respecto del display en si se consiguen con una, dos, tres o cuatro líneas de 8 a 20 caracteres alfanuméricos (Figura 1.9).

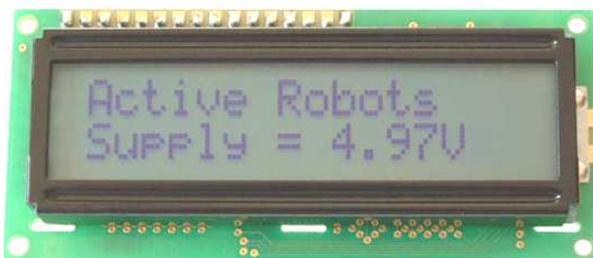


Figura 1.9: Pantalla LCD

Muchas aplicaciones microcontroladas requieren mostrar datos de diversas formas, para ello se puede emplear fácilmente un display LCD, estos módulos son la solución ideal en los casos donde se desea mostrar menús al usuario y respuestas a determinadas secuencias de comandos.

Son muy útiles en sistemas de mediciones múltiples y simultáneas donde de otra forma habría que emplear cantidades de decodificadores BCD y transistores para comandar displays de 7 segmentos convencionales donde se emplearía innecesariamente los recursos del microcontrolador.

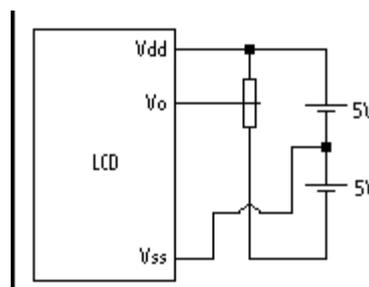
La conexión del módulo LCD y el circuito puede realizarse por medio de un cable plano de 14 hilos, similar al que se emplea en las disketteras o discos duros,

⁹ <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=LCD>

lamentablemente la disposición de los terminales en el LCD aún no están normalizados por lo que el instalador deberá conseguir la hoja de datos al momento de comprar el display y así poder usarlo tranquilo (Figura 1.10).

Si bien los terminales no son normalizados los tipos de señal manejados por los display LCD son casi estándar por lo que no hay casi diferencia entre cada uno de ellos. Puede variar uno que otro comando pero no el cableado del módulo en lo que a señales se refiere.

Pin	Símbolo	E/S	Función
1	Vss	-	0V (Tierra)
2	Vdd	-	+5V ± 0.25V (Tensión positiva de alimentación)
3	V _o (*)	-	Tensión negativa para el contraste de la pantalla
4	RS	E	Selector de Dato/Instrucción*
5	RW*	E	Selector de Lectura/Escritura*
6	E	E	Habilitación del módulo
7	DB0	E/S	BUS DE DATOS
8	DB1	E/S	
9	DB2	E/S	
10	DB3	E/S	
11	DB4	E/S	
12	DB5	E/S	
13	DB6	E/S	
14	DB7	E/S	



El potenciómetro usado puede ser de 20 KΩ.

Figura 1.10: Conexión de un display LCD

1.3 EL CIRCUITO INTEGRADO

Es un pequeño circuito electrónico utilizado para realizar una función electrónica específica¹⁰ como operaciones aritméticas, funciones lógicas, amplificación, codificación, decodificación, controladores, etc. (Figura 1.11). Se combina por lo general con otros componentes para formar un sistema más complejo y se fabrica mediante la difusión de impurezas en silicio monocristalino que sirve como

¹⁰ <http://www.slideshare.net/noche/circuitos-integrados-206123>

material semiconductor o mediante la soldadura del silicio con un haz de flujo de electrones.

En electrónica de consumo los circuitos integrados han hecho posible el desarrollo de muchos nuevos productos como computadoras y calculadoras personales, relojes digitales y videojuegos, se han utilizado también para mejorar y rebajar el coste de muchos productos existentes debido a su bajo consumo de energía y su barata fabricación como en los televisores, los receptores de radio y los equipos de alta fidelidad. Su uso está muy extendido en la industria, la medicina, el control Digital de tráfico (tanto aéreo como terrestre), control medioambiental y comunicaciones.

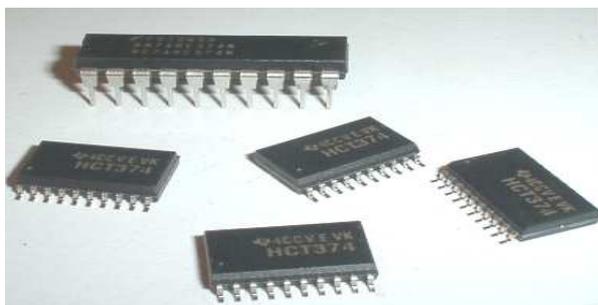


Figura 1.11: El circuito integrado

1.3.1. EL MICROPROCESADOR

Algunos de los circuitos integrados más avanzados son los microprocesadores¹¹ (Figura 1.12).



Figura 1.12: El Microprocesador

¹¹ http://www.cad.com.mx/historia_del_microchip.htm

El microprocesador contiene circuitos biestables, contadores, registros, codificadores, decodificadores, etc.; todos dentro de un mismo chip¹², además el microprocesador posee una lista de instrucciones que puede realizar de manera que un microprocesador se considera un dispositivo lógico de propósito general.

Los circuitos Integrados contienen cientos de componentes distribuidos de manera ordenada; utilizando la técnica de dopado en materiales semiconductores puros o la técnica llamada fotolitografía la cual permite ordenar miles de componentes en una pequeña placa de silicio donde:

- El transistor actúa como un switch.
- Las resistencias limitan el flujo de electricidad.
- Los capacitores almacenan electricidad y la liberan en un rápido impulso.
- Los diodos detienen la electricidad bajo alguna condición.

Pueden contener 275.000 transistores, además de una multitud de otros componentes como son diodos, resistencias, condensadores y alambres de conexión, pueden medir desde menos de un centímetro hasta un poco más de tres centímetros.

Rara vez se pueden reparar, es decir si un solo componente de un circuito integrado llegara a fallar, se tendría que cambiar la estructura completa, esto se debe al tamaño diminuto y los miles de componentes que poseen.

Por los niveles de integración se los puede clasificar de la siguiente manera:

- SSI (Small Scale Integration) .

Se refiere a los CI con menos de 12 componentes integrados, la mayoría de los chips SSI utilizan resistores, diodos y transistores bipolares integrados. Varias

¹² Electrónica Digital y microprogramable David Luque Sacaluga 2005 Pag. 186

compuertas lógicas en un solo paquete hacen un dispositivo con integración a pequeña escala.

Ejemplos: compuertas lógicas digitales.

- MSI (Medium Scale Integration) - 1970

Se refiere a los CI que tienen de 12 a 100 componentes integrados por chip , comprenden la época de investigación

Ejemplos:

Codificadores, registros, contadores, multiplexores, de codificadores y de multiplexores.

Estos integrados son los que se usaban en los primeros ordenadores.

- LSI (Large-Scale Integration) - 1971

Se refiere a CI con más de 100 componentes. Debido a que es más sencillo hacer un transistor MOS integrado, un fabricante puede producir más de estos en un chip en vez de transistores bipolares.

Ejemplos:

Memorias, unidades aritméticas y lógicas, microprocesadores de 8 y 16 bits.

Son utilizados para la fabricación de: los relojes de pulsera, detectores de humos, televisores y calculadoras, quedan dentro de esta categoría los circuitos integrados utilizados en temporizadores de electrodomésticos que son los mismos que los empleados en los relojes industriales, y en el microprocesador

- VLSI (Very Large Scale Integration) - 1980

La integración en escala muy grande de sistemas de circuitos basados en transistores en CI que van de 10 000 a 99 999, como parte de las tecnologías de semiconductores y comunicación que se estaban desarrollando, Dan inicio a la era de la miniaturización.

Ejemplos:

Micro-procesadores de 32 bits, micro-controladores, sistemas de adquisición de datos.

- ULSI(Ultra Large Scale Integration)

Son módulos de construcción básica de los dispositivos electrónicos modernos, tales como radios, TV, sistemas de telefonía, computadoras y en general productos electrodomésticos caseros e industriales.

1.3.2. EL MICROCONTROLADOR

El microcontrolador es un computador completo que consta de procesador, memoria y dispositivos de entrada/salida en un solo encapsulado.¹³

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos programados dentro de su propia memoria, son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular, por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna¹⁴.

Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos e inclusive en dispositivos destinados a tareas generales en ingeniería de control.

Un microcontrolador difiere de una CPU normal debido a que a un microcontrolador es más fácil convertirlo en una computadora en funcionamiento ya que puede hacer múltiples tareas con un mínimo de chips externos de apoyo, un microprocesador tradicional no permitirá hacer esto ya que depende que muchas tareas sean manejadas por otros chips¹⁵, además hay que agregarle

¹³ Componentes electrónicos SIEMENS 1987 pag.303

¹⁴ Microcontroladores José M. Angulo Usategui. Pag. 1

¹⁵ Microcontroladores Motorola-Freescale Juan Carlos Vesga Ferreira Pag. 3

módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

Como ejemplo de un microcontrolador típico este tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH significando que para hacerlo funcionar todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización.

Los microcontroladores disponen generalmente de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, UARTs (*Transmisor-Receptor Asíncrono Universal*) y buses de interfaz serie especializados. Frecuentemente estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados, los modernos microcontroladores frecuentemente incluyen un lenguaje de programación integrado como el BASIC que se utiliza bastante con este propósito.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso, debido a que se utiliza bastante espacio en el chip para incluir funcionalidad como los dispositivos de entrada/salida o la memoria que incluye el microcontrolador con esto se ha de prescindir de cualquier otra circuitería.

1.3.2.1. Esquema de un microcontrolador.

En la (figura1.13) vemos al microcontrolador metido dentro de un encapsulado de circuito integrado, con su procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y puertos de entrada salida.

Fuera del encapsulado se ubican otros circuitos para completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida, también se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito

de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el microcontrolador pueda trabajar¹⁶.

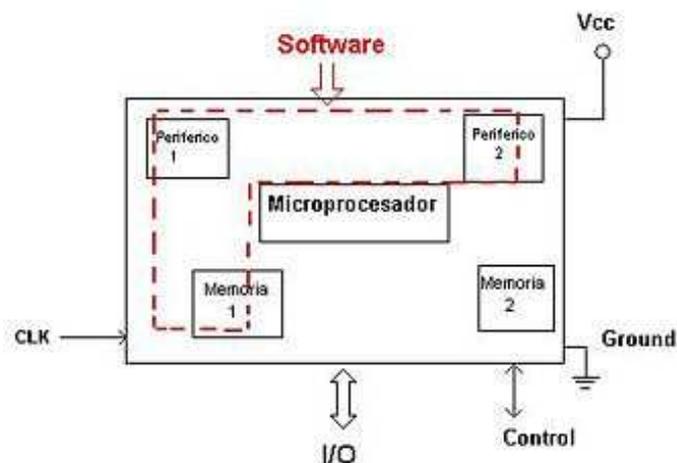


Figura 1.13: Esquema de un microcontrolador

1.3.2.2. Elementos de un microcontrolador

1.3.2.2.1. Registros

Son un espacio de memoria muy reducido pero necesario para cualquier microprocesador, de aquí se toman los datos para varias operaciones que debe realizar el resto de los circuitos del procesador. Los registros sirven para almacenar los resultados de la ejecución de instrucciones, cargar datos desde la memoria externa o almacenarlos en ella.

Aunque la importancia de los registros parezca trivial no lo es en absoluto, de hecho una parte de los registros la destinada a los datos es la que determina uno de los parámetros más importantes de cualquier microprocesador. Cuando escuchamos que un procesador es de 4, 8, 16, 32 ó 64 bits nos estamos refiriendo a procesadores que realizan sus operaciones con registros de datos de ese tamaño y por supuesto esto determina muchas de las potencialidades de estas máquinas.

¹⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

1.3.2.2.2. Unidad de control

Esta unidad es de las más importantes en el procesador pues en ella recae la lógica necesaria para la lectura de instrucciones¹⁷ almacenadas en la memoria principal además de generar las señales de control necesarias para trabajar en conjunto con el resto de elementos del microcontrolador y así poder ejecutar las instrucciones leídas.

Por supuesto las unidades de control son el elemento más complejo de un procesador y normalmente están divididas en unidades más pequeñas trabajando de conjunto, la unidad de control agrupa componentes tales como la unidad de decodificación, unidad de ejecución, controladores de memoria cache, controladores de buses, controladores de interrupción, pipelines, entre otros elementos, dependiendo siempre del tipo de procesador.

1.3.2.2.3. Unidad aritmético-lógica

Todos los procesadores contienen una unidad aritmética lógica¹⁸, como los procesadores son circuitos que hacen básicamente operaciones lógicas como comparación y operaciones matemáticas se le dedica a este proceso una unidad completa con cierta independencia, es aquí donde se realizan las sumas, restas, y operaciones lógicas típicas del álgebra de Boole al operar solo datos binarios, esta ALU también puede controlar el registro de banderas del microprocesador indicando determinada condición la cual se ha suscitado durante el procesamiento de datos aumentando la versatilidad del microprocesador¹⁹.

¹⁷ <http://tecminaisc.net/Aplicaciones/Blog/molina/files/2010/11/Unidad-4-Microcontrolador-parte-1.pdf>

¹⁸ Componentes electrónicos SIEMENS 1987 pag.289

¹⁹ Electronics Circuits and devices Ralph J. Smith Second Edition pag.264

Actualmente este tipo de unidades ha evolucionado mucho y los procesadores más modernos tienen varias ALU especializadas en la realización de operaciones complejas como las operaciones en coma flotante, de hecho en muchos casos le han cambiado su nombre por el de “coprocesador matemático” aunque este es un término que surgió para dar nombre a un tipo especial de procesador que se conecta directamente al procesador más tradicional.

1.3.2.2.4. Buses

Son el medio de comunicación que utilizan los diferentes componentes del procesador para intercambiar información entre sí, eventualmente los buses o una parte de ellos estarán reflejados en los pines del encapsulado del procesador.

En el caso de los microcontroladores no es común que los buses estén reflejados en el encapsulado del circuito ya que estos se destinan básicamente a las E/S de propósito general y periféricos del sistema.

Existen tres tipos de buses:

- ❖ **Dirección:** Se utiliza para seleccionar al dispositivo con el cual se quiere trabajar o en el caso de las memorias para seleccionar la posición del dato que se desea leer o escribir.
- ❖ **Datos:** Sirven para transportar la información a procesar y de acuerdo al número de bits que se pueda transportar se clasificará al procesador que contiene el microcontrolador.
- ❖ **Control:** Se utiliza para gestionar los distintos procesos de escritura lectura y controlar la operación de los dispositivos del sistema.

1.3.2.2.5. Conjunto de instrucciones

El conjunto de instrucciones determina lo que puede hacer el procesadorⁱ, tenemos cuatro tipos de instrucciones en el microprocesador:

1) **Transferencia:**

Son instrucciones utilizadas para el transporte de datos: en el interior de la unidad central, desde o hacia la memoria y desde o hacia el interfaz de entrada/salida.

2) **Enlace:**

Son instrucciones para ejecución: Operaciones lógicas y aritméticas.

3) **Decisión:**

Estas instrucciones dependen del resultado de una instrucción de enlace precedente.

4) **Especiales:**

Están dispuestas para tareas diferentes y dependerán del tipo de microprocesador, este conjunto define las operaciones básicas que puede realizar el procesador que conjugadas y organizadas forman lo que conocemos como software.

Existen dos tipos básicos de repertorios de instrucciones, que determinan la arquitectura del procesador: CISC y RISC, son dos modelos generales de microcontroladores²⁰

CISC: Complex Instruction Set Computer, Computadora de Conjunto de Instrucciones Complejo²¹, los microprocesadores CISC tienen un conjunto de instrucciones que se caracteriza por ser muy amplio y que permiten realizar

²⁰ Microcontroladores fundamentos y aplicaciones con PIC Fernando E. Valdés Pérez Pag. 24

²¹ Computadores y Microprocesadores A. C. Downton pag. 10

operaciones complejas entre operandos situados en la memoria o en los registros internos, este tipo de repertorio dificulta el paralelismo entre instrucciones por lo que en la actualidad la mayoría de los sistemas CISC de alto rendimiento convierten las instrucciones complejas en varias instrucciones simples del tipo RISC llamadas generalmente microinstrucciones.

RISC: Reduced Instruction Set Computer, Computadora con Conjunto de Instrucciones Reducido, se centra en la obtención de procesadores con las siguientes características fundamentales:

- Instrucciones de tamaño fijo

- Pocas instrucciones

- Sólo las instrucciones de carga y almacenamiento acceden a la memoria de datos

- Número relativamente elevado de registros de propósito general.

Una de las características más destacables de este tipo de procesadores es que posibilitan el paralelismo en la ejecución y reducen los accesos a memoria, es por eso que los procesadores más modernos tradicionalmente basados en arquitecturas CISC implementan mecanismos de traducción de instrucciones CISC a RISC para aprovechar las ventajas de este tipo de procesadores, los procesadores de los microcontroladores **PIC** son de tipo RISC.

1.3.2.2.6. Memoria

Anteriormente habíamos visto que la memoria en los microcontroladores debe estar ubicada dentro del mismo encapsulado, esto es así la mayoría de las veces

porque la idea fundamental es mantener los componentes de los circuitos del sistema dentro de un solo integrado.

En los microcontroladores la memoria no es abundante, aquí no se encontrará Gigabytes de memoria como en las computadoras personales. Típicamente la memoria de programas no excederá de 16 K-localizaciones de memoria no volátil para instrucciones y la memoria RAM ni siquiera llegará a exceder los 5 Kilobytes.

La memoria RAM está destinada al almacenamiento de información temporal que será utilizada por el procesador para realizar cálculos u otro tipo de operaciones lógicas.

En el caso de la memoria de programas se utilizan diferentes tecnologías y el uso de una u otra depende de las características de la aplicación a desarrollar, a continuación se describen las cinco tecnologías existentes que mayor utilización tienen o han tenido:

❖ **ROM.** de máscara. En este caso no se “graba” el programa en memoria sino que el microcontrolador se fabrica con el programa, es un proceso similar al de producción de los CD donde el programa de fabrica queda protegido así de cualquier fallo de la alimentación²².

❖ **OTP.** One Time Programmable. Este tipo de memoria también es conocida como PROM o simplemente ROM, los microcontroladores con memoria OTP se pueden programar solo una sola vez con algún tipo de programador.

❖ **EPROM.** Erasable Programmable Read Only Memory. Los microcontroladores con este tipo de memoria son muy fáciles de identificar porque

²² Componentes electrónicos SIEMENS pag.281

su encapsulado es de cerámica y llevan encima una ventanita de vidrio desde la cual puede verse la pastilla de silicio del microcontrolador, se fabrican así porque la memoria EPROM es reprogramable pero antes debe borrarse y para ello hay que exponerla a una fuente de luz ultravioleta, el proceso de grabación es similar al empleado para las memorias OTP.

❖ **EEPROM.** Electrical Erasable Programmable Read Only Memory. Fueron el sustituto natural de las memorias EPROM, la diferencia fundamental es que pueden ser borradas y programadas eléctricamente bajo el control del programa²³ por lo que la ventanilla de cristal de cuarzo y los encapsulados cerámicos no son necesarios. Otra característica destacable del tipo de microcontrolador que usa este tipo de memoria es que fue en estos donde comenzaron a utilizarse los sistemas de programación en circuito o ICSP (In Circuit Serial Programming) que evitan tener que sacar el microcontrolador de la tarjeta que lo aloja para hacer actualizaciones al programa.

❖ **Flash.** En el campo de las memorias reprogramables para microcontroladores son el último avance tecnológico en uso a gran escala y han sustituido a los microcontroladores con memoria EEPROM. A las ventajas de las memorias FLASH se le adicionan su gran densidad respecto a sus predecesoras lo que permite incrementar la cantidad de memoria de programas a un costo muy bajo, pueden ser programadas con las mismas tensiones de alimentación del microcontrolador, mejor acceso en lectura y velocidad de programación, disminución de los costos de producción, entre otras.

1.3.2.2.7. Interrupciones

Se requiere que el microprocesador incorpore circuitos adicionales para registrar los eventos que le indican que debe atender al proceso asociado y comprender estos circuitos y su dinámica no es una tarea sencilla.

²³ Programación de microcontroladores PIC Dogan Ibrahim Pag. 6

Los circuitos para la atención a las interrupciones y para todas las tareas que debe realizar el procesador con el fin de atender al proceso que lo interrumpe son bastante complejos.

Los procesos de atención a interrupciones tienen la ventaja de que se implementan por hardware ubicado en el procesador, así que es un método rápido de hacer requerir que el procesador se dedique a ejecutar un programa especial para atender eventos que no pueden esperar.

La interrupción puede ocurrir asincrónicamente ó sincrónicamente. Las interrupciones asincrónicas son eventos usualmente externos que interrumpen al microcontrolador para solicitar un servicio pudiendo esta interrupción ocurrir en un instante de tiempo cualquiera independientemente del programa que se esté ejecutando dentro del micro controlador, las interrupciones sincrónicas son usualmente las del temporizador²⁴.

En términos generales un proceso de interrupción y su atención por parte del procesador tiene la siguiente secuencia de acciones:

- El circuito encargado de detectar la ocurrencia del evento se activa y como consecuencia activa la entrada de interrupción del procesador.

- La unidad de control detecta que se ha producido una interrupción y “levanta” una bandera para registrar esta situación, de esta forma si las condiciones que provocaron el evento desaparecen y el circuito encargado de detectarlo desactiva la entrada de interrupción del procesador ya que ésta se producirá de cualquier modo porque ha sido registrada.

²⁴ Programación de microcontroladores PIC Dogan Ibrahim Pag. 41

- La unidad de ejecución termina con la instrucción en curso y justo antes de comenzar a ejecutar la siguiente comprueba que se ha registrado una interrupción, se desencadena un proceso que permite guardar el estado actual del programa en ejecución y saltar a una dirección especial de memoria de programas donde está la primera instrucción de la subrutina de atención a interrupción.
- Cuando en la subrutina de atención a interrupción se ejecuta la instrucción de retorno, se desencadena el proceso de restauración del procesador al estado en que estaba antes de la atención a la interrupción.

Las interrupciones son tan eficaces que permiten que el procesador actúe como si estuviese haciendo varias cosas a la vez cuando en realidad se dedica a la misma rutina de siempre, ejecutar instrucciones una detrás de la otra²⁵.

1.3.2.2.8. Periféricos

Cuando vimos la organización básica de un microcontrolador (figura 1.13) señalamos que dentro de este se ubican un conjunto de periféricos cuyas salidas están reflejadas en los pines del microcontrolador, a continuación describiremos algunos de los periféricos que con mayor frecuencia encontraremos en los microcontroladores.

1.3.2.2.9. Entradas y salidas de propósito general

También conocidos como puertos de E/S, generalmente agrupadas en puertos de 8 bits de longitud permiten leer datos del exterior o escribir en ellos desde el

²⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador#Interrupciones>

interior del microcontrolador, el destino habitual es el trabajo con dispositivos simples como relés, LED, o cualquier otra cosa que se le ocurra al programador.

1.3.2.2.10. Temporizadores y contadores

Son circuitos sincrónicos para el conteo de los pulsos que llegan a su entrada de reloj, si la fuente de conteo es el oscilador interno del microcontrolador es común que no tengan un pin asociado y en este caso trabajen como temporizadores, por otra parte cuando la fuente de conteo es externa entonces tienen asociado un pin configurado como entrada, este es el modo contador.

Los temporizadores son uno de los periféricos más habituales en los microcontroladores y se utilizan para muchas tareas como por ejemplo: la medición de frecuencia, implementación de relojes, para el trabajo de conjunto con otros periféricos que requieren una base estable de tiempo entre otras funcionalidades²⁶.

