

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**“CONSTRUCCIÓN E INSTALACION DE UN SISTEMA DE ACCESO
AL TALLER DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL MEDIANTE PIC,
CON CLAVE DIGITAL.”**

**“PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO
EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”**

GINA ALEXANDRA NIETO ARBOLEDA
gina_alexandra26@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PATRICIO CARRASCO MEDINA
patricio.carrasco@epn.edu.ec

Quito, Abril 2011

DECLARACIÓN

Yo, GINA ALEXANDRA NIETO ARBOLEDA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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.

**GINA ALEXANDRA
NIETO ARBOLEDA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por GINA ALEXANDRA NIETO ARBOLEDA, bajo mi supervisión.

Ing. Patricio Carrasco

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por haberme dado la oportunidad de ser alguien en la vida, por apoyarme en los buenos y malos momentos, por hacer cumplir mis metas. Ellos me han dado la fuerza de salir adelante, con sus palabras, con su fe y lo más importante porque creyeron en mí.

Gina Nieto

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi papá por su apoyo y sacrificio que ha hecho para culminar una etapa más de mi vida.

Dedico este trabajo a mi mamá que ayudo a que esta meta se cumpla, con su cariño y comprensión.

Dedico este trabajo a mi hermano por dirigirme por el buen camino, con sus consejos y sabiduría.

Dedico este trabajo a mi mejor amigo que me ha apoyado en mis estudios y que nunca me ha fallado.

Dedico este trabajo a mis primas, amigos y compañeros, que me apoyaron para que saliera adelante en mis estudios y que nunca me han fallado.

Gina Nieto

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | I |
| PRESENTACIÓN | II |
| | |
| CAPÍTULO I | I |
| 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 1 |
| 1.1 AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE ACCESO | 1 |
| 1.1.1 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA. | 1 |
| 1.1.2 SISTEMAS DE ACCESO PARA PUERTAS | 4 |
| 1.2 MANEJO DE SEÑALES ELÉCTRICAS. | 7 |
| 1.2.1 SEÑAL ELÉCTRICA | 7 |
| 1.2.2 CORRIENTE Y TENSIÓN | 7 |
| 1.2.3 INTERRUPTORES ELÉCTRICOS ESPECIALES | 8 |
| 1.2.4 CERRADURA, BRAZO HIDRAULICO | 10 |
| 1.3 DISPLAY (LCD, DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO) | 13 |
| 1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL LCD: | 14 |
| 1.3.2 DESCRIPCIÓN DE PINES: | 15 |
| 1.3.3 COMPONENTES: | 17 |
| 1.4 TECLADO MATRICIAL 4X4 | 18 |
| 1.4.1 DESCRIPCIÓN: | 18 |
| 1.4.2 FUNCIONAMIENTO: | 19 |
| 1.5 EL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A | 20 |
| 1.5.1 DESCRIPCIÓN: | 20 |
| 1.5.2 CARACTERÍSTICAS: | 21 |
| 1.5.3 PROGRAMACIÓN | 28 |

| | |
|--|-----------|
| <i>CAPÍTULO II</i> | 34 |
| <i>2. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA</i> | 34 |
| 2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES Y FUNCIONAMIENTO | 35 |
| 2.1.1 TECLADO | 36 |
| 2.1.2 MICROCONTROLADOR | 37 |
| 2.1.3 LCD GRÁFICO | 39 |
| 2.1.4 CERRADURA ELÉCTRICA | 41 |
| 2.2 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA DEL EQUIPO | 42 |
| 2.3 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR | 43 |
| 2.4 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA | 44 |
| 2.5 PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA | 53 |
| 2.6 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO | 54 |
| 2.6.1 ANÁLISIS TÉCNICO | 54 |
| 2.6.2 INVERSIÓN ECONÓMICA | 55 |
| <i>CONCLUSIONES</i> | 57 |
| <i>RECOMENDACIONES</i> | 58 |
| <i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> | 59 |
| | |
| <i>ANEXO A</i> | 61 |
| HOJAS DEL PROGRAMA DETALLADO DEL MICROCONTROLADOR. | |
| <i>ANEXO B</i> | 67 |
| DATASHEET DEL PIC 16F877A. | |
| <i>ANEXO C</i> | 83 |
| LA SEGURIDAD. | |

RESUMEN

El presente documento explica la teoría en la que se basa el proyecto así como su desarrollo y construcción, en forma detallada.

La construcción de este sistema de acceso al Taller de Mantenimiento Industrial busca automatizar y modernizar el acceso al mismo así como potenciar su seguridad, garantizando el buen estado de las instalaciones y los equipos que en éste se encuentran.

Al automatizar el acceso al taller aprovechamos la capacidad de las máquinas para que realicen las tareas anteriormente efectuadas por los seres humanos, minimizando riesgos y asegurando el acceso a usuarios autorizados.

A fin de proporcionar una mayor explicación del proyecto y facilitar su comprensión se ha distribuido el conocimiento de esta tesis en dos capítulos;

En el Capítulo 1, se ha desarrollado todos los fundamentos teóricos y conceptuales que sirvieron para la organización, planificación y desarrollo del proyecto.

Este capítulo contiene además, la descripción técnica de los equipos utilizados en su construcción, así como los parámetros técnicos específicos que fueron determinantes en la selección de estos equipos, esto a fin de optimizar el funcionamiento del sistema de acceso.

Los equipos empleados en la construcción del sistema de acceso son: el teclado matricial 4X4, el microcontrolador Pic 16F877A, el LCD de 2X16 y la cerradura eléctrica.

Las características relevantes de cada equipo son:

El teclado matricial, que es el dispositivo de entrada de datos consta de 16 teclas o pulsadores interconectados entre filas y columnas, al presionar un pulsador se conecta una fila con una columna esto identifica que tecla fue pulsada.

Este equipo se conecta con resistencias de 2 K a fin de evitar cualquier cortocircuito en el sistema.

El microcontrolador Pic 16F877A que es un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades, que requieran del procesamiento control y comunicación de datos digitales entre diferentes dispositivos, posee:

- Una memoria interna que almacena dos tipos de información, las instrucciones, del programa que se ejecuta, y los registros (los datos que el usuario maneja).

- La Unidad Lógica Aritmética (ALU), se encarga de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se le ejecute.

- Memoria del programa, esta memoria se denomina FLASH; y es aquella que donde se programa la clave, este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).

- Pines, estos se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; asumiendo las funciones de transmisión de datos, alimentación de corriente o el control de una acción específica.

Este Pic 16F877A se programan en Assembler y cada microcontrolador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo siendo de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo). De acuerdo al número de instrucciones.

Otro de los equipos utilizados en el sistema de acceso es el LCD que es un dispositivo microcontrolador de visualización gráfica, este nos permite mostrar caracteres, símbolos y dibujos facilitando así la comunicación entre las máquinas y humanos.

La cerradura eléctrica es atractiva y compacta, fabricada en acero inoxidable con prueba a los cambios de clima para ser utilizada en controladores de uso rudo, para áreas de mayor seguridad. Funciona con 0.27 A de corriente continua y con 12 V.

En el Capítulo 2 se analiza como la tecnología ha ido evolucionando en nuestro diario vivir desarrollado nuevos sistemas electrónicos que mejoran nuestra condición de vida.

Cabe resaltar que de manera general el proceso de funcionamiento electrónico del sistema de acceso, el cual consiste en ingresar datos a través del teclado para seleccionar las diferentes opciones disponibles las que serán ejecutadas en el microcontrolador y luego serán visualizadas en la pantalla de cristal líquido, si estos datos ingresados son correctos entonces la cerradura eléctrica se abrirá, caso contrario en la pantalla se observara la frase error.

La ventaja fundamental de la clave de acceso es que puede ser cambiada las veces que el usuario lo desee, a diferencia de una llave manual la cual para ser cambiada debe ser sacada y luego modificada por el correspondiente técnico.

Ya con la idea general del funcionamiento del sistema se especifica su construcción y se detallada técnicamente su funcionamiento atreves de diagramas y esquemas de interconexión entre los diversos elementos que constituyen el sistema.

Como proceso de validación general del sistema se realizaron las diferentes pruebas y análisis técnico los mismo que se detallan hábilmente.

Finalmente se incluye el costeo general del sistema de acceso a fin de poder evaluar el costo de beneficio y visualizar el costo final del mismo.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tiene contenido de la construcción de un equipo dirigido al área de la seguridad, que controla el acceso mediante el ingreso de una clave por teclado, tiene menús desplegados en un LCD y activa la chapa eléctrica para permitir el ingreso a personal autorizado. Este equipo es completamente visual, ya que cuenta con un LCD, que facilita el manejo del equipo.

Este equipo está construido con la finalidad de tener un acceso automatizado a nuestra casa, nuestra oficina y en este caso en particular para el ingreso al laboratorio. Aplicando tecnología hemos logrado que para el ingreso no sea necesario andar a llevar una llave, que se nos puede perder o dañar y más bien con recordar una clave podemos ingresar, para este caso solo utilizamos nuestra memoria y no dependemos de ningún dispositivo físico.