1.3.2.2.11. Conversor analógico / digital

Como es muy frecuente el trabajo con señales analógicas éstas deben ser convertidas a digital y por ello muchos microcontroladores incorporan un conversor A/D el cual se utiliza para tomar datos de varias entradas diferentes que se seleccionan mediante un multiplexor.

1.3.2.2.12. Puerto serie

Este periférico está presente en casi cualquier microcontrolador, normalmente en forma de UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) o USART

²⁶

(Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) dependiendo de si permiten o no el modo sincrónico de comunicación²⁷.

El destino común de este periférico es la comunicación con otro microcontrolador o con una PC y en la mayoría de los casos hay que agregar circuitos externos para completar la interfaz de comunicación.

1.3.2.2.13. Puerto serie sincrónico

Este tipo de periférico se utiliza para comunicar al microcontrolador con otros microcontroladores o con periféricos externos conectados a él mediante las interfaces SPI (Serial Peripheral Interface) o I2C (Inter-Integrated Circuit).

1.3.2.2.14. Otros puertos de comunicación

En un mundo cada vez más orientado a la interconexión de dispositivos, han aparecido muchas interfaces de comunicación y los microcontroladores no se han quedado atrás para incorporarlas, es por ello que podemos encontrar algunos modelos con puertos USB (Universal Serial Bus), CAN (Controller Area Network), Ethernet, puerto paralelo entre otros²⁸.

1.3.2.2.15. Comparadores

Son circuitos analógicos basados en amplificadores operacionales que tienen la característica de comparar dos señales analógicas y dar como salida los niveles lógicos '0' o '1' en dependencia del resultado de la comparación.

²⁷ <http://toba.fceia.unr.edu.ar/mmendez/?p=48>

²⁸

<http://www.mitecnologico.com/Main/ControlDeDispositivosDeEntradaSalidaLenguajeEnsambladorMicroprocesador>

1.3.2.2.16. Modulador de ancho de pulsos

Los PWM (Pulse Width Modulator) son periféricos muy útiles sobre todo para el control de motores, sin embargo hay un grupo de aplicaciones que pueden realizarse con este periférico dentro de las cuales podemos citar: la conversión digital analógica D/A, el control regulado de luz (dimming) entre otras.

1.3.2.2.17. Memoria de datos no volátil

Muchos microcontroladores han incorporado este tipo de memoria como un periférico más para el almacenamiento de datos de configuración o de los procesos que se controlan. Esta memoria es independiente de la memoria de datos tipo RAM y de la memoria de programas en la que se almacena el código del programa a ejecutar.

Muchos de los microcontroladores PIC incluyen este tipo de memoria típicamente en forma de memoria EEPROM, incluso algunos de ellos permiten utilizar parte de la memoria de programas como memoria de datos no volátil por lo que el procesador tiene la capacidad de escribir en la memoria de programas como si ésta fuese un periférico más.

1.3.2.3. Aplicación de los microcontroladores

➤ Comunicaciones.

Todas aquellas aplicaciones que incluyan en su diseño aspectos de la comunicación tanto cableada como inalámbrica, en la cableada con implementos como USB, Ethernet, CAN y protocolos diversos, en la inalámbrica con implementos como Bluetooth, RF, Zigbee, Wireless, IEEE802.1x, RFID, etc.

➤ **Control de potencia.**

Aplicaciones en la industria para el control de motores, iluminación, soldadura, compactadoras, empacadoras, dobladoras, etc. También aplicaciones de control de altas cargas de energía eléctrica.

➤ **Transporte.**

En transporte terrestre, marítimo o aéreo para la ayuda en la navegación o el control de sistemas de tracción y energía, avisos de funcionamiento y señalización, etc.

➤ **Domicilios.**

Todo lo referente a electrónica de consumo aplicada a electrodomésticos (microondas, refrigeradoras, hornos, TV, reproductores de CD/DVD, equipos de audio y video, teléfonos, etc.)

➤ **Equipos de cómputo.**

Impresoras, módems, unidades de disco, mouse, teclados entre otros.

➤ **Domótica.**

Sistemas antirrobo, climatizadores, sistemas de supervisión, vigilancia y alarmas en edificios, control de ascensores y accesos.

➤ **Automóviles.**

Mandos a distancia (ABS, inyección de combustible, encendido y climatización).

➤ **Audio.**

Generadores de tonos, sintetizadores de sonido, conmutadores de fuentes de audio y video, etc.

1.3.2.4. Los Microcontroladores PIC 16F87X

Los PIC16F87X forman una subfamilia de microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) de gama media de 8 bits, fabricados por Microchip Technology Inc.

1.3.2.4.1. Características de los PIC

Los microcontroladores que produce Microchip cubren un amplio rango de dispositivos cuyas características pueden variar como sigue:

- Empaquetado (desde 8 patitas hasta 68 patitas)
- Tecnología de la memoria incluida (EPROM, ROM, Flash)
- Voltajes de operación (desde 2.5 v. Hasta 6v)
- Frecuencia de operación (Hasta 20 Mhz)

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el mismo chip, una parte debe ser no volátil tipo ROM y se destina a contener el

programa de instrucciones que gobierna la aplicación, otra parte de memoria será tipo RAM volátil y se destina a guardar las variables y los datos.

Cuentan con memoria de programa de tipo EEPROM Flash mejorada, lo que permite programarlos fácilmente usando un dispositivo programador de PIC, esta característica facilita sustancialmente el diseño de proyectos, minimizando el tiempo empleado en programar los microcontroladores (μC).

Esta subfamilia consta de los siguientes modelos que varían de acuerdo a prestaciones, cantidad de terminales y encapsulados:

- PIC16F870
- PIC16F871
- PIC16F872
- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

La "A" final de los modelos PIC16F873A, PIC16F874A, PIC16F876A y PIC16F877A indica que estos modelos cuentan con módulos de comparación analógicos.

El hecho de que se clasifiquen como microcontroladores (MCU) de 8 bits hace referencia a la longitud de los datos que manejan las instrucciones, y que se corresponde con el tamaño del bus de datos y el de los registros de la CPU²⁹.

²⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/PIC16F87X>



figura1.14: Microcontrolador

El PIC (figura1.14) es un microcontrolador que permite hacer múltiples funciones mediante un programa grabado en su memoria ROM interna, un microprocesador y un microcontrolador no son lo mismo aunque los dos están en capacidad de procesar señales y datos digitales, el microcontrolador posee en su interior al microprocesador y elementos indispensables para que funcione como una minicomputadora y todo integrado en un solo chip, el microprocesador solo contiene la unidad central de procesos, al microprocesador hay que añadirle para que pueda trabajar: la memoria, los periféricos y puertos que son exteriores. Para poder programar al microprocesador se necesitan controlar todos los dispositivos externos lo que vuelve su programación en algo muy complicado.

El microcontrolador integra la CPU y todos los periféricos en un mismo chip de modo que al programar nos debemos liberar de controlar una gran cantidad de dispositivos y concentrarnos en el programa de trabajo, en el microcontrolador ahorramos recursos respecto al microprocesador pues en un microprocesador es necesario sacar los datos de la memoria, llevarlos a la CPU y viceversa lo que gasta tiempo y recursos en lugar de trabajar sobre los datos, en el microcontrolador todo está en un solo encapsulado por lo que los procesos se optimizan en gran manera.

1.3.2.4.2. Conjunto de instrucciones Risc y Cisc

Los PIC emplean un conjunto de instrucciones RISC (Reduced Instruction Set Computer), con el RISC se ejecutan la mayoría de sus instrucciones con un solo ciclo de máquina³⁰, con las instrucciones CISC (Complex Instruction Set Computer) aplicadas en otros equipos se logran instrucciones más poderosas y complejas con la desventaja de que precisan algunos ciclos de máquina, algunos procesadores requieren hasta 5 ciclos de máquina para ejecutar una instrucción CISC.

Los PIC fueron los primeros microcontroladores RISC esto implicó una simplicidad en su diseño permitiéndoles contener más características a bajo costo, la simplicidad en el diseño se traduce en beneficios que son: tamaño reducido, menor número de pines y una reducción considerable en el consumo de potencia.

Existen dos arquitecturas conocidas: la clásica Von Neumann y la arquitectura Harvard.

1.3.2.4.3. Arquitectura Von Neumann

La arquitectura Von Neumann (Figura 1.15) dispone de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de manera aleatoria, a esta memoria se accede a través de un solo BUS el cual maneja las direcciones, los datos y el control lo que no requiere de muchas líneas para conectar la CPU a la memoria logrando una conexión más simple³¹.

³⁰ <http://www.scribd.com/doc/11585546/Curso-de-PIC>

³¹ Microcontroladores fundamentos y aplicaciones con PIC Fernando E. Valdés Pérez Pag. 22



Figura 1.15: Arquitectura Von Neumann

1.3.2.4.4. Arquitectura Harvard

La arquitectura Harvard (Figura 1.16) dispone de dos memorias independientes, una contiene solo instrucciones y la otra solo datos, ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible hacer operaciones de lectura y escritura de manera simultánea en ambas memorias, esta arquitectura es usada por los **PIC**.



Figura 1.16: Arquitectura Harvard

1.3.2.4.5. Ciclo de instrucción

Los PIC poseen segmentación de instrucciones que consiste en dividir la ejecución de instrucciones en varias fases, el PIC lo hace en dos fases ejecutando simultáneamente una instrucción de lenguaje de máquina y la búsqueda del código de la siguiente (figura 1.17), de esta forma se puede ejecutar cada instrucción de lenguaje de máquina en un ciclo de instrucción.

Un ciclo de instrucción equivale a cuatro ciclos de reloj³², esto se debe a que con el primer ciclo de reloj el microcontrolador busca con el contador de programa en su memoria a la instrucción de lenguaje de máquina, en el segundo ciclo de reloj se decodifica la instrucción y se carga en la memoria principal, en el tercer ciclo de reloj se ejecuta la instrucción, en el cuarto ciclo de reloj se guarda ó envía el resultado a la memoria principal y se incrementa el contador de programa para volver a buscar la siguiente dirección del programa.

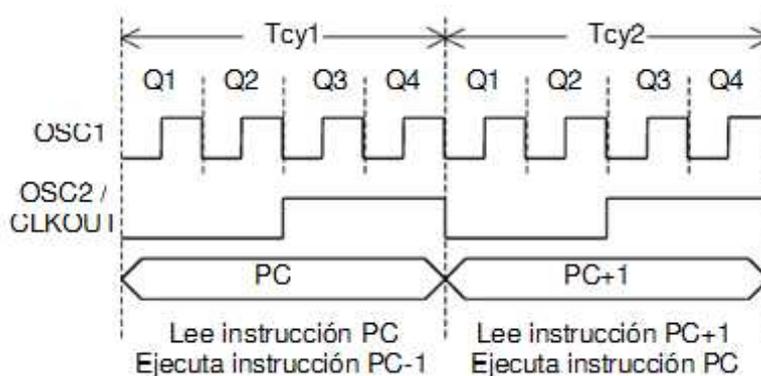


Figura 1.17: Ciclo de instrucción

Como puede verse, cada ciclo de instrucción Tcy (período que tarda la unidad central de proceso en ejecutar una instrucción de lenguaje máquina) se compone a su vez de cuatro ciclos del oscilador (Tosc). Cada ciclo Q provee la sincronización para los siguientes eventos:

- Q1: Decodificación de la instrucción
- Q2: Lectura del dato (si lo hay)
- Q3: Procesa el dato
- Q4: Escribe el dato

³² http://es.wikibooks.org/wiki/Microcontroladores_PICs

En nuestro caso para una instrucción de lenguaje de máquina que no sea de salto tomará 1 ciclo de máquina el tiempo que demorará en ejecutarse será:

$$tiempo = 4 * \frac{1}{f} * CM$$

$$tiempo = 4 * \frac{1}{20 * 10^6} * 1 = 2 * 10^{-7} seg.$$

$$tiempo = 200ns.$$

Donde:

Tiempo= tiempo que demora en ejecutarse la instrucción.

f= frecuencia del oscilador principal del sistema.

CM= Corresponde a los ciclos de máquina que consume la instrucción, normalmente todas las instrucciones consumen sólo un ciclo de máquina excepto las de salto que consumen dos al no saber la dirección donde se dará el salto.

Si tenemos instrucciones de salto estas tomarán 2 ciclos de máquina el tiempo que demorará en ejecutarse será:

$$tiempo = 4 * \frac{1}{20 * 10^6} * 2 = 4 * 10^{-7} seg.$$

$$tiempo = 400ns.$$

Hay algunas peculiaridades que diferencian a los microcontroladores de los computadores personales:

- No existen sistemas de almacenamiento masivo como disco duro o disquetes.
- Como el microcontrolador sólo se destina a una tarea en la memoria ROM sólo hay que almacenar un único programa de trabajo.
- La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa, por otra parte como sólo existe un programa activo no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM.
- Los usuarios de computadores personales están habituados a manejar Megabytes de memoria pero los diseñadores con microcontroladores trabajan con capacidades de ROM comprendidas entre 512 bytes y 8 k bytes y de RAM comprendidas entre 20 y 512 bytes.

1.3.2.4.6. Memoria ROM en los PIC

Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores la aplicación y utilización de los mismos es diferente, para los PIC tenemos:

EEPROM

Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie.

Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito, para ello se usan "grabadores en circuito" que confieren una gran flexibilidad y rapidez a la hora de realizar modificaciones en el programa de trabajo.

El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito por lo que no es recomendable una reprogramación continua.

Se va extendiendo en los fabricantes la tendencia de incluir una pequeña zona de memoria EEPROM en los circuitos programables para guardar y modificar cómodamente una serie de parámetros que adecuan el dispositivo a las condiciones del entorno.

Este tipo de memoria es relativamente lenta.

FLASH

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña.

A diferencia de la ROM la memoria FLASH es programable en el circuito, es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM.

La alternativa FLASH está recomendada frente a la EEPROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura/borrado.

Las memorias EEPROM y FLASH son muy útiles al permitir que los microcontroladores que las incorporan puedan ser reprogramados "en circuito"³³, es decir sin tener que sacar el circuito integrado de la tarjeta, así un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores tales como la compresión, la instalación de nuevas piezas, etc. La reprogramación del microcontrolador puede convertirse en una labor rutinaria dentro de la puesta a punto.

1.3.2.5. Elementos del microcontrolador PIC16F877A

Puerto A:

- Puerto de e/s de 6 pines
- RA0 / AN0
- RA1 / AN1
- RA2 / AN2 y Vref-
- RA3 / AN3 y Vref+
- RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)
- RA5 / AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

Puerto B:

- Puerto e/s 8 pines
- Resistencias pull-up programables
- RB0 / Interrupción externa
- RB4-7 / Interrupción por cambio de flanco
- RB5-RB7 y RB3 / programación y debugger in circuit

³³ <http://usuarios.multimania.es/sfriswolker/pic/dos.htm>

Puerto C:

- Puerto e/s de 8 pines
- RC0 / T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).
- RC1-RC2 / PWM/COMP/CAPT
- RC1 / T1OSI (entrada osc timer1)
- RC3-4 / IIC
- RC3-5 / SPI
- RC6-7 / USART

Puerto D:

- Puerto e/s de 8 pines
- Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)

Puerto E:

- Puerto de e/s de 3 pines
- RE0 / AN5 y Read de PPS
- RE1 / AN6 y Write de PPS
- RE2 / AN7 y CS de PPS

Dispositivos periféricos:

- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.
- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).
- Conversor A/D de 10 bits.
- Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I2C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.

- Puerta Paralela Esclava (PSP) solo en encapsulados con 40 pines

1.3.2.6. Características del PIC 16F877A.

A continuación podemos resumir las características principales del PIC 16F877A:

- CPU tipo RISC
- Sólo 35 instrucciones que aprender
- Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj, excepto los saltos en que se requieren dos
- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg de ciclo de instrucción)
- Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa
- Hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM)
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM
- Hasta 4 fuentes de interrupción
- Stack de hardware de 8 niveles
- Reset de encendido (POR)
- Timer de encendido (PWRT)
- Timer de arranque del oscilador (OST)
- Sistema de vigilancia Watchdog timer.
- Protección programable de código
- Modo SEP de bajo consumo de energía
- Opciones de selección del oscilador
- Programación y depuración serie "In-Circuit" (ICSP) a través de dos pines.
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa
- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 volts
- Alta disipación de corriente de la fuente: 25mA
- Rangos de temperatura: Comercial, Industrial y Extendido
- Bajo consumo de potencia:

Menos de 0.6mA a 3V, 4 Mhz

20 μ A a 3V, 32 Khz

menos de 1 μ A corriente de standby.

En el anexo 1, se muestra la descripción de pines del PIC 16F877A

En el anexo 2, se muestra el diagrama de bloques del PIC 16F877A

1.4. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA PROGRAMAR MICROCONTROLADORES.

Para programar un microcontrolador haremos uso del código fuente del programa que es un conjunto de líneas de texto que contienen las instrucciones que debe seguir el microcontrolador, este conjunto de líneas de texto está escrito por un programador que es un software que escribe, depura y mantiene el código fuente de un programa en un lenguaje de programación, pero el código fuente no es directamente ejecutable por un microcontrolador sino que debe ser traducido al lenguaje máquina o código objeto que sí pueda ser ejecutado por el microcontrolador, para esta traducción se usan los llamados compiladores, ensambladores y otros sistemas de traducción.

.

1.4.1. LENGUAJE DE BAJO Y ALTO NIVEL

Con el fin de programar un microcontrolador existen lenguajes de alto y bajo nivel.

1.4.1.1. Lenguaje de programación de bajo nivel.

Un lenguaje de programación de bajo nivel es fácilmente trasladado a lenguaje de máquina, el lenguaje de máquina es fácilmente interpretado y ejecutado por un

circuito microprogramable (microcontrolador). Como lenguaje de bajo nivel tenemos el Ensamblador cuya utilización puede resultar algo ardua pero permite desarrollar programas muy eficientes pues se logra obtener el dominio absoluto del sistema y ocupa menor espacio de memoria, el programa Ensamblador se lo suele distribuir de forma gratuita para los microcontroladores más populares, tenemos ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Al trabajar en Ensamblador directamente con el microprocesador al ejecutar el programa el microprocesador lo procesa más rápido.
- Posee Tamaño reducido y no tiene que cargar librerías ni demás como lo hacen los lenguajes de alto nivel.
- Es flexible debido a que se logra explotar todos los recursos del microcontrolador, los lenguajes de alto nivel están limitados pues no pueden hacer tareas específicas como lo permite el lenguaje Ensamblador.

Desventajas:

- Se necesita de mucho tiempo para crear un programa pues se necesitan muchas instrucciones para que se ejecute un proceso , además se debe tener estricto cuidado mientras se desarrolla el programa pues en este lenguaje de bajo nivel se está propenso a muchos errores que se reflejarán cuando se ponga en marcha la ejecución.
- Como se requieren muchas instrucciones primitivas para que se ejecute una sola tarea crecen los programas fuente con lo que al momento que se desee modificar el programa se dificulta mucho.
- Podemos cometer errores en la programación y afectar los recursos del microprocesador provocando que se bloquee o se reinicie ya que con este lenguaje se pueden hacer secuencias de instrucciones inválidas que en un lenguaje de alto nivel no aparecen.

- El lenguaje de bajo nivel no es posible ejecutarlo siempre si se cambia de microcontrolador (varía la arquitectura) o si se los lleva a otros compiladores.

1.4.1.2. Lenguaje de programación de alto nivel.

Un lenguaje de programación de **alto nivel** se caracteriza por expresar los algoritmos (conjunto preescrito de instrucciones o reglas bien definidas) de una manera adaptada a la capacidad cognitiva humana que procesa información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido o experiencia en lugar de expresarlos de manera que pueda ser más fácilmente interpretada para que el microcontrolador los procese. Los lenguajes de alto nivel se crearon para que el usuario común pudiese solucionar un problema de procesamiento de datos de una manera más fácil y rápida.

Enunciaré algunos lenguajes de programación de alto nivel:

Ada, ALGOL, Basic, C++, C#, Clipper, COBOL, Fortran, Haskell, Java, Lisp, Logo, MATLAB, Modula-2, Pascal, Perl, PL/SQL, Python, RPG, Visual FoxPro.

El lenguaje de programación de alto nivel posee ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Posee un código más sencillo y comprensible para el ser humano.
- El código generado podrá ser ejecutado en otros microcontroladores inclusive con pocas correcciones correrá en diferentes compiladores.
- Fácilmente se podrá adaptar el código para las nuevas necesidades o condiciones sin afectar de manera significativa al programa fuente.

Desventajas:

- Reducción en la velocidad de ejecución del programa debido a que se deberán ubicar librerías para cada instrucción.

- El programa fuente requiere que el microcontrolador posea una determinada plataforma.

1.4.2. COMPILADOR.

Un compilador es un programa informático que traduce un programa fuente escrito con un grupo de instrucciones a otro lenguaje de programación generando un programa equivalente (lenguaje de máquina) que el microcontrolador será capaz de interpretar³⁴, este proceso de traducción se conoce como compilación (Figura 1.18), para este proyecto hice uso del compilador **mikroBasic** de la compañía mikroElektronika diseñado en lenguaje de programación Basic (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code que traducido al idioma español Código de Instrucciones Simbólicas de propósito General para Principiantes) para microcontroladores PIC.

A continuación se representan las fases del proceso de compilación:

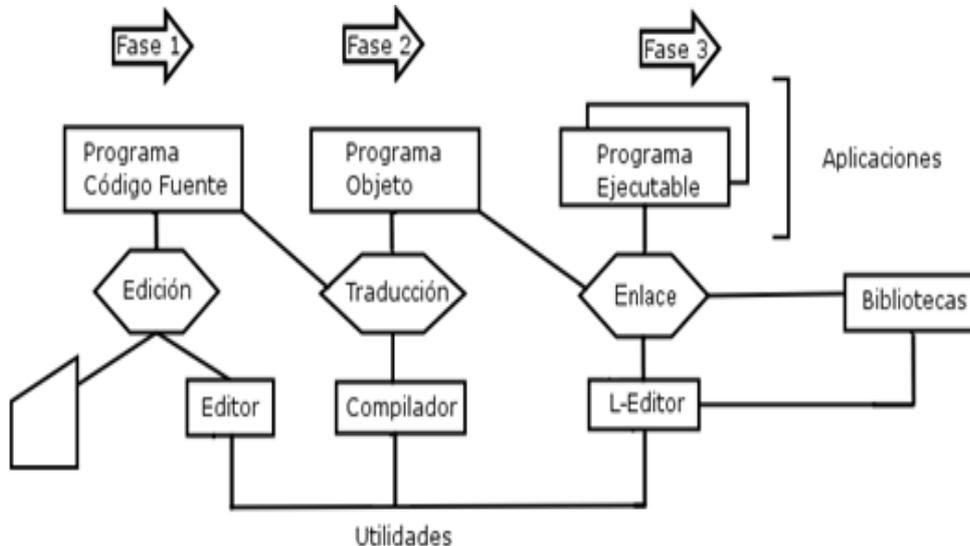


Figura 1.18: Compilación

³⁴ <http://jesussuarez.net/blog/2010/09/04/lenguaje-y-programacion-%E2%80%9Ci%E2%80%9D/>

1.4.3. SIMULADOR.

Con el fin de probar la funcionalidad del programa en fase de desarrollo hay simuladores que son software utilizado para que ejecute el trabajo pero sin la presencia física del microcontrolador.

Los simuladores por lo general no tienen conexión con el mundo real pues todas las operaciones se ejecutan en el software.

Simulador de microcontrolador es un modelo de programa que imita a su labor, los simuladores modernos no simulan solamente operaciones aritméticas sino también operaciones de I / O e incluso periféricos como temporizadores (Figura 1.19).