La utilidad de la construcción de este sistema se centra en el ingreso de una clave, la cual a diferencia de utilizar una llave física, es que esta clave de acceso puede ser fácilmente modificable, más no en el caso de querer cambiar las claves de la cerradura para modificar la llave física, lo cual implica sacar la chapa y llevarla donde alguien que sepa hacer este procedimiento. La clave de este sistema se puede cambiar cotidianamente dependiendo de las necesidades del usuario y así mejorando su seguridad de gran manera con este gran beneficio que nos presenta este equipo.

En la construcción de este sistema involucran muchos conocimientos de la utilización de teclados matriciales, pantallas LCD, manejo de los interruptores eléctricos y utilización de los microcontroladores PIC.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 AUTOMATIZACIÓN Y SISTEMAS DE ACCESO¹

La automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano.

1.1.1 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA.

Muchas industrias están muy automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones, y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente. También los ferrocarriles están controlados por dispositivos de señalización automáticos, que disponen de sensores para detectar los convoyes que atraviesan determinado punto. De esta manera siempre puede mantenerse un control sobre el movimiento y ubicación de los trenes.

¹ Enciclopedia Encarta 2009

No todas las industrias requieren el mismo grado de automatización. La agricultura, las ventas y algunos sectores de servicios son difíciles de automatizar. Es posible que la agricultura llegue a estar más mecanizada, sobre todo en el procesamiento y envasado de productos alimenticios. Sin embargo, en muchos sectores de servicios, como los supermercados, las cajas pueden llegar a automatizarse, pero sigue siendo necesario reponer manualmente los productos en las estanterías.

El concepto de automatización está evolucionando rápidamente, en parte debido al desarrollo tecnológico y a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector como entre las industrias.

Por ejemplo, el sector petroquímico ha desarrollado el método de flujo continuo de producción, posible debido a la naturaleza de las materias primas utilizadas. En una refinería, el petróleo crudo entra por un punto y fluye por los conductos a través de dispositivos de destilación y reacción, a medida que va siendo procesado para obtener productos como la gasolina y el fuel. Un conjunto de dispositivos controlados automáticamente, dirigidos por microprocesadores y controlados por una computadora central, controla las válvulas, calderas y demás equipos, regulando así el flujo y las velocidades de reacción.

Por otra parte, en las industrias metalúrgicas, de bebidas y de alimentos envasados, algunos productos se elaboran por lotes. Por ejemplo, se carga un horno de acero con los ingredientes necesarios, se calienta y se produce un lote de lingotes de acero. En esta fase, el contenido de automatización es mínimo. Sin embargo, a continuación los lingotes pueden procesarse automáticamente como láminas o dándoles determinadas formas estructurales mediante una serie de rodillos hasta alcanzar la configuración deseada.

Los sectores de automoción y de otros productos de consumo utilizan las técnicas de producción masivas de la fabricación y montaje paso a paso. Esta técnica se aproxima al concepto de flujo continuo, aunque incluye máquinas de

transferencia. Por consiguiente, desde el punto de vista de la industria del automóvil, las máquinas de transferencia son esenciales para la definición de la automatización.

Cada una de estas industrias utiliza máquinas automatizadas en la totalidad o en parte de sus procesos de fabricación, como se puede apreciar en la figura 1.1. Como resultado, cada sector tiene un concepto de automatización adaptado a sus necesidades específicas.

En casi todas las fases del comercio pueden hallarse más ejemplos. La propagación de la automatización y su influencia sobre la vida cotidiana constituye la base de la preocupación expresada por muchos acerca de las consecuencias de la automatización sobre la sociedad y el individuo.



Figura 1.1: Automatización.
[Enciclopedia Encarta 2009]

1.1.2 SISTEMAS DE ACCESO PARA PUERTAS²

Un sistema de control de acceso físico para puertas involucra hardware y software. Consiste en implementar algún mecanismo electrónico mecánico que identifique si la persona que quiere entrar está autorizada y en base a ello otorgar acceso a alguna dependencia (permitir ingreso).

Características de los sistemas de control de acceso:

Control dependiendo de horarios y perfiles de acceso. Por ejemplo puede crear un perfil de "empleado de aseo" el cual puede hacer ingreso a sus dependencias en cierto horario, mientras que el perfil de usuario "ejecutivos administrativos" puede hacerlo en otro. Esto permite que un empleado del aseo no pueda tener acceso a una puerta de un área restringida en otro horario que no sea el que se le asignó en el sistema de control de acceso. En el anexo C, se tiene un artículo que hace referencia acerca de la seguridad.