En muchos casos es posible preparar todo el proyecto utilizando el simulador y luego grabando el código compilado al microcontrolador real y conectándolo a sus periféricos.

Para mi proyecto haré uso del simulador ISIS7 que ofrece grandes librerías de dispositivos electrónicos

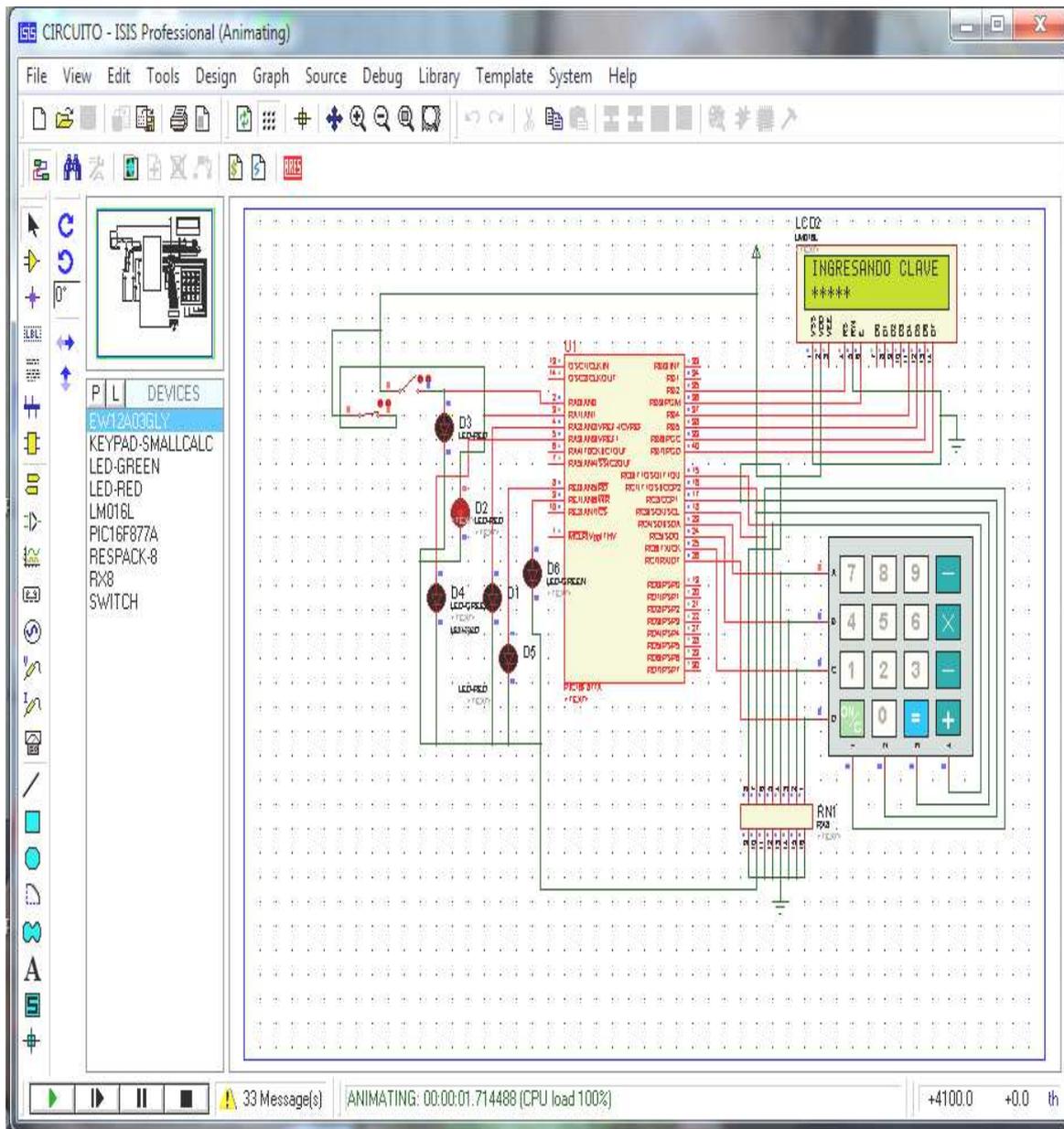


Figura 1.19: Simulador

1.4.4. GRABADORES O PROGRAMADORES DE MICROCONTROLADORES.

Existen diferentes programas que controlan a diferente hardware para programar los microcontroladores, en este proyecto usaré el IC-PROG 1.06A (Figura 1.20) el cual establece la programación de manera serial y es de fácil manejo, lo único que se necesita es poseer el archivo hexadecimal que provee el compilador, el hardware que es de fácil construcción y la conexión al puerto serial de un computador.

El grabador toma el archivo hexadecimal creado por el compilador y lo convierte en lenguaje de máquina (señales digitales 0 y 1 lógicos) que será grabado en la memoria de programa EEPROM del microcontrolador.

Para lograr grabar en el microcontrolador se necesitará que el hardware Grabador UNIVERSAL Picmicro5 se conecte exclusivamente al puerto serial de un PC y no de una laptop aunque dispongamos de un adaptador ya que los voltajes de una laptop no son lo suficientemente altos para este propósito.

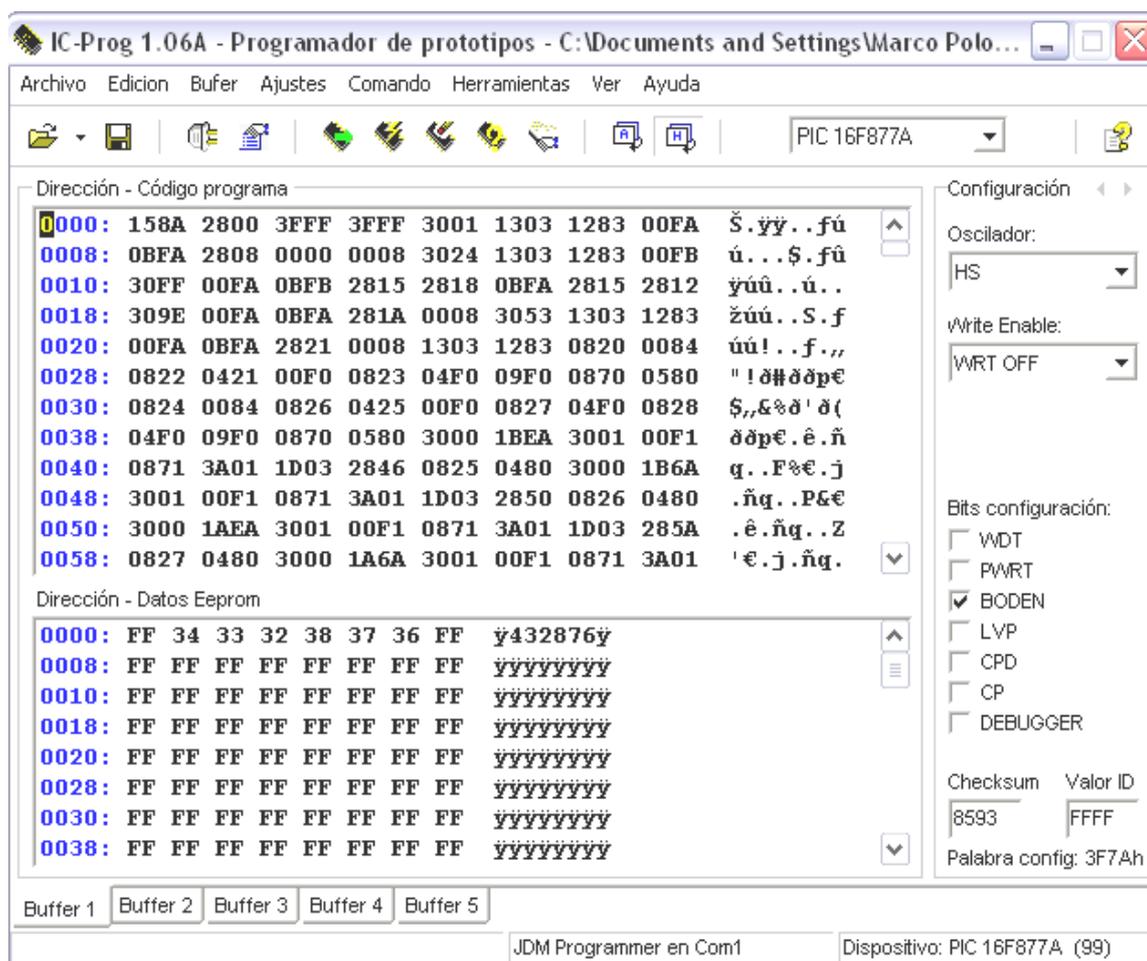


Figura 1.20: Programador IC-Prog 1.06A

1.4.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN BASIC

Para mi proyecto usaré el lenguaje de programación BASIC a través del compilador mikroBasic que entregará un código hexadecimal el cual lo usaré para programar el PIC.

El compilador me permitirá usar en el caso del microcontrolador 16F877A un número reducido de instrucciones RISC que son 35, estas instrucciones permitirán el manejo del PIC.

Las instrucciones RISC las podemos observar en el lenguaje Assembler que el compilador para nuestro proyecto mikrobasic las ha generado automáticamente al compilar el programa fuente algunas de estas o la mayoría están presentes en nuestro proyecto debido a que no estrictamente se utilizan todas sino que están en función del programa fuente que se creó, todas las 35 instrucciones RISC se detallan en el anexo 3.

1.4.5.1. Compilador MikroBasic.

La empresa mikroElektronika distribuye una serie de compiladores para microcontroladores entre los que se destacan el mikroC y mikroBasic. En este proyecto se usará el compilador mikroBasic, la característica más destacada de estos compiladores es la inclusión de un IDE (entorno de desarrollo integrado o en inglés Integrated Development Environment) que hace muy cómoda la programación ya que resalta la sintaxis del lenguaje, proporciona acceso muy rápido a la excelente ayuda incluida, estadísticas sobre el uso de recursos del microcontrolador y muchas ventajas mas.

Respecto de la organización interna del programa al construir debemos saber que es necesario que las partes que componen el programa (funciones, rutinas, etc.) sigan ciertas reglas en su escritura. No es necesario que todas estén presentes.

Cabe señalar que existen las versiones de demostración que pueden servir en proyectos pequeños para principiantes con el fin de comprobar el funcionamiento del compilador, en nuestro caso el programa es un poco extenso por lo que se tuvo que usar una versión comercial.

La fácil e intuitiva representación de las instrucciones combinado con la identificación de posibles errores de manera simple y comprensible me ha llevado a elegir y escribir mi código fuente en este compilador pues no requiere de comandos extensos que pueden llevar a errores más bien es libre de mnemónicos que suelen usarse comúnmente en lenguajes de bajo nivel como Assembler o de nivel medio como el C, también es de fácil comprensión la guía rápida acerca de la utilización del compilador logrando rápidamente comprender su funcionamiento y las reglas de su sintaxis.

El código hexadecimal del programa fuente se genera de manera automática al ejecutar la compilación del programa fuente, además se puede visualizar el código Assembler generado de manera sencilla a través del fácil acceso a los menús que provee este compilador.

De acuerdo a la experiencia de múltiples usuarios este compilador ha sido muy robusto lo que aumenta su confiabilidad y popularidad, las librerías que dispone son muy prácticas al momento de desarrollar un programa y en todo momento existen enlaces en internet que nos proveen ayuda para casi cualquier proyecto que estemos construyendo ya que se ha difundido tanto el uso de este compilador que existen infinidad de proyectos realizados en mikroBasic.

A continuación el aspecto del entorno gráfico del compilador (Anexo 4) en el cual se puede observar la gran cantidad de funciones a las que podemos acceder y tenemos la visualización del código Assembler generado (Anexo 5) el cual es muy útil para hacer pequeñas modificaciones en el programa desde un nivel bajo de programación como el lenguaje Assembler o el Lenguaje C.

1.5. FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

Se puede definir una fuente de alimentación como un dispositivo electrónico capaz de brindar potencia en forma de tensión y corriente pues transforma una tensión alterna de la red de distribución en tensión continua para alimentación de dispositivos electrónicos, Las fuentes de poder excluyendo las baterías generalmente convierten la corriente alterna en continua³⁵.

Existen dos tipos de fuentes de alimentación: Fuentes lineales o reguladas y fuentes conmutadas, es de nuestro interés tratar las fuentes reguladas o lineales.

1.5.1. FUENTES DE ALIMENTACIÓN LINEALES.

Comprenden aquellas formadas por etapas como: transformación, rectificación, regulación y filtrado.

Las etapas de una fuente analógica normalmente constan:

1.5.1.1. Transformación

Es un dispositivo electromagnético que cambia la amplitud de la corriente alterna³⁶,

Generalmente el transformador (Figura 1.21) de una fuente consta de dos arrollamientos, primario y secundario que se fijan en un mismo núcleo magnético con el fin de que haya una transmisión de energía eléctrica por inducción electromagnética, usaremos un transformador reductor el cual posee en el arrollamiento secundario más espiras que en el arrollamiento primario³⁷, el transformador también dota al circuito de aislamiento el cual no permite que se induzcan corrientes generadas por campos magnéticos ajenos.

³⁵ Directory of electronic circuits Matthew Mandl Prentice Cliffs 1966 pag. 123

³⁶ Principios Básicos de Electrónica Vester Robinson Mexico 1976 pag.155

³⁷ Principios de electrónica Albert Paul Malvino pag.82

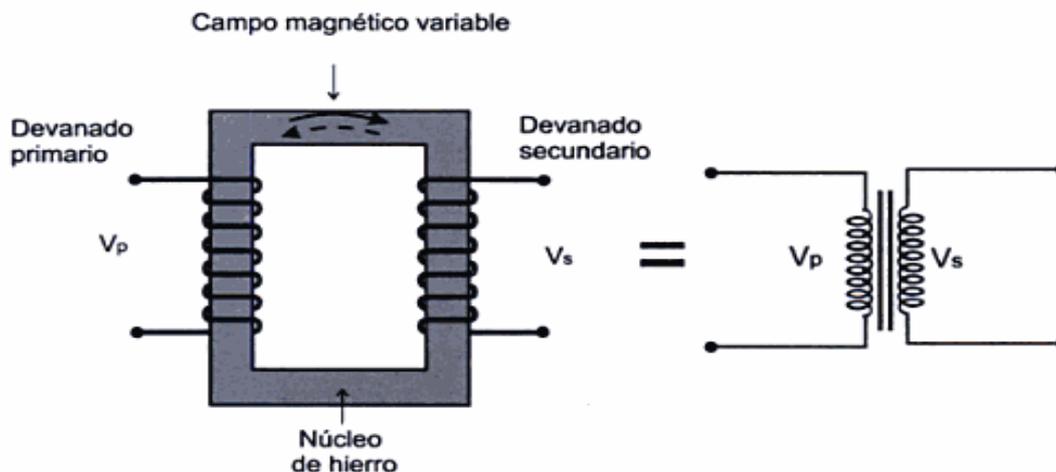


Figura 1.21: Transformador

1.5.1.2. Rectificación

En esta etapa se convierte la corriente alterna de baja tensión en corriente eléctrica continua pulsante, para transformar la tensión alterna en continua pulsante se utiliza el efecto de los diodos de conducción en una sola dirección de la corriente³⁸ la rectificación puede ser de media onda que es uno de los circuitos rectificadores más simples (Figura 1.22), y de onda completa que posee un voltaje promedio más alto que el rectificador de media onda³⁹ (figura 1.23), en cualquiera de los dos casos la corriente continua pulsante contiene componentes de corriente alterna.

La corriente continua pulsante se usa para cargar acumuladores⁴⁰ y la corriente continua constante la cual se obtiene a través de un proceso de aplanamiento de los pulsos se usa para la mayoría de aplicaciones en la electrónica

³⁸ Ingeniería Electrónica J. Gonzalez Pag. 216

³⁹ Circuitos electrónicos Edwin Lowenberg pag. 35

⁴⁰ Tecnología de electrónica Libros CEAC formación Profesional Pag. 39

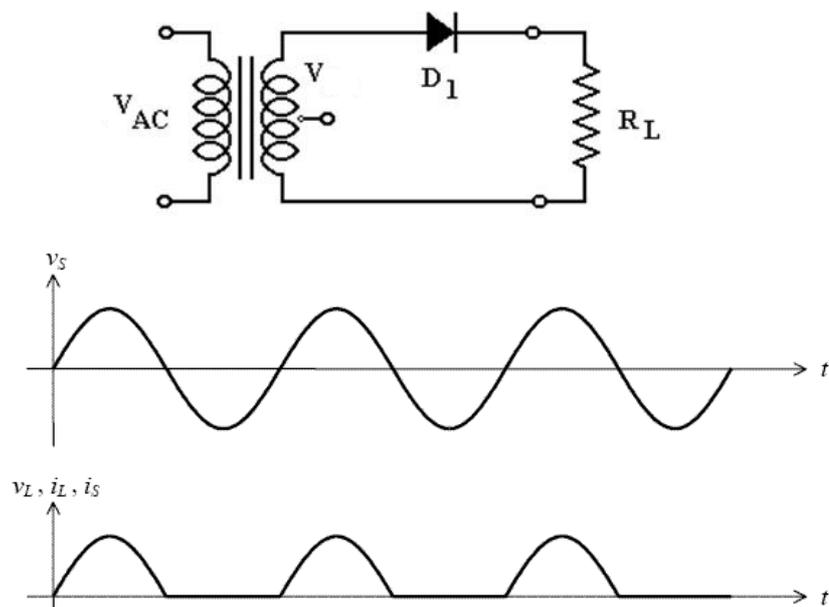


Figura 1.22: Rectificador de media onda

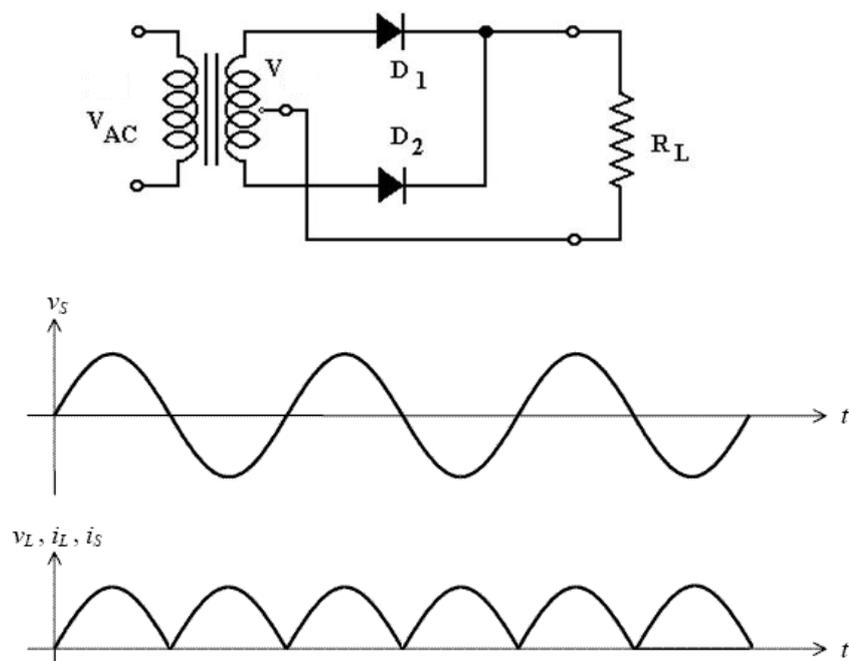
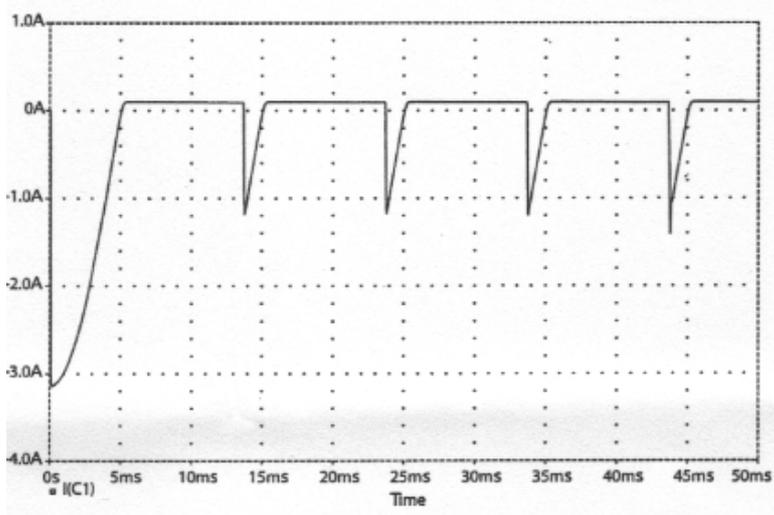


Figura 1.23: Rectificador de onda completa

1.5.1.3. Filtrado

Se trata de aplanar los pulsos que se generaron por el proceso de rectificación(Figura 1.24), con este propósito se usa un condensador de gran capacidad normalmente un condensador electrolítico el cual se cargará con los pulsos y descargándose en ausencia de los mismos, si el capacitor es de gran capacidad la descarga será casi insignificante.

La tensión de salida será producto de la carga y descarga de este condensador.



Efecto del filtro sobre la señal rectificada

Figura 1.24: Filtrado

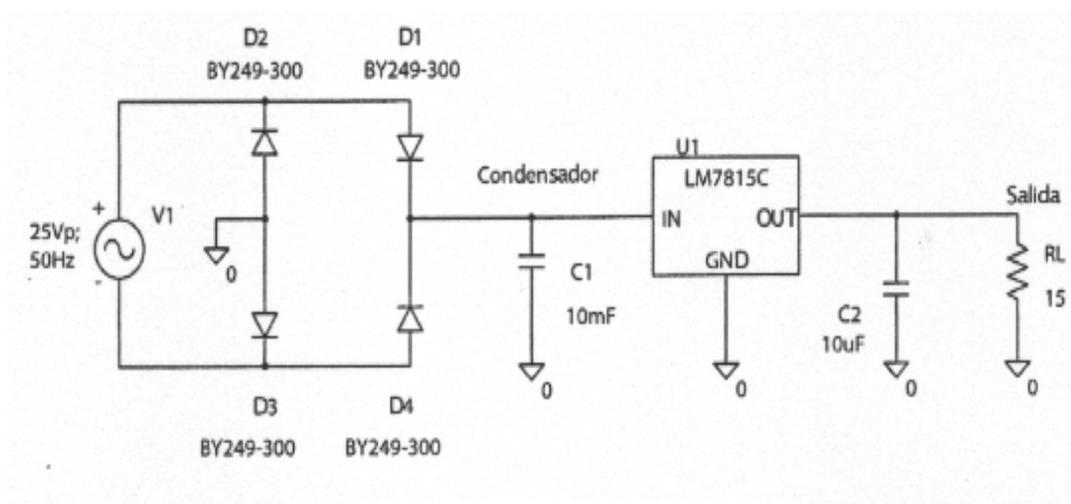
1.5.1.4. Regulación

Es la última parte de una fuente de alimentación y tiene por propósito el brindar a la carga un voltaje constante y disminuir el rizado logrando reducir las variaciones de la tensión de la red de alimentación.

Los reguladores que básicamente existen son:

1. **Zenner:** Compuesto de una resistencia de carga conectada en serie con un diodo zenner en polarización inversa, el voltaje de polarización inversa o zenner será el voltaje de la salida.
2. **Regulador integrado:** Se trata de un circuito integrado intercalado entre la línea de alimentación y la carga (Figura 1.25), estos dispositivos disponen de muchas ventajas entre las que puedo incluir: buenas regulaciones con potencias no muy elevadas, tensión de referencia, incorporan realimentación e incluyen etapa de limitación de corriente.

Las familias más conocidas son las 78XX, donde las letras XX nos dan el voltaje que pueden entregar.



Regulador Integrado

Figura 1.25: Fuente con regulador integrado⁴¹

Existen dos categorías de la regulación de voltaje y son: Regulación de voltaje de salida a la carga y regulación de voltaje con carga variable.

1.5.1.4.1. Regulación de voltaje de salida a la carga

Cuando el voltaje de continua que ingresa tiene variaciones, el regulador tendrá que mantener un voltaje de salida prácticamente constante, la regulación de voltaje está determinada en porcentaje por el cociente entre la variación del voltaje de salida y la variación del voltaje de entrada.

$$\text{Regulación de voltaje \%} = \left(\frac{\Delta V_{\text{salida}}}{\Delta V_{\text{entrada}}} \right) * 100$$

⁴¹ <http://www.forosdeelectronica.com/f21/reguladores-voltaje-78xx-practica-15214/>

1.5.1.4.2. Regulación de voltaje con carga variable

Cuando la corriente que circula a través de una carga varía necesariamente la resistencia de la carga varía, el regulador de voltaje tendrá que mantener prácticamente constante el voltaje de salida que alimenta la carga.

La regulación de voltaje con carga variable puede ser definida en porcentaje como la diferencia entre los voltajes cuando está la carga conectada y desconectada, dividido para el voltaje con la carga conectada.

$$\text{Regulación de voltaje con carga} = \left(\frac{V.\text{sincarga} - V.\text{con carga}}{V.\text{con carga}} \right) * 100$$

1.6 RESPALDO DE ENERGÍA

Las baterías (figura 1.26) brindarán la energía necesaria en caso de que haya ausencia de energía eléctrica en la red de suministro, por medio de una reacción química producen en su terminal negativo una gran cantidad de electrones (que tienen carga negativa) y a través del circuito que alimenten en su terminal positivo se produce una gran ausencia de electrones, de esta manera circulará una corriente que proviene desde la batería a través del circuito.



Figura 1.26: Batería

1.6.1. RECARGA DE LA BATERÍA

Es importante recargar a la batería constantemente con el fin de aprovechar al máximo su capacidad en ausencia de la energía de la red, existen dispositivos de carga con desconexión automática (Figura 1.27) los que permiten mantener siempre la batería en óptimas condiciones de uso, estos circuitos utilizan corriente continua pulsante es decir solo rectificada ya que este tipo de corriente pulsante es ideal para la carga de acumuladores.

1.6.2. CIRCUITO DE RECARGA DE BATERÍAS

Tenemos a continuación un circuito muy sencillo y eficiente para la recarga de una batería de 12voltios.

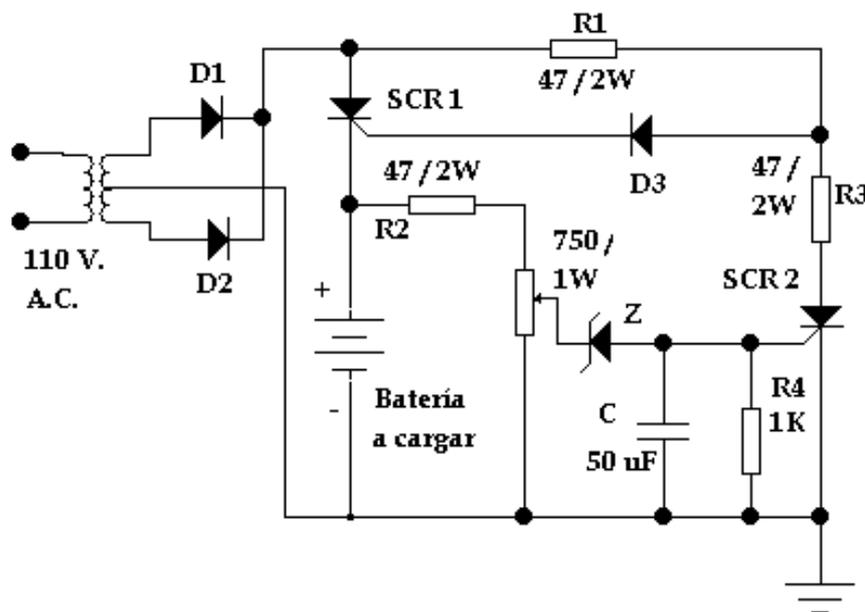


Figura 1.27: Dispositivo de carga de la batería⁴²

Este circuito presenta ventajas muy importantes, una de ellas es el control totalmente automático de la recarga de la batería pues posee tiristores los cuales controlan la desconexión automática de la batería al momento en que esta se encuentre cargada a su nivel máximo.

El potenciómetro que incluye este circuito permitirá elegir el punto máximo de carga de la batería pues al llegar al nivel determinado el diodo zenner conducirá y con esto activará al SCR2 con lo que habrá ausencia de voltaje en la compuerta del SCR1 y se desconectará el circuito de alimentación hacia la batería, cuando esto ocurre la batería está completamente cargada.

Si la batería se volviese a descargar el proceso se inicia automáticamente.

⁴² http://www.unicrom.com/cir_carg_bat_descnx_auto.asp

CAPÍTULO II

2. CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Cada vez más se hace necesaria la ayuda de dispositivos electrónicos que nos permitan realizar actividades en nuestra vida diaria, a medida que avanza la tecnología esta nos permite implementar sistemas electrónicos más complejos con el fin de automatizar un sinnúmero de eventos, en nuestro caso se automatizará un sistema de alarma y control de acceso, este equipo desempeñará las funciones descritas anteriormente brindando seguridad en las oficinas de la Subdirección de la ESFOT.

La base del funcionamiento de este proyecto radica en la utilización de elementos electrónicos digitales programables, estos son el cerebro de este sistema ya que a estos dispositivos electrónicos digitales programables llegarán y saldrán todos los impulsos eléctricos provenientes de sensores, teclados, dispositivos actuadores y elementos de visualización.

Siendo la base principal un dispositivo digital electrónico programable (microcontrolador), aprovecharemos al máximo sus prestaciones en este caso para mantener en todo momento vigiladas y monitoreadas las oficinas de la Subdirección de la ESFOT.

Se registrará en la memoria del microcontrolador una clave la cual permitirá identificar al personal autorizado quienes podrán simplemente con la digitación de la clave programada ingresar de manera segura dentro de las instalaciones protegidas por este sistema dejando a un lado las molestias ocasionadas por la pérdida de llaves o tarjetas de identificación.

La longitud de la clave se ha determinado de acuerdo a la necesidad en seis (6) dígitos que podrán fácilmente ser memorizados por el personal que ingresa a las instalaciones, se puede aumentar el número de dígitos de la clave con simplemente modificar unas líneas del programa contenido en el microcontrolador pero sería innecesario ya que no serán fácilmente memorizadas, se ha previsto también que se pueda cambiar la clave del sistema con simples pasos que son intuitivos además que se los mostrarán en pantalla y sin la necesidad de desmontar el sistema.

Se ha usado un microcontrolador y dispositivos periféricos necesarios para el ingreso y salida de información así como la visualización, entre ellos tenemos:

- Teclado Matricial.
- Display LCD de 16 Caracteres por dos líneas.
- Cerradura eléctrica.
- Sirena.
- Sensores de movimiento.
- Switches magnéticos.

La lista de componentes y materiales utilizados en la alarma se aprecia en el anexo 9.

Como seguridad se ha previsto el ingreso fallido de la clave por tres veces consecutivas antes que la alarma se dispare, pasará un tiempo prudencial antes que el sistema retorne del estado de emergencia al estado de vigilancia.

2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES Y FUNCIONAMIENTO

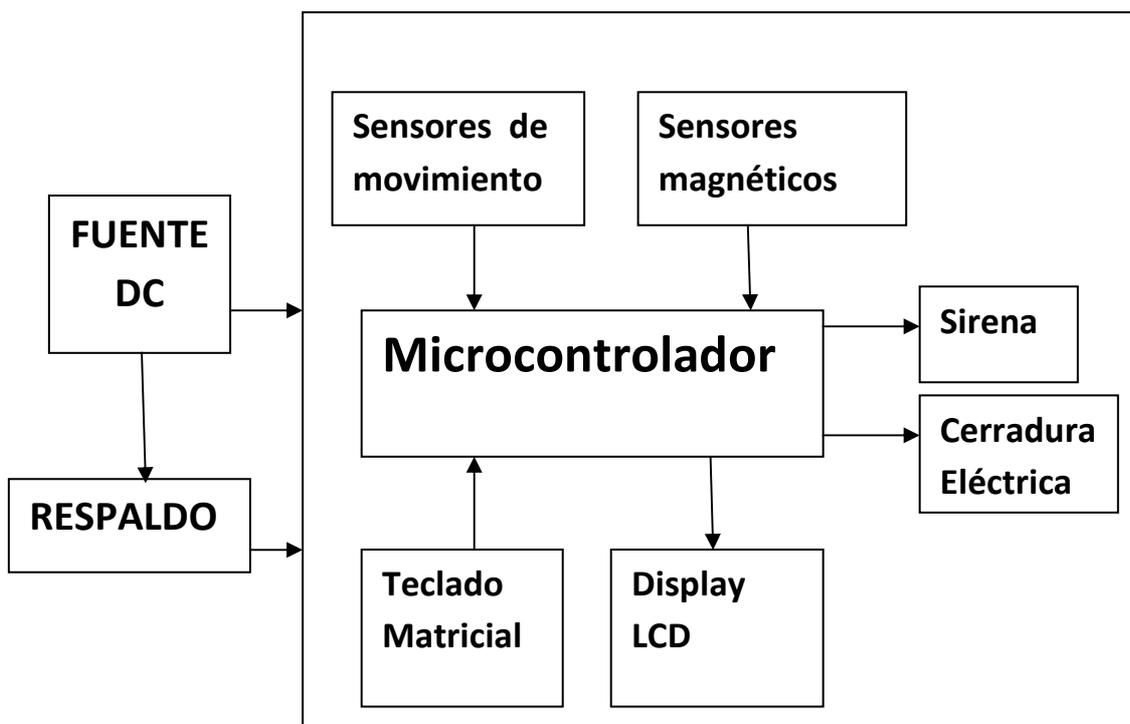


Figura 2.1: Diagrama de bloques

De acuerdo al diagrama de bloques (figura 2.1) el funcionamiento del sistema de seguridad procede de la siguiente manera:

1. El sistema originalmente se encuentra desactivado en su primer uso, por tanto será a través del teclado que ingresando la clave pregrabada el sistema se activará, el sistema a través del display LCD pedirá el ingreso de la clave.
2. Una vez que se ha ingresado la clave de manera exitosa el Display LCD informará inmediatamente que el sistema se ha activado mediante el display LCD con la frase “ ARMADO”

3. El sistema una vez armado encenderá en el panel un LED de color azul que nos indicará el estado del sistema, desde ese momento el sistema estará atento a cualquier cambio de estado de los sensores sean de movimiento o magnéticos.
4. Si se llega a presentar un cambio de estado en los sensores mientras está el sistema armado el microcontrolador está programado para enviar un pulso a través de un driver de 12 voltios a la sirena, al mismo tiempo en el Display LCD se mostrará las frases: "ALERTA ACTIVADA" "BLOQUEADO ESPERE!", estos mensajes así como el pulso de la sirena durarán un tiempo programado y posteriormente el sistema volverá a su estado de vigilancia mostrando la frase "INGRESE SU CLAVE".
5. Usted tiene 2 intentos fallidos en el ingreso de clave antes que el sistema de la alerta de alarma, al tercer intento fallido el sistema hará sonar la sirena, se bloqueará el teclado y el display LCD mostrará las frases: "ALERTA ACTIVADA" "BLOQUEADO ESPERE!", esto durará un tiempo programado después del cual dejará de sonar la sirena y nuevamente se mostrará en el display la frase "INGRESE SU CLAVE".
6. Para desactivar el sistema se tiene que ingresar por el teclado matricial la clave de seis (6) dígitos, una vez ingresada exitosamente el sistema a través del display mostrara la frase "DESARMADO", si se trata del panel interno de acceso a la oficina desde la sala de espera el sistema dará un pulso a la cerradura eléctrica para permitir el acceso.

2.2. INTERCONEXIÓN DE CADA BLOQUE Y SU FUNCIONAMIENTO

2.2.1. MICROCONTROLADOR

Es en este dispositivo electrónico digital programable donde se ejecutan todos los procesos necesarios para que nuestro sistema de alarma funcione (figura 2.2), cada vez que recibe un cambio de nivel desde los sensores en una de las entradas activas se ejecutan una serie de eventos que se almacenaron previamente dentro del microcontrolador mediante un programa.

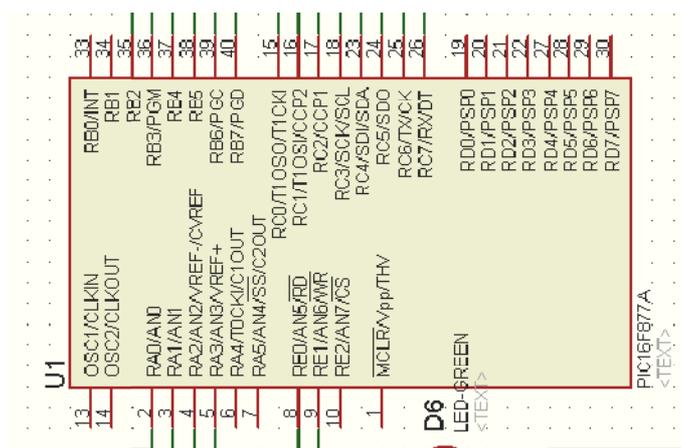


Figura 2.2: Microcontrolador

Este dispositivo controla todos los dispositivos periféricos conectados al mismo a través de los puertos que posee para este fin, nos permite visualizar información a través del display LCD así como ingresar los datos desde un teclado, también se encarga de activar o desactivar la sirena y la cerradura eléctrica.

Dispone este microcontrolador de un reloj interno compuesto de un arreglo resistencia-condensador con una frecuencia de hasta de 4 MHz pero con márgenes de error, para darle gran estabilidad a nuestro microcontrolador hemos

conectado al mismo un circuito compuesto de un cristal externo (figura 2.3), la frecuencia máxima para este microcontrolador es de 20MHz con un cristal externo.

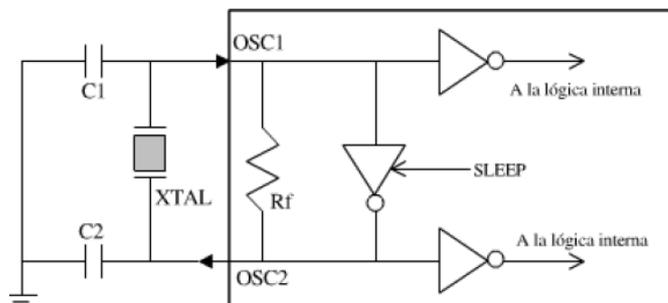


Figura 2.3: Conexión Cristal externo

Con el fin de poder reiniciar el programa que corre dentro del microcontrolador se ha dispuesto de un terminal exclusivo llamado reset cuya conexión (figura 2.4) está determinada por un sencillo circuito con un pulsador, un arreglo de resistencias y un capacitor.

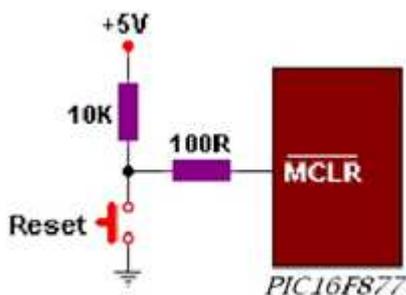


Figura 2.4: Conexión pin Reset⁴³

2.2.1.1 Funcionamiento del microcontrolador PIC 16F877A

Para mi proyecto cada uno de los dos microcontroladores PIC 16F877A funcionará en estricta dependencia del programa que construí con el fin de brindar monitoreo a las instalaciones de la Subdirección de la ESFOT, se

⁴³ <http://es.scribd.com/doc/30475681/Tutorial-PIC16F877A-Algunas-Mejoras>

ejecutarán un conjunto de instrucciones para cada caso previsto cuando se presente el momento en que se haya violentado la integridad de las instalaciones o del personal pues dispone de dispositivos de aviso (pulsadores de emergencia) mediante los cuales se podrá dar inicio a la secuencia de eventos programados.

El microcontrolador constantemente hará una revisión de todos los puertos que están conectados a los sensores y pulsadores de emergencia, dependiendo si el sistema está o no armado el microcontrolador evaluará si se trata de un intento de ingreso no autorizado o si se trata de una llamada de auxilio por parte del personal del lugar.

El programa que permite el funcionamiento del microcontrolador se ejecutará múltiples veces y de manera casi instantánea en periodos muy cortos de tiempo pues la frecuencia del oscilador 20MHz con que trabaja el microcontrolador permite que se revisen todas las instrucciones de manera casi instantánea garantizando así que la alarma se encienda con el mínimo intento de ingreso no autorizado o con la más corta pulsación de los pulsadores de emergencia.

Mientras se ejecutan las instrucciones preestablecidas en el programa en condiciones normales se ha previsto que cada microcontrolador despliegue a través de un LCD información suplementaria acerca de las oficinas, quien hizo el equipo de seguridad electrónica como también instrucciones básicas acerca del manejo del equipo de alarma. En condiciones de eventos de emergencia se mostrará en cada LCD la condición de la alarma como activada y se bloquearán por un tiempo predeterminado todas las opciones de desactivación, esto con el fin de no interrumpir de manera alguna la secuencia de eventos programados en caso de asalto o robo dentro de las oficinas.

Para la activación y desactivación del **control de acceso** o del **sistema de alarma general** se ha provisto de dos pantallas LCD y dos paneles de control ubicados estratégicamente, cada pantalla con su panel de control se ubicará

cerca de cada uno de los accesos en este caso: Uno junto a la puerta principal de acceso a las oficinas desde la parte exterior y el otro junto a la puerta que accede desde la sala de espera hacia las oficinas, cabe señalar que se dispondrá de 2 microcontroladores, uno servirá para el **control de acceso** y el otro para el **sistema de alarma general** que monitoreará todas las instalaciones de la Subdirección de la ESFOT.

La condición de alarma la podrán activar cualquiera de los dispositivos conectados a cualquiera de los dos microcontroladores pues estos están conectados de forma serial con lo que si uno de los dos microcontroladores activa la señal de alarma en las dos pantallas LCD se desplegará el aviso de alarma, se bloquearán los dos paneles de control y sonarán las sirenas tanto en la parte interna como en el exterior de las oficinas. La sirena exterior posee un Tamper (Sensor de apertura) en su caja metálica el cual está conectado a uno de los dos microcontroladores y en caso de que alguien intente desmontar la sirena el microcontrolador seleccionado activará el sistema de alarma aunque el sistema electrónico de seguridad no esté armado.

El microcontrolador comparará a cada instante todas las respuestas sean estas provenientes desde los sensores infrarrojos, los switches magnéticos o los pulsadores de emergencia, todo esto debido a que cada uno de estos sensores estará conectado independientemente a uno de los pines de su respectivo microcontrolador.

Cada microcontrolador informará constantemente acerca del estado de la alarma como también si algún sensor detecta algo anormal, esto lo hará mediante diodos LED ubicados en cada panel de control, también se podrá observar al momento del armado o activación si están presentes todas las condiciones necesarias como son: puertas cerradas y ausencia de movimiento en el interior de las oficinas, si no se presentan estas condiciones necesarias para el armado cada microcontrolador avisará mediante los LED en el panel de control como también en cada una de las pantallas LCD

desplegando la palabra "ERROR" al momento de tratar de armar el sistema electrónico de seguridad.

Para el acceso, activación o desactivación de la alarma se ha provisto de un teclado alfanumérico el cual está conectado al microcontrolador, el microcontrolador validará cada uno de los caracteres ingresados y ofrecerá hasta dos intentos fallidos antes de encender los dispositivos de alarma.

Se ha dispuesto en las instrucciones de cada microcontrolador el cambio de clave como una opción del usuario que está autorizado a hacerlo mediante el uso del teclado sea para el **sistema de alarma general** o para el **control de acceso**, cada microcontrolador validará primero la clave grabada en la memoria EEPROM para la desactivación del sistema electrónico de seguridad, acto seguido con una combinación de teclas se abrirá el menú de cambio de clave, el microcontrolador validará nuevamente la clave de usuario para proceder al ingreso de la nueva clave mediante un alojamiento en otras localidades de la memoria EEPROM, se validará carácter a carácter la nueva clave y se la retendrá en localidades de la memoria flash para una vez validados todos los caracteres de la nueva clave sobrescribir en la anterior ubicada en localidades de la memoria EEPROM.

Para cada caso que se pueda presentar el microcontrolador entrará en una instrucción determinada por el programa grabado en el mismo, la lectura del programa está diseñada para que al salir de una instrucción cualquiera el microcontrolador siga ejecutando todo el programa hasta cuando entre en una de las condiciones preestablecidas del programa, con esto muy difícilmente se quedará el microcontrolador detenido en alguna parte del programa además el microcontrolador posee el timer **watchdog** el cual siempre está esperando un evento generado por el programa en un tiempo determinado, cuando no se genera el evento el timer **watchdog** reinicia al microcontrolador

a través de la activación del reset del microcontrolador⁴⁴ y con él al programa que ejecuta.

2.2.2. TECLADO MATRICIAL

Este tipo de teclado es matricial de 4X4 compuesto de 16 teclas (figura 2.5) es de uso muy difundido pues se puede controlar 16 combinaciones diferentes usando solamente 8 pines del microcontrolador, es decir que se pretende reducir el número de líneas de entrada y salida, su funcionamiento se basa en el barrido de las líneas correspondientes a las filas como líneas de salida y las líneas conectadas a las columnas que se las reconoce como líneas de entrada⁴⁵, con esto al aplicar un algoritmo se puede saber exactamente en qué fila y columna se encuentra la tecla presionada.

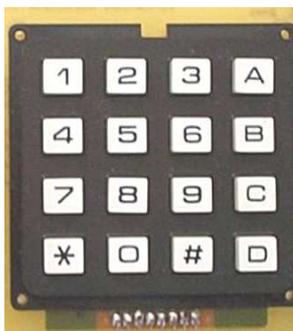


Figura 2.5: Teclado matricial 4X4

Para poder usar el teclado con toda seguridad se deben poner resistencias por lo menos en los puertos de salida del microcontrolador que van hacia el teclado, en nuestro caso usamos resistencias 5.6K Ω a medio vatio (Figura 2.6).

⁴⁴ Microcontroladores fundamentos y aplicaciones con PIC Fernando E. Valdés Pérez

⁴⁵ http://antiguo.itson.mx/die/eromero/biblioelec/blabsd3/p05_labsd3_pics_09.pdf

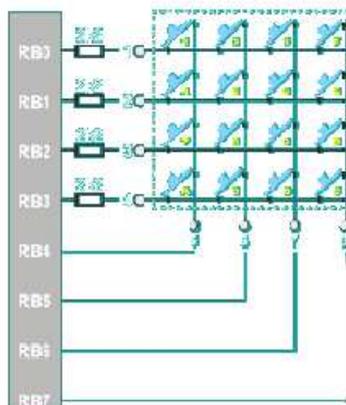


Figura 2.6: Conexión Teclado Matricial

2.2.3. DISPLAY LCD

Para este proyecto he escogido un display LCD de 16 caracteres por dos filas (Figura 2.7) debido a que es necesario el desplegar mensajes manifestando el estado del sistema de alarma, se ha tratado en lo posible de insertar mensajes de fácil comprensión y lectura.



Figura 2.7: Display LCD 16X2

La conexión de este display con el microcontrolador se la hace por medio de líneas dedicadas para este uso (figura 2.8), el fabricante del microcontrolador en el caso del PIC 16F877A ha dispuesto los pines del puerto B.