Diversos tipos de puertas o portones. Se puede instalar los equipos de control de acceso en puertas o portones de todo tipo (puertas de vidrio, puertas de madera, puertas de aluminio, rejas, etc.)

Variados tipos de mecanismos de cierre. Puede instalar cerraduras eléctricas, cerraduras magnéticas, con pivotes, etc.)

Variados tipos de identificación. Los sistemas de control de acceso pueden funcionar con variados tipos de tecnología (tarjetas HID, tarjetas con código de barras, equipos biométricos, tarjetas de banda magnética, teclados, botoneras).

Software de control y gestión. Los equipos pueden contar con el software

²<http://www.elipse.cl/productos/control%20de%20acceso/sistema%20control%20acceso%20fisico%20puerta%20huella%20digital%20tarjetas%20proximidad.html>

asociado que permite hacer gestión sobre los accesos controlados, permitiendo mediante software habilitar o deshabilitar usuarios, además de poder hacer una gestión posterior en base a las marcas de acceso (fecha y hora).

Exportación de los datos. Las marcas de acceso por las puertas se pueden exportar a MS Excel, dbf, MS Access o txt.

Control remoto. Es posible abrir puertas desde el software (también abrir puertas desde el computador).

Todos estos equipos le darán mayor seguridad y control en áreas restringidas.

Podemos tener equipos de identificación de personal basados en:

- Identificación de huella digital (biometría),
- Tarjetas de código de barras,
- Tarjetas de banda magnética,
- Tarjetas de proximidad HID,
- Tarjetas de proximidad Mifare,
- Tarjetas de proximidad INDALA,
- Teclado para ingresar número de usuario y contraseña,

Además podemos acompañar su control de acceso con:

- Detectores de metales,
- Retenedores electromagnéticos,
- Cerraduras electromagnéticas, pivotes o destrabadores,
- Teclados para acceso,
- Lectoras de huella dactilar,
- Botones para activación de puertas,
- Verificador de rutina para vigilantes,

Algunos de los sistemas de control desarrollados en la actualidad se muestran en la figuras 1.2 a, 1.2 b, 1.2 c, 1.2 d:



Figura 1.2 a: Control de acceso para puertas
[<http://www.elipse.cl/productos>]



Figura 1.2 b: Cerradura electromagnética
[<http://www.elipse.cl/productos>]



Figura 1.2 c: Control de acceso
[<http://www.elipse.cl/productos>]

d)



Figura 1.2 d: Sistemas de acceso
[www.elipse.productos]

1.2 MANEJO DE SEÑALES ELÉCTRICAS.

1.2.1 SEÑAL ELÉCTRICA

Entenderemos por señal eléctrica a una magnitud eléctrica cuyo valor o intensidad depende del tiempo. Así, $v(t)$ es una tensión cuya amplitud depende del tiempo e $i(t)$ es una corriente cuya intensidad depende del tiempo. Por lo general se designa la palabra señal para referirse a magnitudes que varían de alguna forma en el tiempo. Interpretaremos a las magnitudes constantes como casos particulares de señales eléctricas.

1.2.2 CORRIENTE Y TENSIÓN

Los interruptores están diseñados para soportar una carga máxima, la cual se mide en amperios. De igual manera se diseñan para soportar una tensión máxima, que es medida en voltios.

Se debe seleccionar el interruptor apropiado para el uso que le vaya a dar, ya que si se sobrecarga un interruptor se está acortando su vida útil.

En la figura 1.3 podemos ver un esquema de un interruptor para alto voltaje. Algunos pueden trabajar en líneas de 800kv.

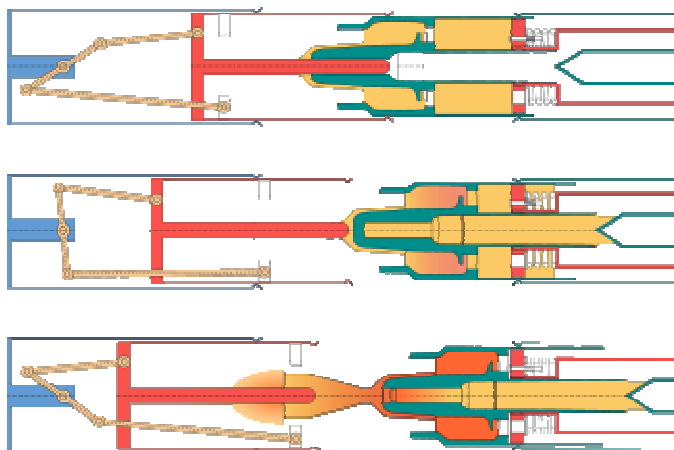


Figura 1.3: Interruptor de alto voltaje.