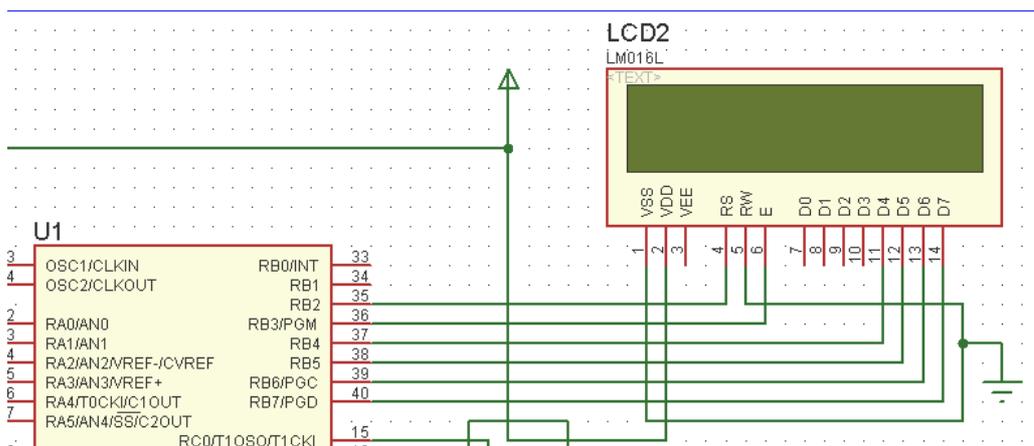


Figura 2.8: Conexión del display al microcontrolador

2.2.4. SIRENA

Este dispositivo sonoro (figura 2.9) será el que de aviso al ser violentadas las seguridades, ingreso no autorizado como también la presencia de individuos extraños a las instalaciones, se calcula un tono doble audible de 120dB lo que podrá ser escuchado a una distancia considerable.



Figura 2.9: Sirena de alarma

Esta sirena se ubicará en la parte exterior de las oficinas y dentro de una caja metálica (figura 2.10) la cual posee un sensor mecánico llamado tamper (figura 2.11), este tamper reaccionará al ser abierta la tapa de la caja de la sirena activando la alarma del sistema.



Figura 2.10: Caja metálica para sirena de alarma



Figura 2.11: Tamper

La línea que alimenta a la sirena está conectada al microcontrolador a través de un driver, la línea que maneja el sensor (Tamper) está conectada directamente al microcontrolador, en lo posible estas dos líneas de comunicación hacia y desde el microcontrolador serán blindadas u ocultas con el fin de evitar que corten las líneas burlando al sistema de alarma, cabe señalar que se ha escogido las

mejores marcas en el mercado para poder ofrecer un sistema de seguridad de mucha confiabilidad.

2.2.5. CERRADURA ELÉCTRICA

El sistema de alarma posee un control de acceso, este acceso está protegido por una cerradura eléctrica (figura 2.12) que posee un transformador reductor de corriente de 110 voltios a 12 voltios de corriente alterna, se ha previsto el uso de relés y circuitos integrados como los driver con el fin de acoplar la etapa de potencia al microcontrolador.



Figura 2.12: Cerradura eléctrica

En el caso del control de acceso al haber desarmado el sistema de seguridad mediante el ingreso exitoso de la clave se dará un pulso desde el microcontrolador hacia el driver el cual a su vez activará un relé (figura 2.13) que será el encargado de hacer circular por la bobina (Figura 2.14) de la cerradura eléctrica la corriente alterna necesaria para abrir la puerta de ingreso a las oficinas.

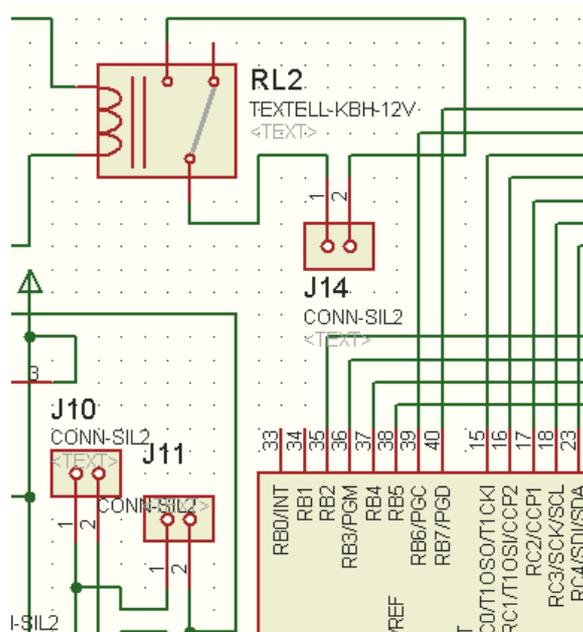


Figura 2.13 Conexión del microcontrolador a un relé



Figura 2.14 Bobina de la cerradura eléctrica

Cabe señalar que en ausencia de la corriente eléctrica desde la red de suministro esta característica de la apertura automática de la cerradura no estará disponible pero si se mantendrá vigilado el acceso pudiendo en el caso de un ingreso no autorizado dispararse la alarma.

2.2.6. SENSOR DE MOVIMIENTO

Para poder monitorear las instalaciones de manera efectiva se instalará en sitios estratégicos sensores infrarrojos que podrán detectar movimiento (Figura 2.15)

dentro de las oficinas, los sensores infrarrojos comunicarán inmediatamente al microcontrolador si existe una intrusión.



Figura 2.15: Sensor infrarrojo

Cada sensor de movimiento se encuentra conectado a un pin del microcontrolador por tanto si se llegara a bloquear uno de estos sensores el otro como está conectado a un pin diferente en el microcontrolador actuará dando un cambio de nivel en la entrada del microcontrolador y este ejecutará los procesos programados activando la alarma.

2.2.6.1. Acoplamiento de voltaje sensor-microcontrolador

Los sensores funcionan con un voltaje no menor a 9 voltios que serán tomados desde la fuente de continua del sistema de alarma y el microcontrolador funciona hasta con 5 voltios, para solucionar este inconveniente se han conectado entre el retorno del sensor y el microcontrolador reguladores integrados (figura 2.16) que mantendrán a la entrada del microcontrolador un pulso de máximo 5 voltios, para nuestro caso hemos previsto que el sensor retornará 5 voltios en el caso de no existir movimiento y 0 voltios el momento en que detecte movimiento, este cambio de estado activará el sistema de alarma.

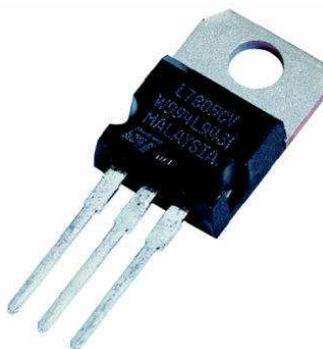


Figura 2.16: Regulador integrado

2.2.7. SENSORES MAGNÉTICOS

Se componen de dos partes una de ellas es fija y contiene a los contactos la otra es móvil e imantada (figura 2.17), controlarán los accesos tanto a las instalaciones como a las oficinas pues están instalados detrás de las puertas ventanas, al abrir una puerta o ventana la parte imantada del sensor se retira, la parte fija del sensor abre los contactos dejando de recibir el microcontrolador los 5 voltios en uno de los pines asignados para este propósito activando la alarma.



Figura 2.17: Sensor magnético para puertas⁴⁶

Cada sensor posee un pin el cual va conectado directamente al microcontrolador, para este proyecto se usará 3 sensores de apertura magnéticos dos en las

⁴⁶<http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.homesecurityadvice.com/doors-windows/magnetic-sensors/>

puertas y uno en la ventana, el alcance de la parte imantada es aproximadamente de 4 a 5 centímetros lo que permite ubicar a las dos partes que componen el sensor magnético de manera cómoda pues si se intenta ponerlos demasiado juntos se corre el riesgo de que accidentalmente al abrir las puertas o ventanas se los golpee afectando su funcionamiento, se los suele llamar también como Reed Switch.

2.2.8. FUENTE DE CONTINUA

En este proyecto usaré una fuente lineal que sigue el esquema: transformador, rectificador, filtro, regulación de salida (figura 2.18).

En primer lugar el transformador adapta los niveles de tensión y proporciona aislamiento galvánico, el circuito que convierte la corriente alterna en continua se llama rectificador, después suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador. La regulación, o estabilización de la tensión a un valor establecido se consigue con un componente denominado regulador de tensión, la salida puede ser simplemente un condensador.

La regulación de salida se la puede proporcionar con un regulador integrado o con un diodo zenner que existen abundantemente en el mercado

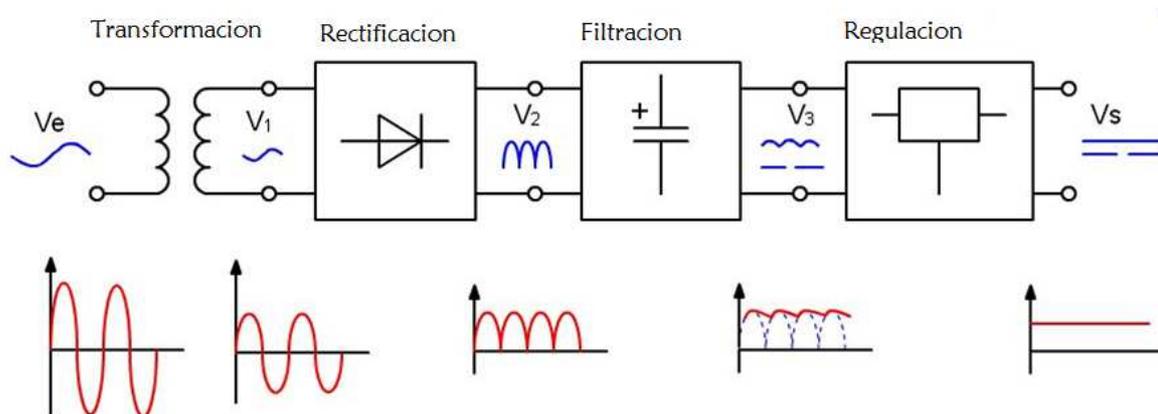


Figura 2.18: Fuente de alimentación lineal

2.2.9. RESPALDO DE ENERGÍA

Batería o acumulador eléctrico o simplemente acumulador (figura 2.19) se lo llama al dispositivo que en mi proyecto almacenará energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad recargándose mediante un circuito electrónico, este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces.

Este acumulador brindará la energía necesaria al sistema de alarma mientras haya ausencia de energía eléctrica de la red, el tiempo estimado de respaldo en condiciones normales se aproxima a las 4 horas, a partir de ese momento se reiniciará el sistema sin afectar las claves de acceso.



Figura 2.19: Acumulador de energía.

2.2.10. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Son dispositivos cuyo trabajo consiste en interrumpir el paso de la corriente eléctrica a través de un dispositivo electrónico el cual sufra un cortocircuito y con ello demande un sobreflujo no previsto de corriente a través del mismo como

también en el caso que la fuente reciba un excesivo voltaje desde la red, en mi proyecto estos dispositivos (figura 2.20) se encuentran ubicados en la tarjeta electrónica de la fuente de alimentación y en la tarjeta de control del sistema de seguridad.



Figura 2.20: Protecciones eléctricas.

2.3. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE ALARMA

Para el diseño electrónico usé el Programa ISIS, este programa presenta un tablero virtual donde se conectan uno a uno cada dispositivo electrónico (figura 2.21), este programa ISIS contiene librerías bastante completas donde podemos ubicar a cada uno de los elementos que yo usé en este proyecto.

Las herramientas que el programa ISIS pone a nuestra disposición son bastante útiles e intuitivas además nos reporta errores que se presentan mientras se comprueba el funcionamiento de nuestro prototipo.

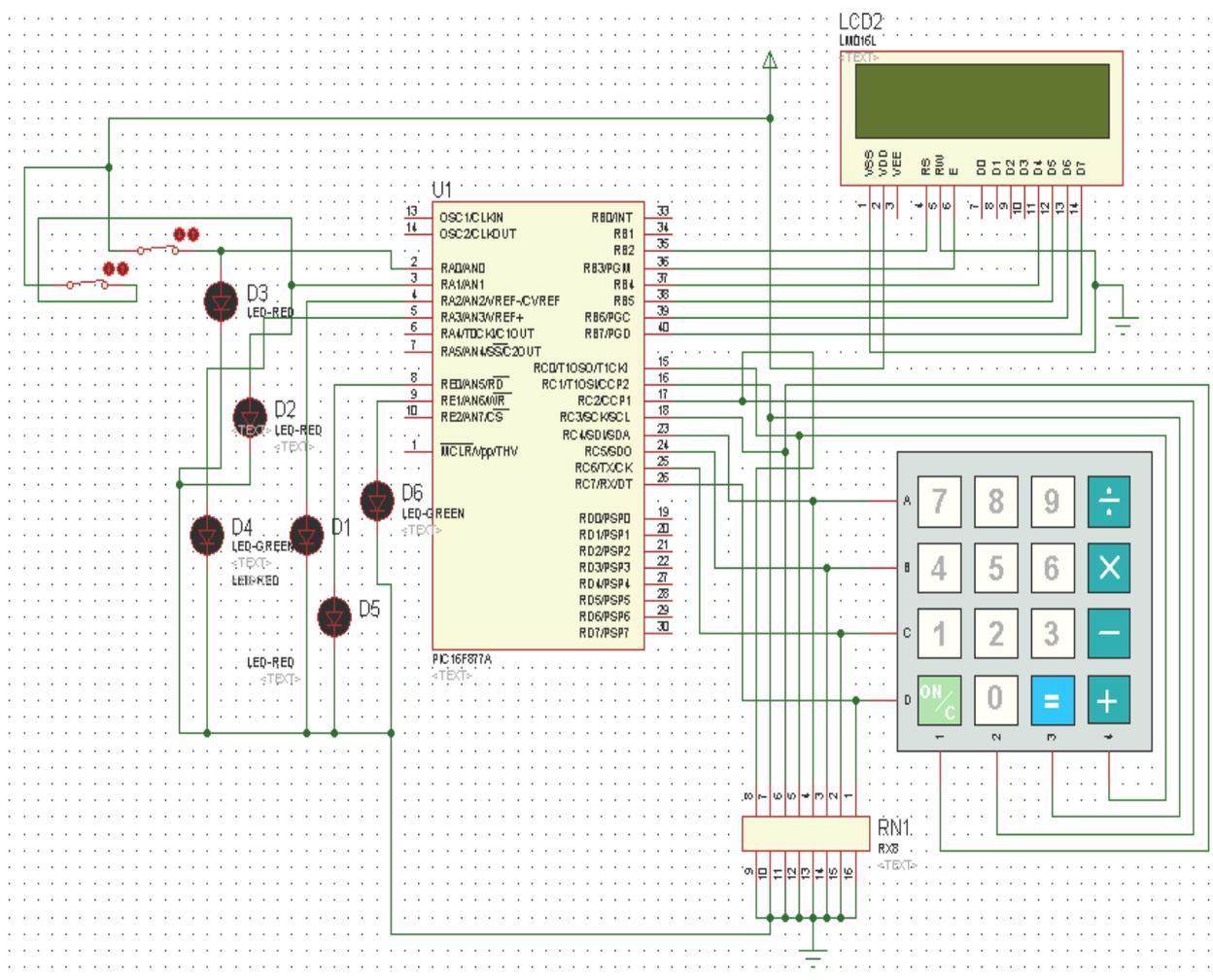


Figura 2.21: Diseño electrónico del sistema de alarma

2.4. SIMULACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALARMA

A través de la simulación tuve la oportunidad de ver mi sistema de alarma funcionando (figura 2.22), es en este punto que inserté en el microcontrolador de manera virtual el programa que controla el sistema de alarma y con ello se detectó ciertas fallas que corregí oportunamente, por ejemplo el tiempo que demora en ejecutar una acción el simulador difiere de la realidad sin embargo me dio la idea de cómo reacciona el equipo, por tanto tomé en cuenta para cada caso un tiempo real y otro del simulador con el fin de poder trabajar el circuito desde el computador y desde el tablero físico de pruebas.

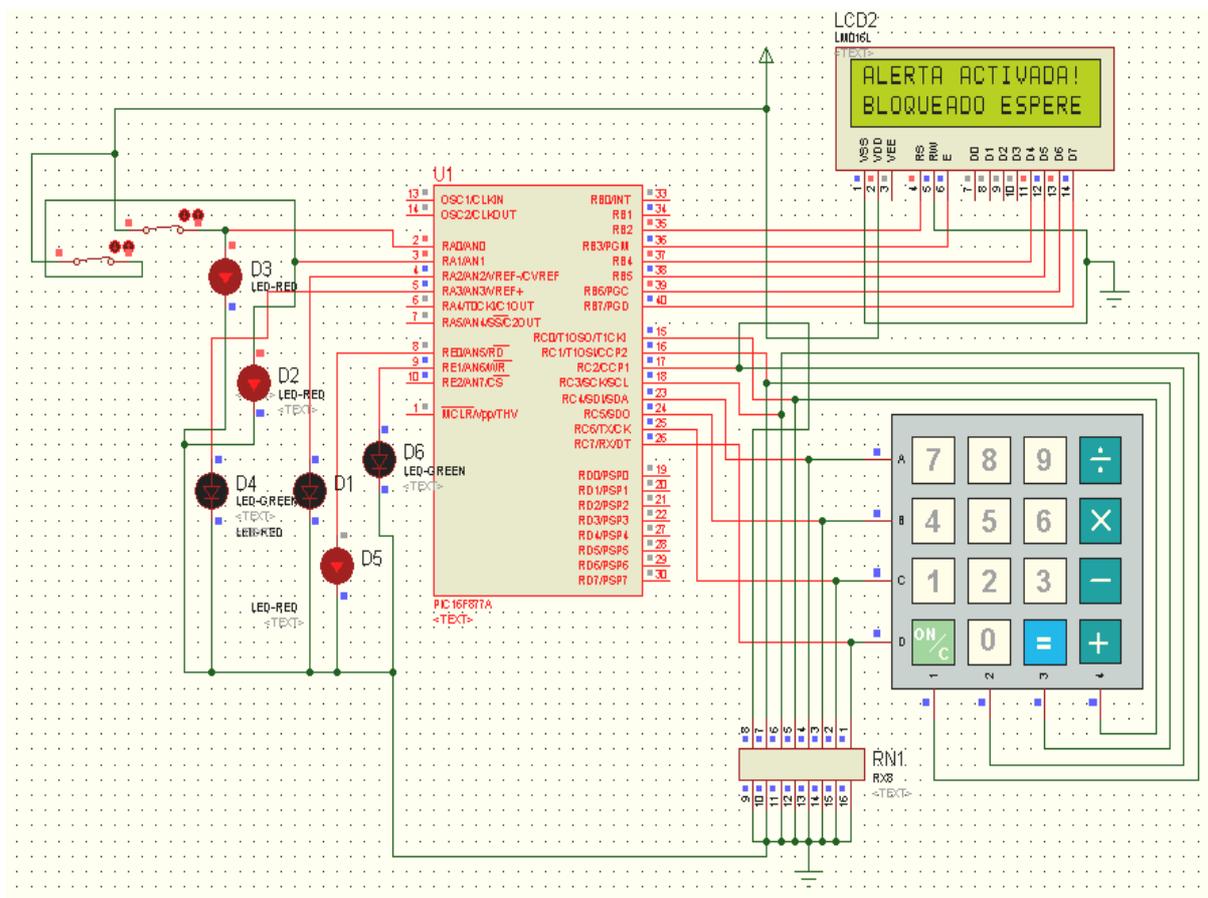


Figura 2.22: Simulación sistema de alarma

2.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE ALARMA EN PROTOBOARD

Antes de elaborar la placa electrónica en baquelita es necesario verificar el funcionamiento en la práctica, para esto usé el protoboard (figura 2.23) que es un simple tablero de interconexión de dispositivos electrónicos, coloqué de manera física todos los elementos en el mismo orden que lo hice en el programa de diseño electrónico ISIS, surgieron pequeños inconvenientes que el programa de diseño y de simulación dejaron pasar pero que una vez superados se logró que funcione correctamente el proyecto en la práctica.

Para interconectar los dispositivos usé alambre unifilar aislado, una vez verificado el orden de cada alambre procedí a aplicar los voltajes necesarios y el resultado fue exitoso, el tablero de conexiones protoboard fué de gran importancia para las pruebas de funcionamiento de circuitos electrónicos ya que si no hubiese aplicado primeramente el circuito en el protoboard con toda seguridad hubiesen existido fallas en el circuito hecho en baquelita.

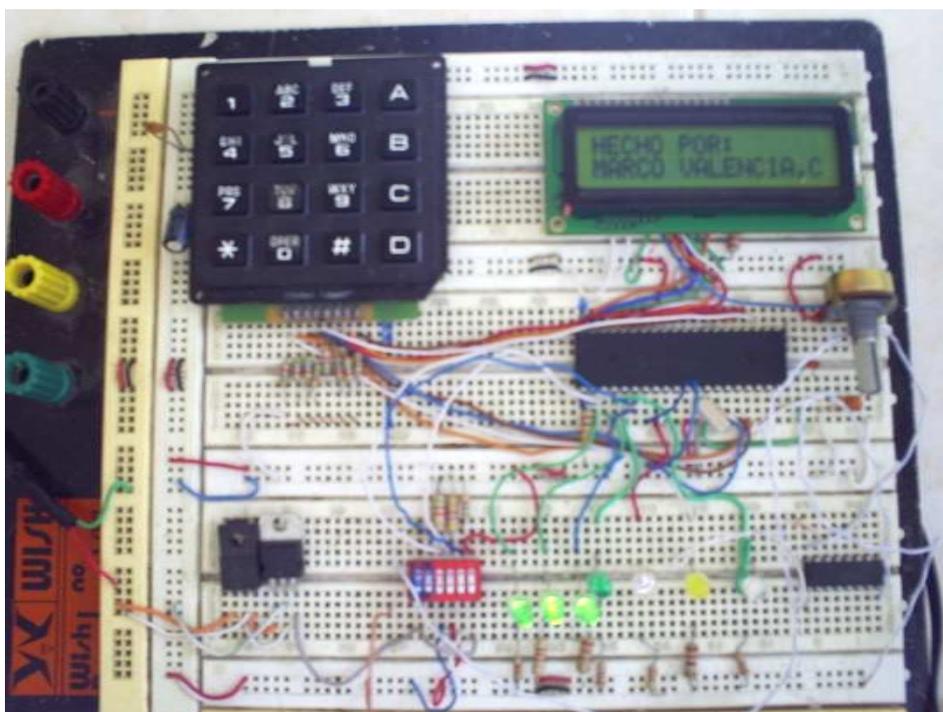


FIGURA 2.23: Circuito electrónico en Protoboard.

2.6. DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

Para poder crear la placa electrónica de manera sencilla se ubican cada uno de los elementos partiendo del diseño electrónico hecho en ISIS (figura 2.24) y en mayor detalle en el anexo 11, una vez trasladados todos los elementos electrónicos se los reubica buscando que las pistas no estén sobrepuestas ni tampoco que tengan cortocircuitos, una vez optimizado el circuito al 100% el programa ARES nos entregará la disposición óptima para las pistas y solo será necesario quemar la baquelita.