[<http://es.wikipedia.org>]

1.2.3 INTERRUPTORES ELÉCTRICOS ESPECIALES

A continuación se describen algunos interruptores eléctricos especiales que existen en la industria y que se pueden utilizar en los sistemas de automatización.

El Interruptor magneto térmico o Interruptor automático incluye dos sistemas de protección. Se apaga en caso de cortocircuito o en caso de sobre carga de corriente. Se utiliza en los cuadros eléctricos de viviendas, comercios o industrias para controlar y proteger cada circuito individualmente.

Reed switch es un interruptor encapsulado en un tubo de vidrio al vacío que se activa al encontrar un campo magnético.

Interruptor centrífugo se activa o desactiva a determinada fuerza centrífuga. Es usado en los motores como protección.

Interruptores de transferencia trasladan la carga de un circuito a otro en caso de falla de energía. Utilizados tanto en subestaciones eléctricas como en industrias.

Interruptor DIP viene del inglés "dual in-line package" en electrónica y se refiere a una línea doble de contactos. Consiste en una serie de múltiples micro interruptores unidos entre sí.

Hall-effect switch también usado en electrónica, es un contador que permite leer la cantidad de vueltas por minuto que está dando un imán permanente y entregar pulsos.

Interruptor inercial (o de aceleración) mide la aceleración o desaceleración del eje de coordenadas sobre el cual esté montado. Por ejemplo los instalados para disparar las bolsas de aire de los automóviles. En este caso se deben instalar laterales y frontales para activar las bolsas de aire laterales o frontales según donde el auto reciba el impacto.

Interruptor de membrana (o burbuja), generalmente colocados directamente sobre un circuito impreso. Son usados en algunos controles remotos, los paneles de control de microondas, etc.

Interruptor de nivel, usado para detectar el nivel de un fluido en un tanque.

Sensor de flujo es un tipo de interruptor que formado por un imán y una red switch.

Interruptor de mercurio usado para detectar la inclinación. Consiste en una gota de mercurio dentro de un tubo de vidrio cerrado herméticamente, en la posición correcta el mercurio cierra dos contactos de metal.

Interruptor diferencial o disyuntor, dispositivo electromecánico para equipos eléctricos que protege a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento.

1.2.4 CERRADURA ELÉCTRICA, BRAZO HIDRAÚLICO

En las figuras 1.4. 1.5 se puede apreciar la cerradura eléctrica.

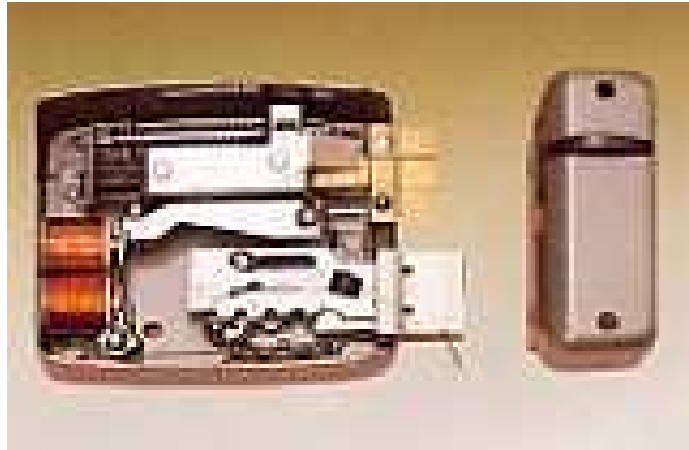


Fig. 1.4: Interruptor eléctrico



Figura 1.5: Cerradura eléctrica.

[<http://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria/ferreteria/herrajes/cerradura-electrica-12-voltios>]

Cerraduras eléctricas.

A continuación se lista las cerraduras eléctricas más comunes:

- Cerradura eléctrica simple para madera con botón
- Cerradura eléctrica simple y tambor para reja
- Cerradura eléctrica doble seguro y tambor con botón para madera
- Cerradura eléctrica doble seguro y tambor para reja
- Cerradura eléctrica invertida para madera con botón
- Cerradura eléctrica invertida y tambor para reja

En la figura 1.6: Se muestra una parte de una cerradura eléctrica.



Figura 1.6: Interruptor eléctrico.

[<http://www.sedint.com.mx>]

Tipos de cerraduras eléctricas.

- Cerradura eléctrica para marco grueso
- Cerradura eléctrica para marco delgado
- Cerradura eléctrica con pestillo automático

Cerradura Electromagnética.

Atractiva y compacta cerradura electromagnética, como se aprecia en la figura 1.7 fabricada en acero inoxidable a prueba de los cambios del clima para ser utilizada en controladores de acceso de uso rudo, para áreas de mayor seguridad. No cuenta con partes móviles.

Estas cerraduras funcionan con 0.27 A o 0.53 A de corriente continua, 12 ó 24 voltios. Por el avance de sus componentes electrónicos internos patentados, se garantiza una compatibilidad universal con otros sistemas de acceso y salida.



Figura 1.7: Cerradura electromagnética.

[<http://www.sedint.com.mx>]

Alta seguridad

Cerradura de 12v para apertura de puertas y control de acceso. Ver la figura 1.8.



Figura 1.8: Electroimán para puerta 1200 libras
[<http://www.sedint.com.mx>]

1.3 DISPLAY (LCD, DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO)³

La pantalla de cristal líquido es uno de los visualizadores más utilizados en la actualidad debido a las importantes ventajas que ofrece, por ejemplo permiten mostrar mensajes que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc.

³ [http:// www.scribd.com/doc/6660774/LCD-2x16](http://www.scribd.com/doc/6660774/LCD-2x16)

Es decir que permite la comunicación entre máquinas y humanos, ya que los mensajes que se visualizan en la pantalla del LCD pueden mostrar cualquier código ASCII, introduciendo el código correspondiente de cada uno de los caracteres a visualizar.

En el mercado existen varias presentaciones por ejemplo de 2 líneas por 8 caracteres, 2X16, 2X20, 4X20, etc. A pesar de que la variedad de modelos del LCD es muy grande, las líneas necesarias para su conexión y control son prácticamente las mismas.

Para la visualización del proyecto se utiliza un LCD 2X16 como se muestra en la figura 1.9 y a continuación se indica sus aspectos más importantes.



Figura 1.9: LCD 2X16
[<http://www.zonemicro.ca>]

1.3.1 DESCRIPCIÓN DEL LCD:

La pantalla LCD (Liquid Crystal Display) es un dispositivo microcontrolador de visualización gráfico para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos, en este caso disponen de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (pixels), aunque los hay de otro número de filas y caracteres.

Este dispositivo está gobernado internamente por un microcontrolador Hitachi 44780 y regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente utilizado.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DE PINES.⁴

En la Figura tabla 1.11: Se puede visualizar la distribución de pines del LCD 2x16, y en la tabla 1.1 La función que cumple cada pin.

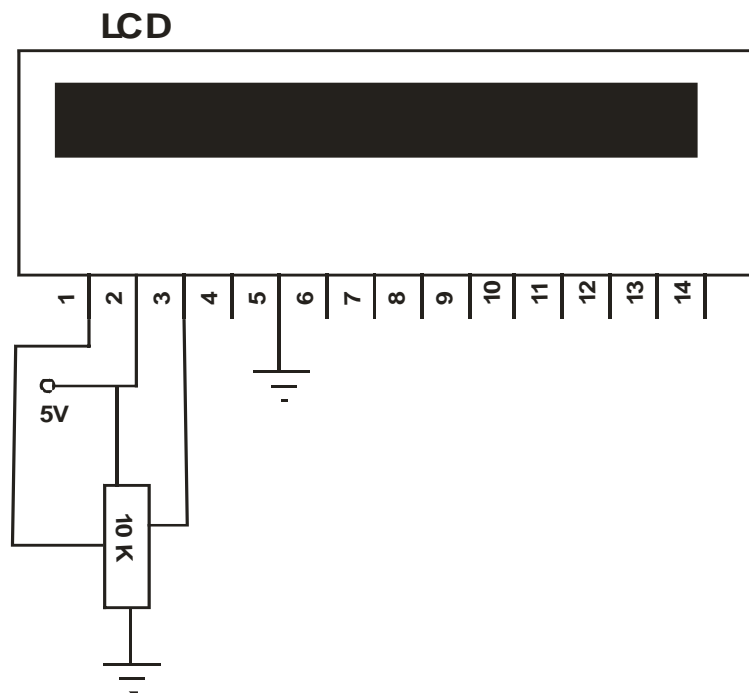


Figura 1.11 Distribución de pines del LCD 2x16
[Diseñado en Eagle]