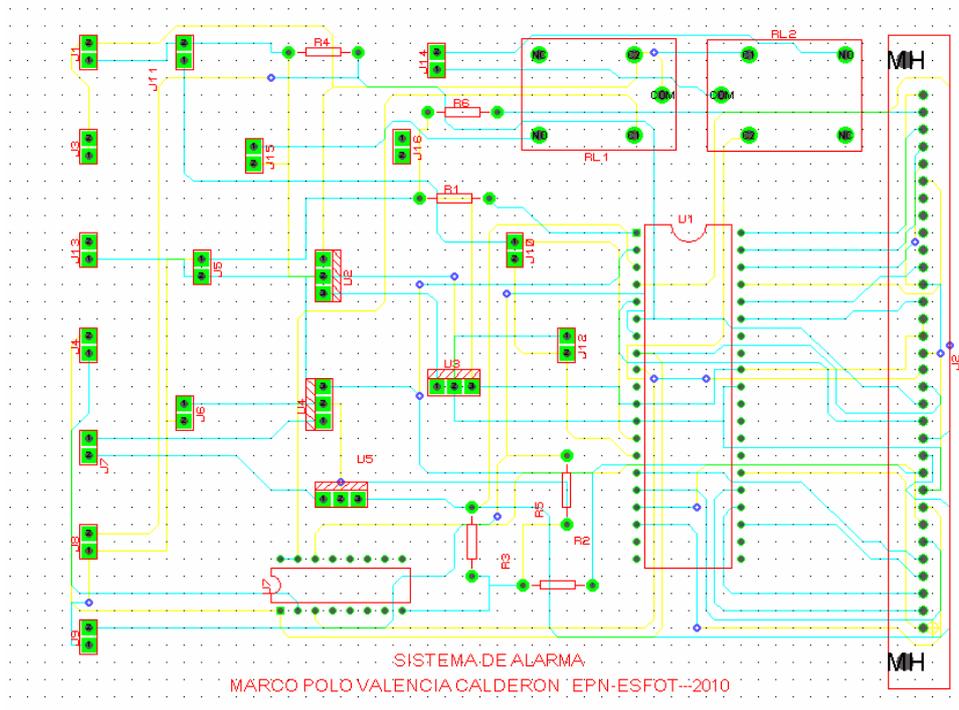


Figura 2.25: Diseño circuito impreso placa principal

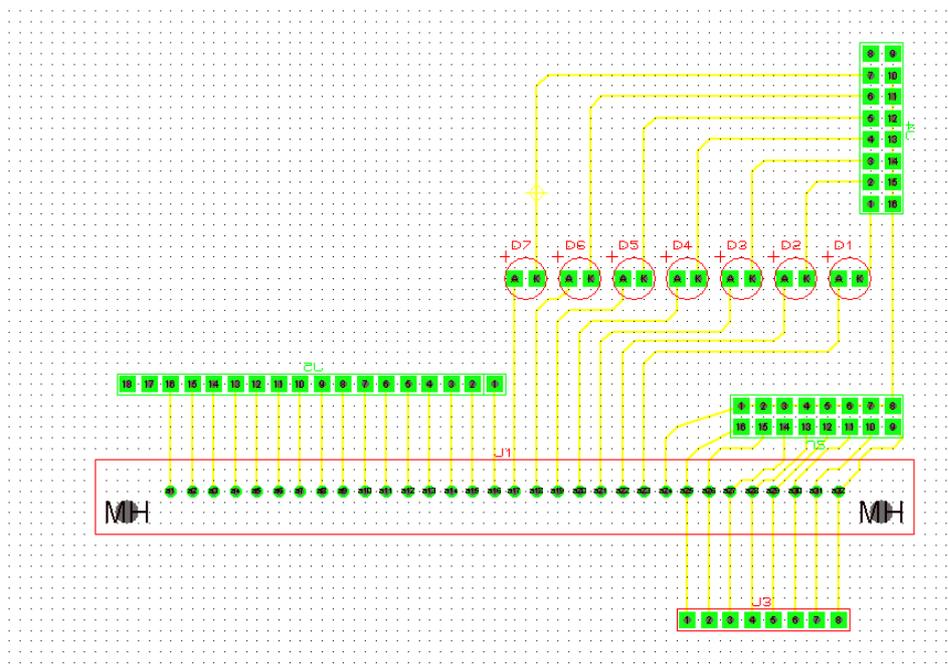


Figura 2.26: Diseño circuito impreso panel de control

Cabe señalar que las pistas en el circuito impreso de la placa principal se encuentran en las dos caras de la baquelita (figura 22.7), esto se debe a que las pistas se sobreponían al ubicarlas de un solo lado de la baquelita, al ubicar a los dos lados las pistas de cobre existen entre las dos caras de la baquelita pequeños agujeros que interconectan las pistas de cobre desde una cara de la baquelita hacia la otra, en la figura 2.27 se observa las pistas de un lado de color azul y las del otro lado en color rojo.

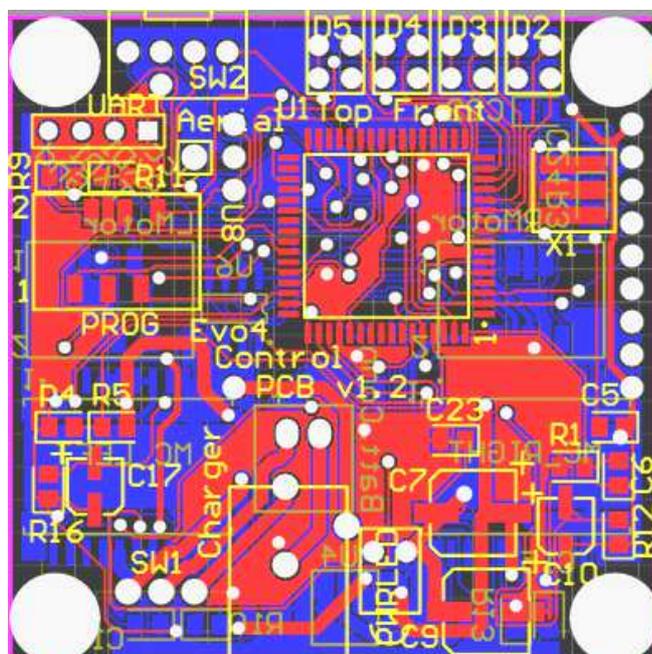


Figura 2.27: Diseño circuito impreso de dos lados

2.7. ELABORACIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO

Existen muchas técnicas para fabricar circuitos impresos, en mi caso he escogido aplicar la técnica de patrones, estos circuitos impresos se hacen adhiriendo una capa de cobre sobre todo el sustrato (baquelita) (figura2.28), a veces en ambos

lados (figura2.29) se elabora un circuito impreso que contiene cobre sobre ambas superficies para luego retirar el cobre no deseado aplicando percloruro férrico dejando sólo las pistas de cobre deseadas.

Una vez que se ha retirado el cobre excedente y tenemos en la baquelita solamente las pistas deseadas procedemos a perforar los lugares donde se ubicarán los pines de los elementos electrónicos, una vez insertados los dispositivos de la placa los soldaremos con estaño.



Figura 2.28: Baquelita

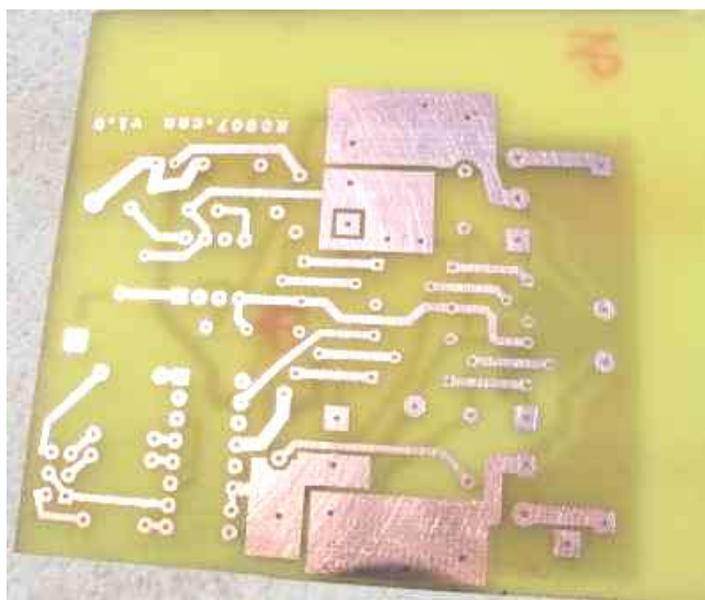


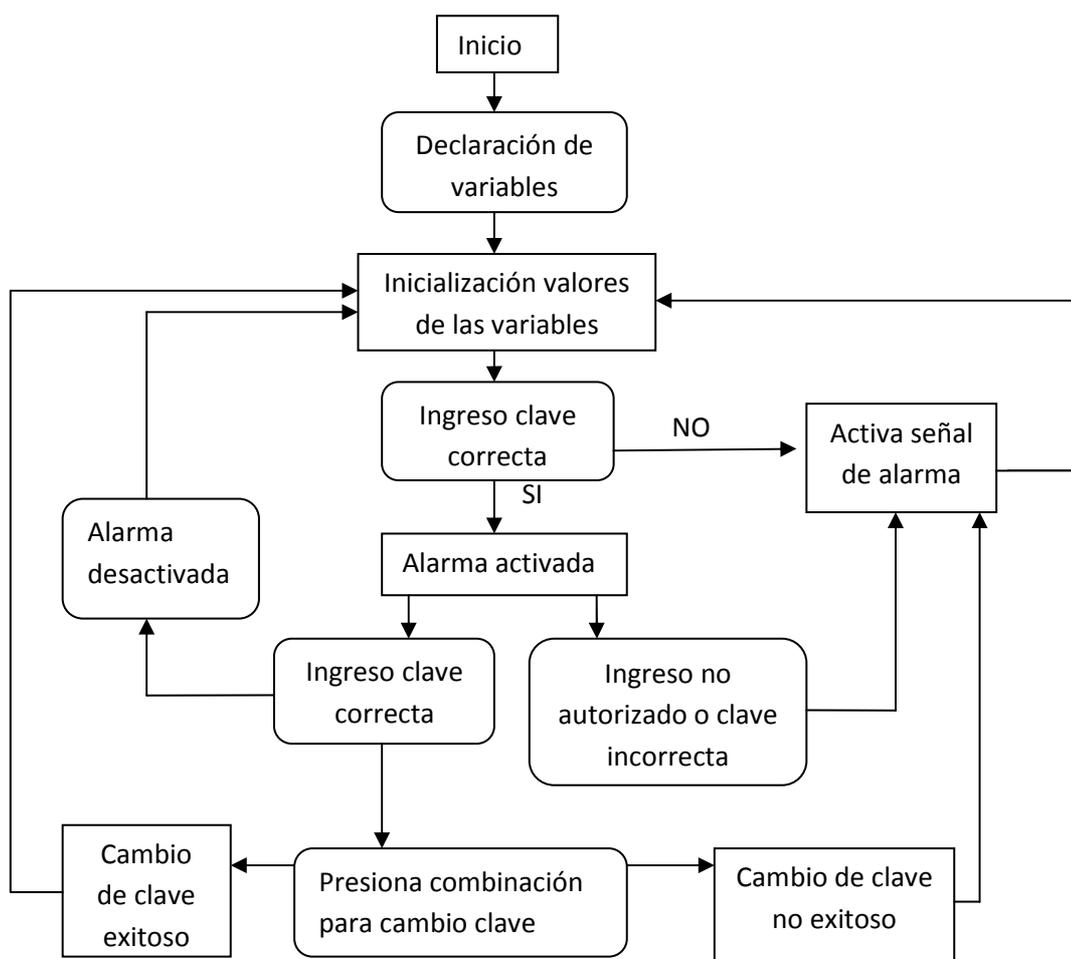
Figura 2.29: Placa de baquelita de doble lado

2.8. PROGRAMACION DEL PIC

Para poder usar el microcontrolador es necesario insertar un programa que controle todas las funciones que posee el microcontrolador, escogí el Compilador MikroBasik por las ayudas de las librerías que posee además por su robustez, fácil comprensión y manejo.

Este compilador me permitió usar en su gran mayoría las características del PIC 16F877A, entre las principales características puedo mencionar: Memoria Flash, ROM, configuración de puertos de entrada y salida, temporizaciones y arreglos.

2.8.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA



2.8.2. PROGRAMA DEL PIC Y COMENTARIOS

El programa elaborado en MikroBasic y frente a cada una de las líneas más importantes el respectivo comentario con su explicación se aprecia en el anexo 6.

2.9. CONSTRUCCION DE LA FUENTE Y RESPALDO DE ENERGÍA

Para la construcción de la fuente se tomó en cuenta que tendrá que proveer de energía al sistema de alarma y a la vez mantener siempre cargado el acumulador de energía, adjunto a la fuente se encuentra el cargador automático de baterías (figura 2.30). El diagrama del circuito y la lista de componentes se aprecian en el anexo 10.

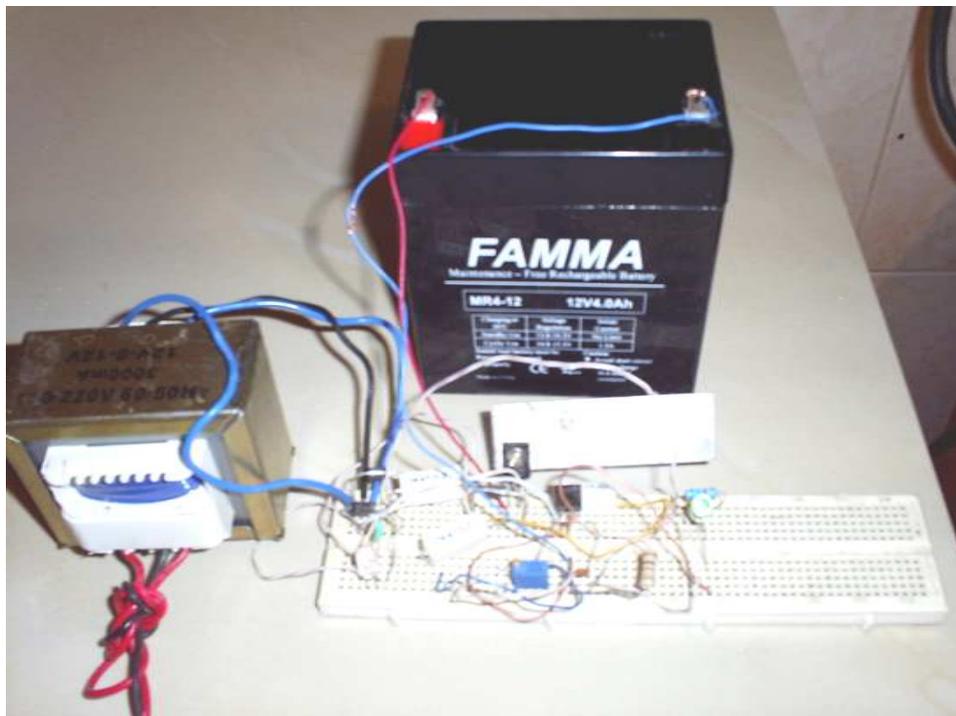


Figura 2.30: Cargador automático de batería

La fuente con el cargador de batería y la propia batería irán montados dentro de la caja del sistema de alarma de forma separada unida mediante conectores, en caso de haber daño en la fuente solo será necesario desmontarla del sistema para poder repararla reduciendo las molestias de manera considerable.

El cargador de baterías ha sido construido para que de manera automática conecte la batería al haberse descargado o la desconecte una vez que se ha cargado completamente, esto lo hace mediante elementos electrónicos SCR que son dispositivos capaces de controlar la corriente pulsante que recarga la batería.

2.9.1. CARACTERÍSTICAS ELECTRÓNICAS DE LA FUENTE

A continuación se muestra la información de los elementos electrónicos más importantes que permitieron garantizar el funcionamiento óptimo de este circuito electrónico.

Para cada bloque de mi proyecto se necesita un voltaje específico, se necesitan en realidad dos voltajes que deberán ser estables para el correcto funcionamiento del circuito electrónico, estos voltajes son 12 y 5 voltios.

De acuerdo a los fabricantes de reguladores integrados se necesita un mínimo y un máximo de voltajes de entrada, en este caso nos preocuparemos de los voltajes mínimos pues los reguladores pueden controlar el exceso de voltaje y no la falta del mismo, para el regulador 7805 y 7812 estimo que en su entrada habrá mínimo 8 y 15 voltios respectivamente ósea deberá haber a la entrada una tensión que supere mínimo en tres voltios la tensión de salida para garantizar el funcionamiento esperado en el circuito ya que se pierde un pequeño voltaje en el proceso de regulación dentro del regulador integrado.

Para voltajes muy elevados de entrada los reguladores integrados poseen en su interior protecciones físicas que anularán en su momento parte o todo el paso de

corriente desde la fuente de voltaje hacia los dispositivos electrónicos que son polarizados por estos reguladores.

Usaremos un rectificador de onda completa para este circuito pues este tipo de rectificador ofrece mejores características de corriente.

Necesitamos para esta fuente:

- Voltaje de salida (V_o) = 12V
- Corriente de salida (I DC) = 1A
- Factor de rizado (μ) < 5%

$$RL = \frac{V \text{ salida}}{I \text{ salida}}$$

$$RL = \frac{15}{1}$$

$$RL = 15\Omega$$

$$C = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot f \cdot \mu \cdot RL}$$

$$C = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 0,05 \cdot 15}$$

$$C = 3208\mu F \approx 3300\mu F$$

$$V_{max} = V_o \cdot \left(1 + \frac{1}{4\pi \cdot f \cdot C \cdot RL}\right)$$

$$V_{max} = 15 \cdot \left(1 + \frac{1}{4\pi \cdot 60 \cdot 3300 \times 10^{-6} \cdot 15}\right)$$

$$V_{max} = 15.40V$$

Los diodos consumen alrededor de 0.6 Voltios y al tratarse de un rectificador tipo puente donde en cada semiciclo están activos dos diodos al mismo tiempo el consumo será de 1.2Voltios, por tanto:

$$V_{max} = 15.4 + 1.2 = 16.6V$$

$$V_{RMS} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{RMS} = \frac{16.6}{\sqrt{2}} = 11.73V \approx 12V$$

Este voltaje RMS será el voltaje en el secundario del transformador.

Para calcular los diodos tenemos:

$$\theta_1 = \text{Sen}^{-1} \frac{4.f.C.RL-1}{4.f.C.RL+1}$$

$$\theta_1 = \text{Sen}^{-1} \frac{4.60.3300 \times 10^{-6} \cdot 15 - 1}{4.60.3300 \times 10^{-6} \cdot 15 + 1}$$

$$\theta_1 = 57.64^\circ$$

$$I_{Dmax} = V_{max} \cdot \left(\frac{\text{Sen}\theta_1}{RL} + 2\pi \cdot f \cdot C \cdot \text{Cos}\theta_1 \right)$$

$$I_{Dmax} = 16.6V \cdot \left(\frac{0.845}{15} + 2\pi \cdot 60.3300 \times 10^{-6} \cdot 0.535 \right)$$

$$I_{Dmax} = 11.98 \text{ Amperios}$$

$I_{Dmax}=11.98A$ es un valor muy grande para la corriente de entrada del diodo por tanto como criterio se aconseja colocar un diodo que pueda conducir unas tres veces la corriente que normalmente consume la carga.

En resumen los elementos de mi fuente serán:

- 1 transformador 120V AC/ 12V AC.
- 4 Diodos o 1 puente rectificador con corriente en el ánodo de 3 Amperios con un voltaje pico inverso mayor al voltaje máximo ósea 16.6 Voltios.
- 1 capacitor de 3300 μ F, electrolítico y con voltaje mayor a 16.6 Voltios.

2.10. PRUEBAS Y CALIBRACIÓN

Para lograr un buen funcionamiento se necesitó hacer un sinnúmero de pruebas las cuales comprendieron desde correr el programa, visualizar la información en el Display LCD hasta accesar a cada una de las funciones preestablecidas en el programa, también se logró trabajar con el circuito en condiciones de extremo ruido electromagnético como también con voltajes de operación de la fuente muy bajos comprobando su buen funcionamiento.

Se requirió reconfigurar los tiempos estimados en el simulador ya que difieren mucho en el circuito real, la luminosidad así como el contraste del display LDC fueron calibrados detenidamente para cada prueba, fue también necesario dar un pequeño tiempo desde el programa del microcontrolador para la captura del teclado pues por la alta frecuencia del microcontrolador se tendía a ingresar múltiples veces la misma tecla presionada con lo que se obtenían errores.

2.11. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

La fuente de alimentación requirió las siguientes características:

- Corriente de salida 2 A.
- Voltajes de salida 12V DC y 5V DC.
- Protección cortocircuitos 2.5 A.
- Circuito para carga de batería seca 12V DC

Se pudo lograr una eficiencia muy alta al utilizar reguladores integrados que fueron usados de la siguiente manera:

- 7807 en serie con 7805 para brindar al microcontrolador, sensores magnéticos y al display los voltajes óptimos de funcionamiento.
- 7812 para el funcionamiento de los sensores infrarrojos ya que el voltaje mínimo es 9V DC.

En el anexo 7, se aprecia la hoja técnica de los reguladores integrados 7812 y 7805.

Para acoplar la etapa de potencia al circuito se usó relés y un circuito integrado driver de la siguiente manera:

- Un circuito integrado driver ULN2003 del cual usamos dos drivers conectados a la salida del microcontrolador para activar dos relés que funcionan con 12V DC.
- Dos relés que se conectan al driver el uno conecta la chapa eléctrica a 12V AC y el otro la sirena de la alarma a 12V DC.

En el anexo 8, se pueden ver las características del driver ULN2003.

Se ha escogido un Display LCD de fácil visualización, mensajes de fácil comprensión y un teclado de fácil manejo por lo que este sistema estará abierto para cualquier persona que tenga o no conocimientos de electrónica.

El sistema posee un respaldo de energía, este evitará por varias horas que las instalaciones queden desprotegidas al no existir corriente desde el suministro eléctrico, el sistema de respaldo de energía será mantenido por parte de la fuente de alimentación que está construida para este propósito.

Los cables de datos están protegidos y aislados, se usarán cables multipares que traen incluido su propio aislante, para la alimentación del equipo se ha dispuesto en la fuente protecciones como fusibles en la entrada como en la salida.

La construcción de este sistema de alarma ha demandado gastos en la parte operativa pues me he capacitado en muchos aspectos, también gastos en adquisiciones calculando entre todo 500 dólares pues he comprado elementos de buena calidad cuyo precio duplica a los genéricos con el propósito de presentar

un buen proyecto de tesis, todos estos gastos los he financiado en su totalidad y en compensación he presentado este proyecto como tesis poniendo en práctica todo lo aprendido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Este sistema ofrece gran confianza en su uso debido a que controla a los dispositivos electrónicos con un microcontrolador.
- La mayoría de equipos existentes en el mercado a diferencia de este sistema de seguridad no ofrecen menús en pantalla para activar desactivar o cambiar las claves de acceso.
- A este sistema de seguridad se lo puede expandir acorde a nuestras necesidades ya que la conexión de tarjetas adicionales y su comunicación se la hará serialmente.
- El consumo de potencia es muy reducido ya que los elementos electrónicos usados son de muy bajo consumo de energía lo que aumenta la vida útil de los dispositivos electrónicos de este sistema de seguridad y ahorra dinero.
- El programa podrá ser ingresado múltiples veces ya que se puede programar al microcontrolador con un dispositivo electrónico serial que comúnmente existen en el mercado, esto convierte a este sistema de seguridad en una opción fiable y de bajo costo de mantenimiento.
- El diseño de la fuente de alimentación independiza a la alimentación de la red de los dispositivos actuadores (sensores, sirena, conmutador reed) y la tarjeta electrónica también llamados cargas, de esta manera se pueden aislar las etapas en caso de un pico de voltaje alto.