⁴ <http://emigpe.wordpress.com/2009/10/15/herramientas-del-sistema/>

| PIN | SIMBOLO | DESCRIPCION |
|------------|-----------------------|---|
| 1 | V_{ss} | Tierra de alimentación GND |
| 2 | V_{dd} | Alimentación de +5 Vcc |
| 3 | V_o | Ajuste del contraste del cristal líquido (oa +5V) |
| 4 | R_s | Selección del Registro controlados RS=0 reg. Control RS=1 |
| 5 | R/W | Lectura / Escritura en LCD R/W=0 escritura R/W=1 |
| 6 | E | Habilitación |
| 7 | D0 | Bit menos significativo (bus de datos bidireccional) |
| 8 | D1 | |
| 9 | D2 | |
| 10 | D3 | |
| 11 | D4 | |
| 12 | D5 | |
| 13 | D6 | |
| 14 | D7 | Bit más significativo (bus de datos bidireccional) |

Tabla 1.1: Función de cada pin del LCD

Características principales

- Pantalla de caracteres ASCII.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits.

Funcionamiento

Para comunicarse con la pantalla LCD podemos hacerlo por medio de sus pines de entrada de dos maneras posibles, con bus de 4 bits o con bus de 8 bits, estos dos se diferencian en el tiempo de retardo, pues la comunicación a 4 bits, primero

envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que la de 8 bits envía todo al mismo tiempo, esto no es un inconveniente si consideramos que el LCD trabaja en microsegundos (μs).

Para la aplicación del proyecto se utiliza la conexión de 4 bits más altos de LCD, con esto es suficiente para enviar los mensajes.

1.3.3 COMPONENTES:⁵

Pantalla de cristal líquido Twisted Nematic (TN).

Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.

Substrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.

Cristales líquidos "Twisted Nematic" (TN).

Substrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.

Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.

Superficie reflectante para enviar/devolver la luz al espectador. En un LCD retroiluminado, esta capa es reemplazada por una fuente luminosa.

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/LCD>

En la figura 1.12, se aprecian las capas de cristales que tiene un LCD.

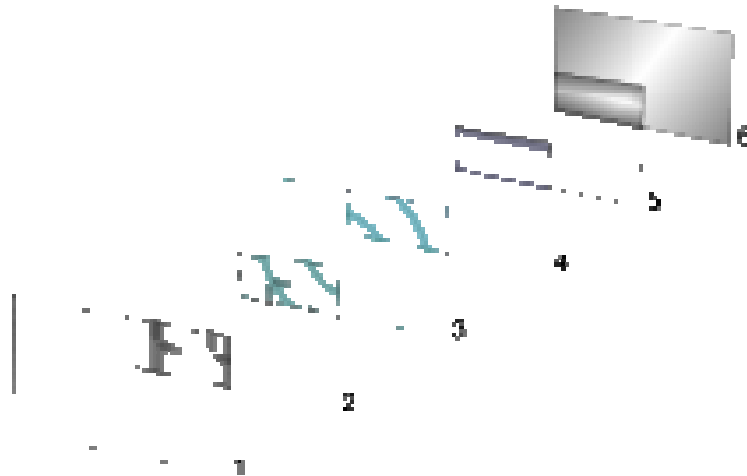


Figura 1.12: Componentes de una pantalla LCD.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/LCD>]

1.4 TECLADO MATRICIAL 4X4⁶

1.4.1 DESCRIPCIÓN:

Dispositivo de entrada de datos que consta de 16 teclas o pulsadores, dispuestos e interconectados en filas y columnas, como observamos en la figura 1.13. Dispone de un conector SIL (Single In Line) macho de 8 pines que se corresponden con las 4 filas y las cuatro columnas de las que dispone.