RECOMENDACIONES

- Se debe instalar protecciones eléctricas para evitar las variaciones de voltaje que entrega la red pública a la fuente pues los microcontroladores tienen muy poca tolerancia a las mismas.
- Se debe proteger al sistema de factores como la humedad, el agua y rayos directos del sol ya que las partes internas no están diseñadas para soportar la exposición a los mismos.
- Desconectar siempre la alimentación de voltaje antes de desmontar las partes que componen el sistema de seguridad.
- Hacer un mantenimiento preventivo con cierta regularidad para evitar la acumulación de polvo entre los elementos del sistema y sus disipadores con esto se prevendrá un recalentamiento.
- En caso de daño fortuito del sistema no tratar de reemplazar partes o piezas del mismo con componentes que no sean idénticos a los instalados.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERT MALVINO, PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA, EDITORIAL MC GRAW HILL, ESPAÑA 2007.
- ROBERT L. BOYLESTAD, ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS, EDITORIAL PRENTICE HALL, MEXICO 1997.
- JAN M. RABAEY, CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES, EDITORIAL PEARSON EDUCACIÓN, MADRID 2004.
- SIEMENS AG, COMPONENTES ELECTRÓNICOS, EDITORIAL MARCOMBO, BARCELONA 1987.
- MATTHEW MANDL, DIRECTORY OF ELECTRONIC CIRCUITS, EDITORIAL PRENTICE HALL, USA 1966.
- EDWIN C. LOWENBERG, CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, EDITORIAL LITOGRAFICC, MEXICO 1970.
- ANTONIO J.GIL PADILLA, ELECTRÓNICA DIGITAL Y MICROPROGRAMABLE, EDITORIAL BELEN MARTUL, ESPAÑA 1997.
- RALPH J. SMITH, ELECTRONICS CIRUITS AND DEVICES, EDITORIAL JOHN WILEY & SONS, USA 1976.
- VESTER ROBINSON, PRINCIPIOS BÁSICOS DE ELECTRÓNICA, EDITORIAL TRILLAS, MEXICO 1976.
- THOMAS L. FLOYD, ELECTRONIC DEVICES, EDITORIAL PRENTICE HALL, USA 1999.
- LIBROS CEAC ,TECNOLOGIA DE ELECTRONICA, EDITORIAL CEAC, BARCELONA 1977.
- JOSÉ ESPÍ LÓPEZ , ELECTRÓNICA ANALOGICA, EDITORIAL PRENTICE HALL, MADRID 2006.
- JOSÉ M^a ANGULO USATEGUI, MICROPROCESADORES, EDITORIAL PARANINFO, MADRID 1984.
- JUAN CARLOS VESGA FERREIRA, MICROCONTROLADORES, EDITORIAL ALFAOMEGA, COLOMBIA 2007.
- IBRAHIM DOGAN, PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES PIC, EDITORIAL MARCOMBO, ESPAÑA2007.
- FERNANDO E. VADÉZ PÉREZ, MICROCONTROLADORES FUNDAMENTOS Y APLICACIONES CON PIC, EDITORIAL MARCOMBO, MEXICO 2007.
- JAMES W. STEWARD ,THE 8051 MICROCONTROLLER, EDITORIAL PRENTICE HALL, USA 1993.

WEBGRAFÍA

- http://www.wordiq.com/definition/Burglar_alarm&rurl=translate.google.com.ec&usg=ALkJrhgjPSrPX0cp0lJ0PxA_SHdc8WVpgA
- <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-de-seguridad.html>
- <http://www.fotosok.com/creditocasa/sistema-alarma-casa.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alarma
- http://es.wikipedia.org/wiki/Detector_de_movimiento
- <http://www.vidadigitalradio.com/sensores-movimiento/>
- <http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Doppler
- http://www.bticino.co.cr/bticino/box_CR/contents/techlibrary/es_CR/files/C_18_techlibrary_468_EN_document_EN.pdf
- <http://www.guemisa.com/articul/html/sensores.htm>
- <http://www.scribd.com/doc/17476698/Cap4Detectores-magneticos>
- http://www.santamariadecayon.es/portalweb/images/stories/cayon/pdf/Ordenanzas-bandos/Ordenanzas/2005-04-25_Ordenanza%20de%20Contaminacion%20Acustica.pdf
- <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=LCD>
- <http://www.terra.es/personal/l/ermon/cat/articles/evin0086.htm>
- <http://www.slideshare.net/noche/circuitos-integrados-206123>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>
- <http://www.monografias.com/trabajos18/descripcion-pic/descripcion-pic.shtml>
- <http://dac.escet.urjc.es/docencia/Micros/MP06a.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/LCD>
- <http://www.pablin.com.ar/electron/info/lcd/index.htm>
- <http://www.neoteo.com/display-lcd-en-lpt.neo>
- <http://www.ucontrol.com.ar/forosmf/off-topic/primer-congreso-virtual-sobre-microcontroladores-y-sus-aplicaciones/?wap2>
- http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microcontroladores/SLIDES_8051_PDF/3_APLICA.PDF
- <http://es.scribd.com/doc/30475681/Tutorial-PIC16F877A-Algunas-Mejoras>

- http://www.ingeniaste.com/ingenias/telecom/Microcontrolador_PIC.html
- http://perso.wanadoo.es/luis_ju/pic/pic03.html
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_instruccion
- http://es.wikibooks.org/wiki/Microcontroladores_PICs
- <http://unbarquero.blogspot.com/2008/08/tiempo-pic.html>
- http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.micros.com.ve/tienda/images/16f877.jpg&imgrefurl=http://www.micros.com.ve/&h=640&w=640&sz=247&tbnid=x-D4V_4hf8S_UM:&tbnh=137&tbnw=137&prev=/images%3Fq%3DPIC%2B16f877a&hl=es&usg=__gCc7-Ybe67_pbuFXBX1fWDFK7og=&sa=X&ei=LUhiTIXPIISKIweZpbmjCg&ved=0CDYQ9QEwBw
- <http://es.wikipedia.org/wiki/PIC16F87X>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos14/lenguaje-ensamblador/lenguaje-ensamblador.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_alto_nivel
- http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_bajo_nivel
- <http://jesussuarez.net/blog/2010/09/04/lenguaje-y-programacion-%E2%80%9Ci%E2%80%9D/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_m%C3%A1quina
- <http://www.scienceprog.com/microcontroller-simulators-and-emulators/>
- <http://www.neoteo.com/mikrobasic-primera-parte.neo>
- http://www.unicrom.com/cir_carg_bat_descnx_auto.asp
- <http://www.forosdeelectronica.com/f21/reguladores-voltaje-78xx-practica-15214/>

ANEXOS

1. ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE PINES PIC 16F877A

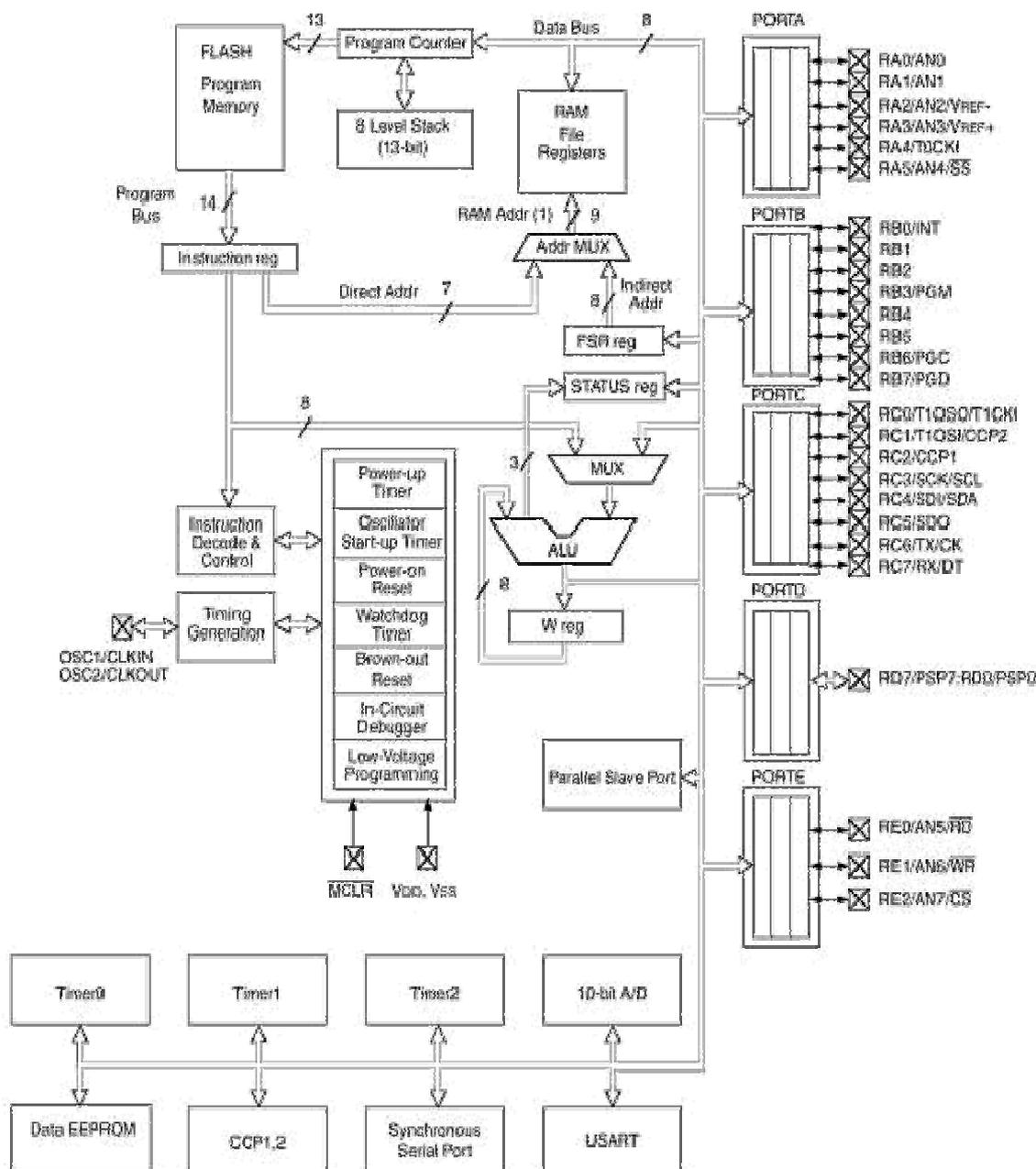
NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE	DESCRIPCIÓN			
			BUFFER				
OSC1/CLKIN	13	I	ST/MOS	Entrada del oscilador de cristal / Entrada de señal de reloj externa			
OSC2/CLKOUT	14	O	-	Salida del oscilador de cristal			
MCLR/Vpp/THV	1	I/P	ST	Entrada del Master clear (Reset) o entrada de voltaje de programación o modo de control high voltaje test			
RA0/AN0				PORTA es un puerto I/O bidireccional			
RA1/AN1				2	I/O	TTL	RA0: puede ser salida analógica 0
RA2/AN2/ Vref-				3	I/O	TTL	RA1: puede ser salida analógica 1
RA3/AN3/Vref+				4	I/O	TTL	RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje
RA4/T0CKI				5	I/O	TTL	RA3: puede ser salida analógica 3 o referencia positiva de voltaje
RA5/SS/AN4				6	I/O	ST	RA4: puede ser entrada de reloj el timer0.
				7	I/O	TTL	RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono.
RBO/INT				PORTB es un puerto I/O bidireccional.			
RB1						Puede ser programado todo como entradas	
RB2				33	I/O	TTL/ST	RB0 puede ser pin de interrupción externo.
RB3/PGM				34	I/O	TTL	RB3: puede ser la entada de programación de bajo voltaje
RB4	35	I/O	TTL				

RB5	36	I/O	TTL	Pin de interrupción
RB6/PGC	37	I/O	TTL	Pin de interrupción
RB7/PGD	38	I/O	TTL	Pin de interrupción. Reloj de programación serial
	39	I/O	TTL/ST	
	40	I/O	TTL/ST	
RC0/T1OSO/T1C KI	15	I/O	ST	PORTC es un puerto I/O bidireccional
	16	I/O	ST	RC0 puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1
RC1/T1OS1/CCP2	17	I/O	ST	
RC2/CCP1				RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PMW 2
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	
RC4/SD1/SDA				RC2 puede ser una entrada de captura y comparación o salida PWN
RC5/SD0	23	I/O	ST	
RC6/Tx/CK	24	I/O	ST	RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C
RC7/RX/DT	25	I/O	ST	
	26	I/O	ST	RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C
				RC5 puede ser la salida de datos SPI
				RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono.
				RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos
RD0/PSP0				PORTD es un puerto bidireccional paralelo
RD1/PSP1	19	I/O	ST/TTL	
RD2/PSP2	20	I/O	ST/TTL	
RD3/PSP3	21	I/O I/O I/O I/O	ST/TTL	
RD4/PSP4	22	I/O I/O	ST/TTL	
RD5/PSP5	27		ST/TTL	
RD6/PSP6	28		ST/TTL	
RD7/PSP7	29		ST/TTL	

	30		ST/TTL	
REO/RD/AN5	8	I/O	ST/TTL	<p>PORTE es un puerto I/O bidireccional</p> <p>REO: puede ser control de <u>lectura</u> para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5</p> <p>RE1: puede ser <u>escritura</u> de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6</p> <p>RE2: puede ser el selector de control para el <u>puerto paralelo</u> esclavo o la entrada analógica 7.</p>
RE1/WR/AN	9	I/O	ST/TTL	
RE2/CS/AN7	10	I/O	ST/TTL	
Vss	12. 31	P	-	Referencia de <u>tierra</u> para los pines lógicos y de I/O
Vdd	11. 32	P	-	Fuente positiva para los pines lógicos y de I/O
NC	-	-	-	No está conectado internamente

2. ANEXO 2: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC 16F877A

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

3. ANEXO 3: INSTRUCCIONES RISC

Mnemonic, Operands	Description	Cycles	14-Bit Opcode			Status Affected	Notes		
			MSb	LSb					
BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z	1,2
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z	2
CLRW	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z	
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z	1,2
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z	1,2
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff		1,2,3
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z	1,2
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff		1,2,3
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z	1,2
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z	1,2
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff		
NOP	-	No Operation	1	00	0000	0xx0	0000		
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C	1,2
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C	1,2
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C,DC,Z	1,2
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff		1,2
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z	1,2
BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS									
BCF	f, b	Bit Clear f	1	01	00bb	bfff	ffff		1,2
BSF	f, b	Bit Set f	1	01	01bb	bfff	ffff		1,2
BTFSC	f, b	Bit Test f, Skip if Clear	1(2)	01	10bb	bfff	ffff		3
BTFSS	f, b	Bit Test f, Skip if Set	1(2)	01	11bb	bfff	ffff		3
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS									
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
ANDLW	k	AND literal with W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z	
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk		
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	00	0000	0110	0100	TO,PD	
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk		
IORLW	k	Inclusive OR literal with W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z	
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk		
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001		
RETLW	k	Return with literal in W	2	11	01xx	kkkk	kkkk		
RETURN	-	Return from Subroutine	2	00	0000	0000	1000		
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO,PD	
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C,DC,Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z	

Note 1: When an I/O register is modified as a function of itself (e.g., MOVF PORTB, 1), the value used will be that value present on the pins themselves. For example, if the data latch is '1' for a pin configured as input and is driven low by an external device, the data will be written back with a '0'.

- 2: If this instruction is executed on the TMR0 register (and, where applicable, d = 1), the prescaler will be cleared if assigned to the Timer0 Module.
- 3: If Program Counter (PC) is modified or a conditional test is true, the instruction requires two cycles. The second cycle is executed as a NOP.

4. ANEXO 4: PROGRAMA FUENTE

The screenshot shows the mikroBasic compiler for PIC interface. The main window displays the source code for 'MICROS3punto2.pbas'. The code consists of a series of dimensioned variables (DIM) and a main routine.

```

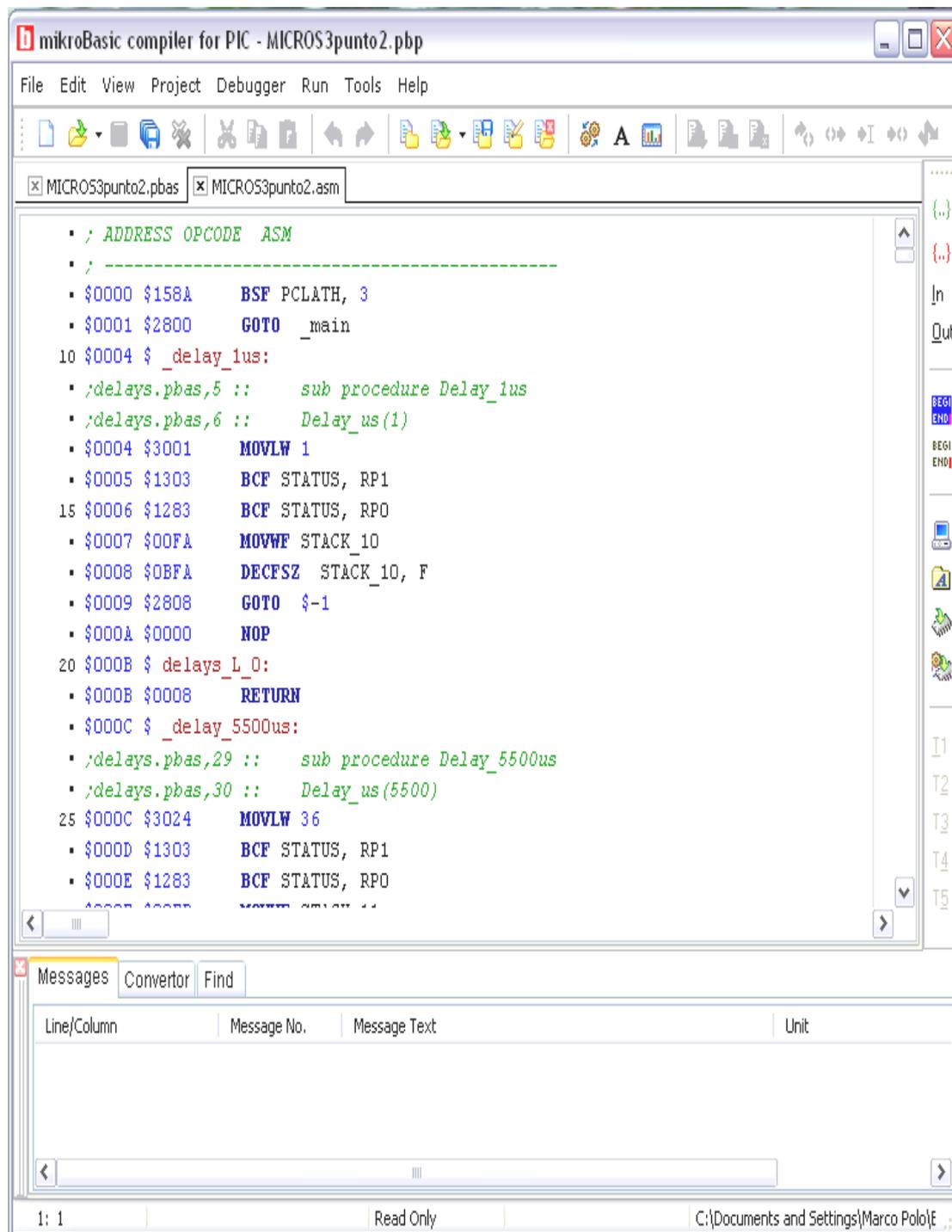
1 program MICROS3punto2
  • DIM KEYBOARD AS BYTE
  • DIM MENUS AS INTEGER
  • DIM KP AS BYTE
5 DIM X AS BYTE
  • DIM TIEMPO AS LONGINT
  • DIM PULSOS AS BYTE
  • DIM ESTADO AS BYTE
  • DIM REVISION AS BYTE
10 DIM INTENTOS AS BYTE
  • DIM ALARMA AS BYTE
  • DIM REPETICION AS BYTE
  • DIM FLASH AS BYTE[6]
  • DIM CLAVE AS BYTE
15 DIM CAMBIO AS BYTE
  • DIM CLAVENUEVA AS BYTE
  • DIM CLAVENUEVA1 AS BYTE
  • DIM COMPROBACION AS BYTE
  • DIM TIEMPOESPERA AS LONGINT
20 DIM CAMBIOESTADO AS BYTE
  • DIM CAMBIOCLAVE AS BYTE
  • main:
  
```

Below the code editor, the 'Messages' window is open, showing the results of the compilation:

Line/Column	Message No.	Message Text	Unit
0:0	S-100	Success (Release build)	
0:0	W-101	Used ROM: 2764 (33%)	Used RAM: 91 (24%)
0:0	W-102	Free ROM: 5427 (67%)	Free RAM: 277 (76%)

The status bar at the bottom indicates the current line is 1:1, the mode is 'Insert', and the file is 'Compiled'.

5. ANEXO 5: LENGUAJE ASSEMBLER



6. ANEXO 6: PROGRAMA DEL PIC Y COMENTARIOS

```

program MICROS4punto1           'Nombre del programa'

DIM KEYBOARD AS BYTE           'Empieza la declaración de variables'

DIM MENUS AS INTEGER           'Declaración de variable como entero'

DIM KP AS BYTE                  'Declaración variable Byte 8bits 0-255'

DIM X AS BYTE                   'Declaración LONGINT 32bits -2147483648 – 2147483647'

DIM TIEMPO AS LONGINT

DIM PULSOS AS BYTE

DIM ESTADO AS BYTE

DIM REVISION AS BYTE

DIM INTENTOS AS BYTE

DIM ALARMA AS BYTE

DIM REPETICION AS BYTE

DIM FLASH AS BYTE[6]           'Declaración de un Arreglo de 6 Bytes '

DIM CLAVE AS BYTE

DIM CAMBIO AS BYTE

DIM CLAVENUEVA AS BYTE

DIM CLAVENUEVA1 AS BYTE

DIM COMPROBACION AS BYTE

DIM TIEMPOESPERA AS LONGINT

DIM CAMBIOESTADO AS BYTE

DIM CAMBIOCLAVE AS BYTE       'Termina la declaración de variables'

main:                           'Empieza el programa'

X=1                              'Se fijan los valores iniciales de las variables'

PULSOS=1

KEYBOARD=0

```

```

MENUS=1
REVISION=1
TIEMPO=0
INTENTOS=49
ESTADO=0
CLAVE=0
CAMBIO=0
CLAVENUEVA1=0
CLAVENUEVA=0
COMPROBACION=0
REPETICION=0
CAMBIOESTADO=0
TIEMPOESPERA=0
CAMBIOCLAVE=0
trisa=%00110011           'Se establece los pines de entrada y salida'
trise=0
porta=0
porte=0
adcon1=$06                'Fija los pines del puerto A como digitales'
Lcd_Init(PORTB)           'Habilita el puerto B para conexión de display'
Lcd_Cmd(LCD_CLEAR)       'Deja la pantalla del display en blanco'
Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF)  'Apaga el último caracter al final del mensaje en el display'
Keypad_Init(PORTC)       'Habilita el puerto C para conectar un teclado'
INICIO:                   'Subrutina creada para dar un salto'
IF (PORTA.5=0) THEN      'Evalúa la condición del pin 5 del puerto A'
GOTO ACTIVADO            'Hace un salto a otra subrutina del programa'
END IF

```

```

IF ((ESTADO=1)AND((PORTA.0=0)OR(PORTA.1=0)OR(PORTA.4=0))) THEN
    GOTO ACTIVADO
END IF
TIEMPOESPERA=TIEMPOESPERA+1          'Hace un incremento de la variable'
IF MENUS=1 THEN                        'Evalúa la condición de la variable'
    X=1
    PULSOS=1
    TIEMPO=TIEMPO+1
    IF TIEMPO=40000 THEN
        LCD_OUT(1,1,"HECHO POR:  ")    'Muestra en display el texto linea 1'
        Lcd_OUT(2,1,"MARCO VALENCIA.C") 'Muestra en display el texto linea 2'
    ELSE                                'Continúa el programa en caso de no coincidir'
        IF TIEMPO=80000 THEN
            LCD_OUT(1,1," EPN-ESFOT ")
            LCD_OUT(2,1," DIGITE SU CLAVE ")
            TIEMPO=0
        END IF
    END IF
END IF
END IF                                'Terminan los enlaces condicional'
CAMBIOCLAVE:
KP=0
kp= Keypad_Released                    'Ingresa desde teclado al dejar de presionar la
tecla'
IF KP>0 THEN
    KEYBOARD=KP                          'Traspasa valor de una variable a otra'
    MENUS=2
    TIEMPOESPERA=0

```

end IF

IF TIEMPOESPERA=140000 THEN 'Si el tiempo de espera se agota reinicia las variables'

PULSOS=1 'Reinicia los valores da cada variable'

X=1

TIEMPOESPERA=0

MENUS=1

INTENTOS=49

CAMBIO=0

REVISION=1

CAMBIOCLAVE=0

CLAVENUEVA=0

CLAVENUEVA1=0

COMPROBACION=0

CLAVE=0

GOTO INICIO

END IF

IF ((MENUS=2)AND(PULSOS<7)) THEN 'Evalúa dos variables al mismo TIEMPO'

IF X=1 THEN 'Borra caracteres del display'

LCD_CMD(LCD_CLEAR)

LCD_OUT(1,1,"INGRESANDO CLAVE")

END IF

LCD_OUT(2,X,"")

LCD_OUT_CP("***")

KEYBOARD=KEYBOARD+48

DELAY_MS(200) 'Temporiza la captura de un valor desde el teclado'

IF CLAVENUEVA=1 THEN

EEPROM_WRITE(X+10,KEYBOARD) 'Escribe el valor de KEYBOARD en EEPROM'

```

END IF
IF CLAVENUEVA1=1 THEN                                'Reingresa un valor de CLAVE aceptado'
  IF KEYBOARD=EEPROM_READ(X+10) THEN
    FLASH[X]=KEYBOARD
  ELSE
    REVISION=0
  END IF
END IF
IF CLAVENUEVA1=0 THEN
  IF KEYBOARD=EEPROM_READ(X) THEN                    'Confirma uno a uno dígitos nueva CLAVE'
    ELSE
      REVISION=0
    END IF
  END IF
  X=X+1
  PULSOS=PULSOS+1                                    'Incrementa en una unidad el valor de la variable'
  TIEMPOESPERA=0
  MENUS=50                                           'Permite que el programa salte al inicio'
END IF
IF PULSOS=7 THEN
  IF CLAVENUEVA=1 THEN
    GOTO CONFIRMARCLAVE                              'Da el salto a una subrutina'
  END IF
  IF REVISION=1 THEN
    INTENTOS=49
    IF ((PORTA.0=1)AND(PORTA.1=1)AND(PORTA.4=1)AND(ESTADO=0)AND(CAMBIOCLAVE=0))
    THEN

```

```

LCD_OUT(2,1," ! ARMADO ! ")
PORTA.3=0                                'Enciende led y avisa activación'
ESTADO=1
CAMBIOESTADO=1
PORTA.2=1
DELAY_MS(1500)
GOTO SIGUIENTE
END IF
IF (((PORTA.0=0) OR (PORTA.1=0)OR(PORTA.4=0))AND(ESTADO=0)) THEN
    GOTO ERRORARMADO
END IF
IF ((CAMBIO=0)AND(COMPROBACION=0)AND(CAMBIOESTADO=1)AND(ESTADO=1)) THEN
    LCD_OUT(2,1," ! DESARMADO ! ")
    CAMBIOESTADO=0
    PORTA.2=0                                'Apaga led avisa desactivación'
    PORTA.3=1
    INTENTOS=49
    ESTADO=0
    DELAY_MS(1500)
END IF
SIGUIENTE:                                'Subrutina preparada para salto'
IF CLAVENUEVA1=1 THEN
    X=1
    WHILE X<7
        EEPROM_WRITE(X,FLASH[X])
        X=X+1
    WEND

```

```
GOTO CLAVECONFIRMADA

END IF

IF CAMBIO=1 THEN

    CAMBIO=0

    GOTO CAMBIOCLAVE1

END IF

IF ESTADO=0 THEN                                     'En caso de que este el sistema desarmado'

    KP=0

    DELAY_MS(2000)

    KP=KEYPAD_READ

    IF KP>0 THEN

        CLAVE=KP

        IF CLAVE=9 THEN

            DELAY_MS(50)

            LCD_CMD(LCD_CLEAR)

            LCD_OUT(1,1,"CAMBIO DE CLAVE!")

            DELAY_MS(1500)                               'Permite retener en el display el mensaje'

            LCD_CMD(LCD_CLEAR)

            LCD_OUT(1,1," CLAVE ACTUAL???" )

            DELAY_MS(1000)

            CAMBIO=1

            X=1

            PULSOS=1

            REVISION=1

            CAMBIOCLAVE=1

            GOTO CAMBIOCLAVE

CAMBIOCLAVE1:
```

```
LCD_OUT(2,1," NUEVA CLAVE ???")
DELAY_MS(500)
X=1
PULSOS=1
REVISION=1
CLAVENUEVA=1
GOTO CAMBIOCLAVE
CONFIRMARCLAVE:
LCD_CMD(LCD_CLEAR)
LCD_OUT(1,1,"REINGRESE CLAVE!")
DELAY_MS(500)
X=1
PULSOS=1
REVISION=1
CLAVENUEVA1=1
CLAVENUEVA=0
COMPROBACION=1
GOTO CAMBIOCLAVE
CLAVECONFIRMADA:
LCD_OUT(2,1,"!CLAVE CAMBIADA!")
DELAY_MS(1500)
CLAVENUEVA1=0
CAMBIO=0
MENUS=1
REVISION=1
PULSOS=1
KEYBOARD=0
```

```
    INTENTOS=49
    CLAVE=0
    CLAVENUEVA=0
    COMPROBACION=0
    X=1
    CAMBIOESTADO=0
    CAMBIOCLAVE=0
    GOTO INICIO
END IF
END IF
END IF
MENUS=1
GOTO INICIO
END IF
IF REVISION=0 THEN
    LCD_CMD(LCD_CLEAR)
    LCD_OUT(1,1,"CLAVE INCORRECTA")
    DELAY_MS(1500)
    IF COMPROBACION=1 THEN
        ERRORARMADO:
        LCD_OUT(2,1," ! ERROR ! ")
        INTENTOS=49
        DELAY_MS(1500)
        MENUS=1
        COMPROBACION=0
        X=1
        PULSOS=1
```

```
REVISION=1
CLAVENUEVA=0
CLAVENUEVA1=0
CAMBIOCLAVE=0
GOTO INICIO
END IF
LCD_CMD(LCD_CLEAR)
LCD_OUT(1,1,"INTENTOS: MAX:3")
Lcd_Chr(1,10, intentos)
DELAY_MS(1500) 'Permite retener en el display el mensaje'
INTENTOS=INTENTOS+1
REVISION=1
IF INTENTOS<52 THEN
  MENUS=1
  IF CAMBIO=1 THEN
    X=1
    PULSOS=1
    REVISION=1
    GOTO CAMBIOCLAVE
  END IF
  GOTO INICIO
ELSE
  ALARMA=1
  LCD_CMD(LCD_CLEAR)
  REPETICION=0
  WHILE REPETICION<8 'Lazo que permite reingresar hasta una valor determinado'
    ACTIVADO:
```


7. ANEXO 7: REGULADORES INTEGRADOS 7812 Y 7805

Electrical Characteristics (KA7812E/KA7812ER) (Continued)

Refer to test circuit, $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 19\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	KA7812E/ER			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	11.5	12	12.5	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 14.5\text{V to } 27\text{V}$	11.4	12	12.6		
Regline	Line Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	-	10	240	mV
			$V_I = 16\text{V to } 22\text{V}$	-	3.0	120	
Regload	Load Regulation ⁽¹¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	11	240	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	5.0	120	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.1	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	0.1	0.5	mA	
		$V_I = 14.5\text{V to } 30\text{V}$	-	0.5	1.0		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽¹²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	-	-1	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	76	-	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽¹²⁾	$f = 120\text{Hz}$ $V_I = 15\text{V to } 25\text{V}$	55	71	-	dB	
V_{Drop}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
r_O	Output Resistance ⁽¹²⁾	$f = 1\text{kHz}$	-	18	-	$\text{m}\Omega$	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽¹²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Notes:

11. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

12. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (KA7805E/KA7805ER)

Refer to test circuit, $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

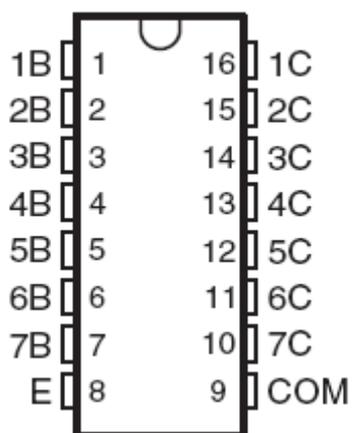
Symbol	Parameter	Conditions	KA7805E/ER			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	1.6	50	
Regload	Load Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5.0\text{mA to } 1.5\text{A}$	–	9	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4	50	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	–	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	0.3	1.3		
$\Delta V_O / \Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	–	–0.8	–	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	42	–	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62	73	–	dB	
V_{Drop}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2	–	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁾	$f = 1\text{kHz}$	–	15	–	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	–	230	–	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	2.2	–	A	

Notes:

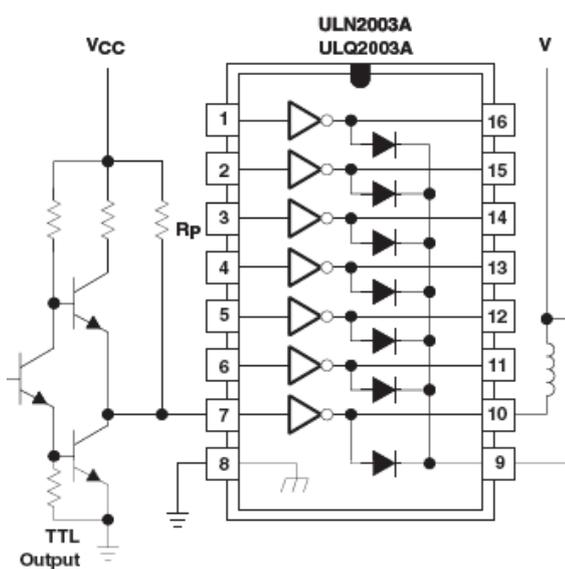
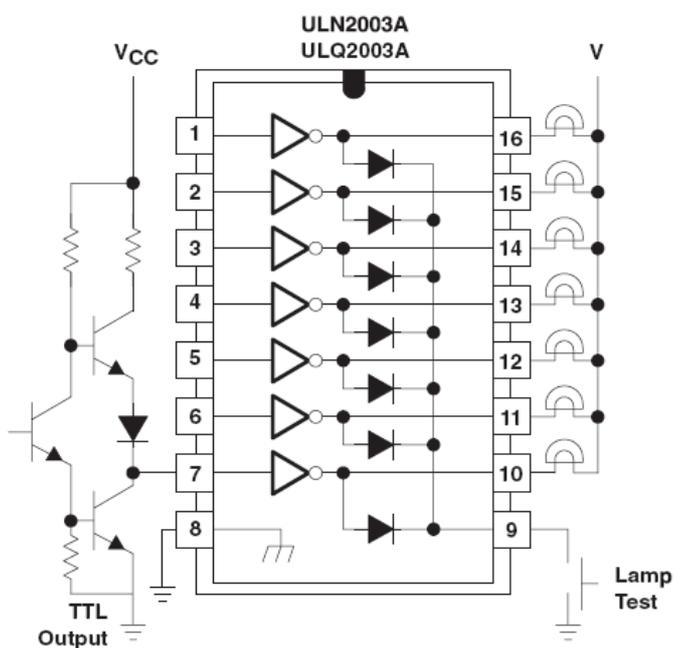
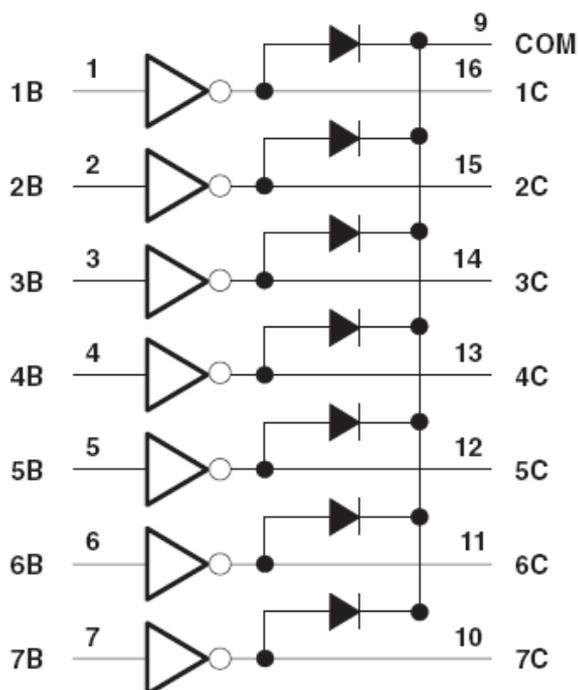
1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.
2. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

8. ANEXO 8: DRIVER ULN2003 CARACTERÍSTICAS

(TOP VIEW)



LOGIC DIAGRAM



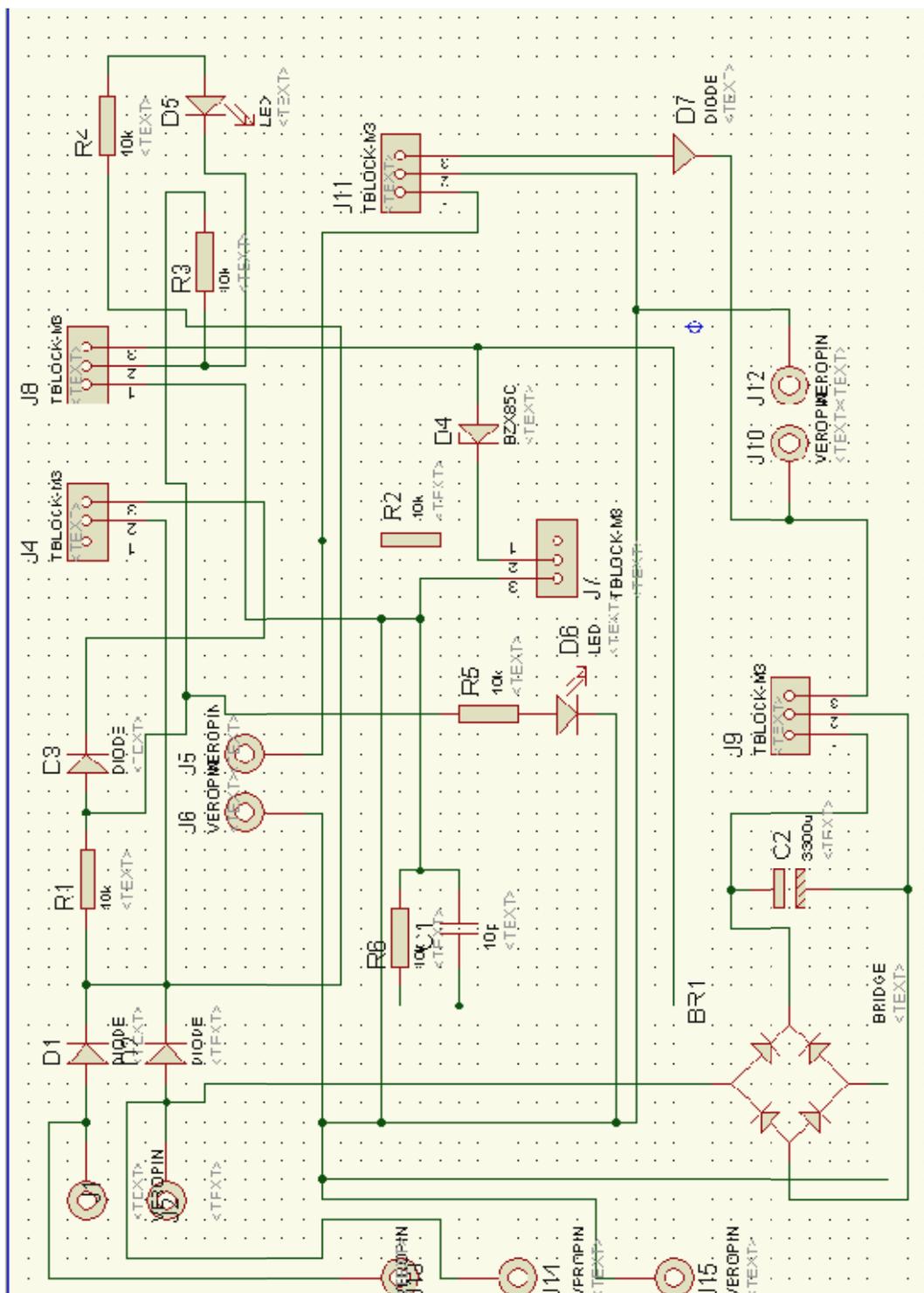
9. ANEXO 9: LISTADO DE COMPONENTES Y MATERIALES DE LA ALARMA.

- 1 Caja para módulo de alarma.
- 2 Cajas para Paneles de control.
- 6 Contactos magnéticos.
- 3 Sensores de movimiento de Rayos infrarrojos (Antimascotas).
- 1 Sirena para alarma de 120 dB.
- 1 Sirena para alarma decorativa.
- 15 Metros Cable multipar (32 hilos).
- 4 Puertos de 32 pines (Central de Alarma - Paneles de control)
- 40 Metros Cable UTP Cat 5E.
- 1 Chapa eléctrica.
- 1 Pulsador de Emergencia para Auxilio.
- 1 Pulsador para apertura de puerta.
- 1 Switch general de encendido y apagado de la alarma.
- 2 Microcontroladores 16F877A.
- 2 Sockets para microcontrolador (40 Pines).
- 2 Teclado matricial: 4 filas con 4 columnas.
- 2 Driver ULN2003.
- 4 Condensadores de 22pF.
- 2 Cristales de 20 MHz.
- 2 Placas Baquelita.

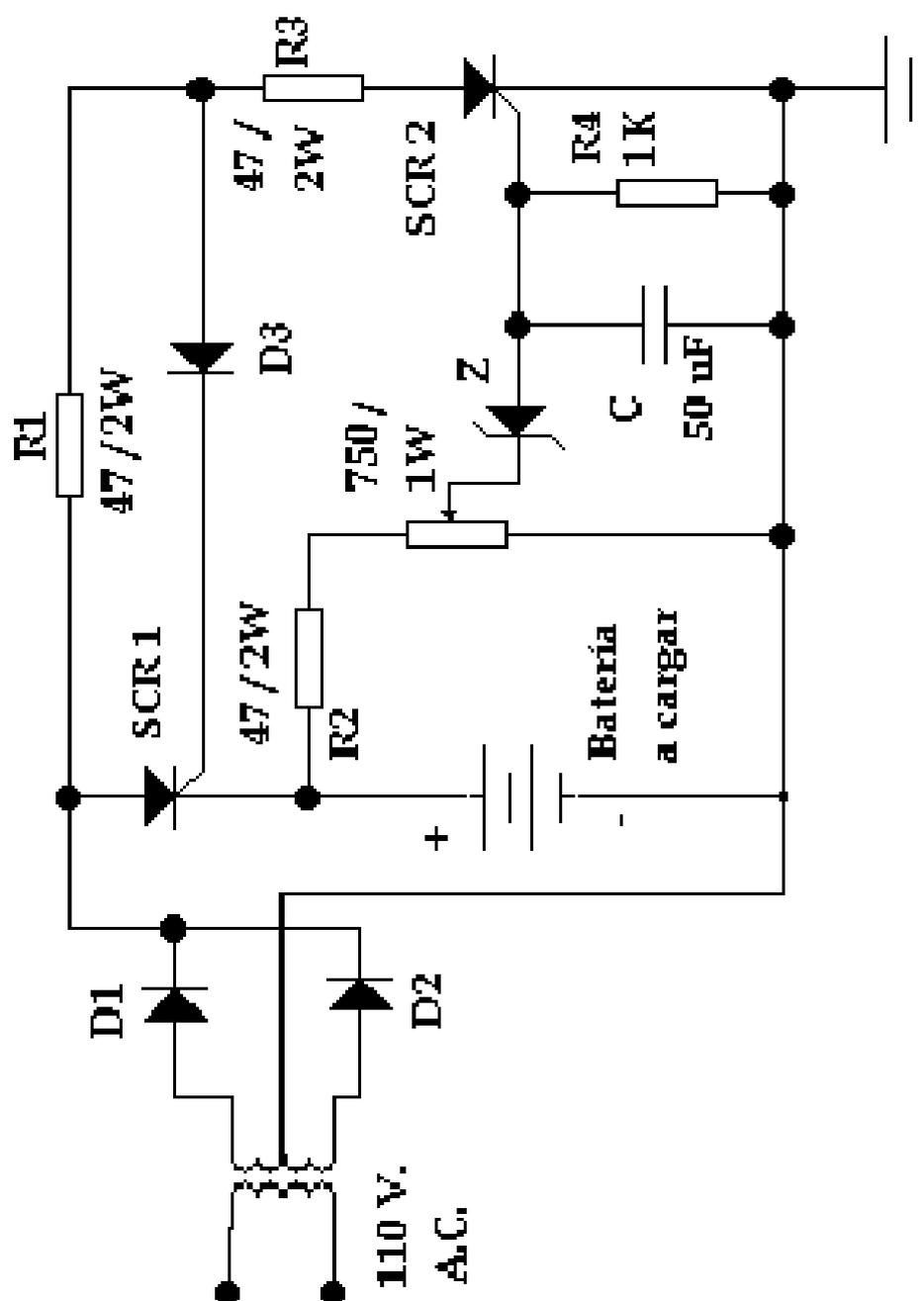
- 1 Rollo Suelda estaño.
- 1 Pasta para soldar estaño.
- 1 Cautín 20 Vatios.
- 1 Broca fina (1/32).
- 2 Relés a 12 Voltios (dos contactos).
- 26 Resistencias 5.6K Ω a ¼ Vatio.
- 2 Pantallas LCD: 16 caracteres y 2 líneas.
- 4 Resistencias 2K Ω a ¼ Vatio.
- 14 Resistencias 220 Ω a ½ Vatio.
- 4 Reguladores 7812.
- 4 Reguladores 7805.
- 2 Reguladores 7808.
- 14 Diodos Led.

10. ANEXO 10: DIAGRAMAS CIRCUITALES DE LA FUENTE / CARGADOR DE BATERÍA CON LISTADO DE COMPONENTES.

FUENTE / CARGADOR



CARGADOR



LISTA DE COMPONENTES DEL CARGADOR DE BATERÍA / FUENTE.

- Tiristores: 1 (SCR1) 2N5060, 1(SCR2) 2N5060.
- Resistores: 3 de 47Ω (ohmios), 5 watts.
- Resistor: 1 de $1K\Omega$ 1watt.
- Potenciómetro: 1 de 750Ω (ohmios), 2 watts (vatios), 1 de $1K\Omega$
- Capacitor electrolítico: 1 de 50 uF, 12 voltios o más.
- Diodo rectificador: 2 de 3A.
- Diodo rectificador: 5 1N4004.
- Diodo zener: 1 de 11 Voltios 1N4741, 1 watt.
- Transformador: 1 transformador con secundario de 12 Voltios c.a, 4 amperios.
- Regulador 7812: 2.
- Diodo Led: 1.
- Rectificador: 1 Puente RS205.

11. ANEXO 11: DIAGRAMA ELECTRÓNICO DE LA PLACA PRINCIPAL.