⁶ <http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>

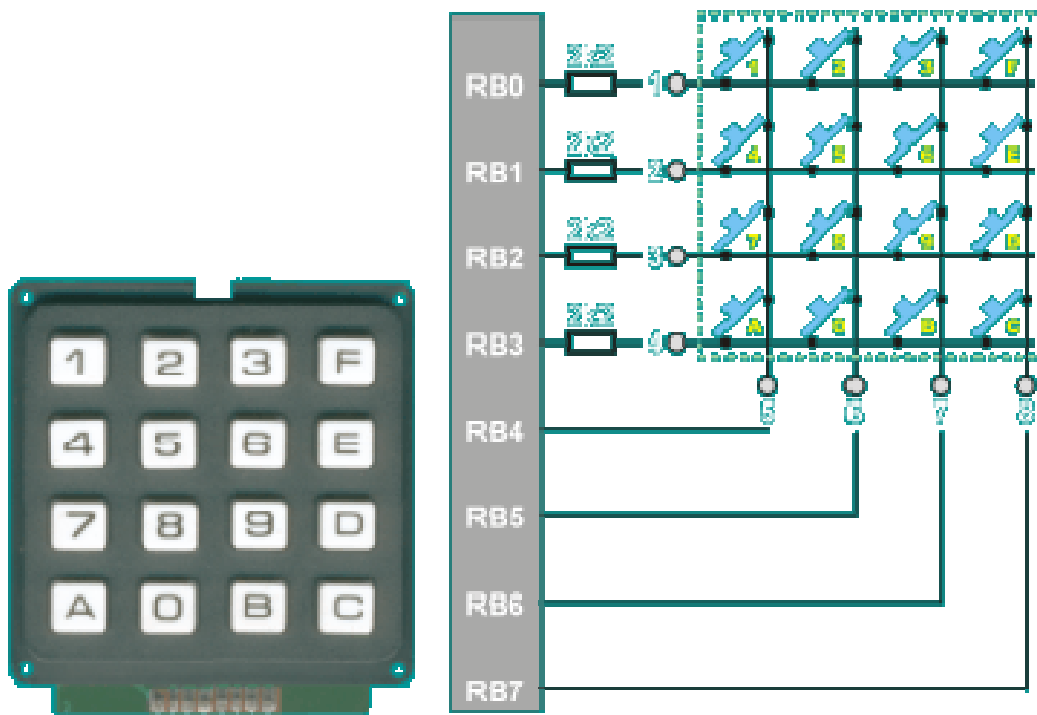


Figura 1.13: Teclado matricial y esquema.

[<http://www.ehu.es/micros-virtual/unidad14/index.htm>]

1.4.2 FUNCIONAMIENTO:

En la figura 1.13 vemos el esquema de conexión interna del teclado matricial y sus correspondientes pines de salida numerados de izquierda a derecha mirando el teclado tal y como se ve en la foto de la figura 1.13. Cuando se presiona un pulsador se conecta una fila con una columna, teniendo en cuenta este hecho es muy fácil averiguar que tecla fue pulsada. También podemos ver la conexión típica con el puerto B del PIC.

Las resistencias de 2k2 son necesarias para poder compartir el puerto del PIC independientemente del teclado y por ejemplo poder conectar un LCD o una barra de leds al mismo tiempo. Durante la fase de lectura del teclado la mitad de la puerta B es configurada como entrada y la otra mitad como lectura y durante la

escritura en el LCD u otro sistema, la puerta B es configurada como salidas.

Entonces se podrían cortocircuitar accidentalmente las salidas de los puertos provocando su destrucción, si pulsásemos alguna tecla es ese momento con lo que al poner estas resistencias evitamos este hecho y si se produjera el cortocircuito tan solo circularía una pequeña corriente y el puerto del PIC no correría ningún riesgo.

1.5 EL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A⁷

1.5.1 DESCRIPCION

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores se programan en Assembler y cada microcontrolador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el microcontrolador maneja se le denomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo).

Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/O

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC

salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten como por ejemplo: ADD, OR, AND, etc., mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

En este proyecto se utilizó el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por Microchip familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.

Amplia memoria para datos y programa.

Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).

Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo. Para mayor información se muestra el dataste del PIC en el Anexo B.

1.5.2 CARACTERÍSTICAS:

En la tabla 1.2 se pueden observar las características más relevantes del dispositivo:

| NOMBRE DEL PIN | PIN | TIPO | TIPO DE BUFFER | DESCRIPCIÓN |
|----------------|-----|------|----------------|---|
| 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 | 2 | I/O | TTL | <p>PORTA es un puerto I/O bidireccional</p> <p>RA0: puede ser salida analógica 0</p> <p>RA1: puede ser salida analógica 1</p> <p>RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje</p> <p>RA3: puede ser salida analógica 3 o referencia positiva de voltaje</p> <p>RA4: puede ser entrada de reloj el timer0.</p> <p>RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono.</p> |
| RA1/AN1 | 3 | I/O | TTL | |
| RA2/AN2/ Vref- | 4 | I/O | TTL | |
| RA3/AN3/Vref+ | 5 | I/O | TTL | |
| RA4/T0CKI | 6 | I/O | ST | |
| RA5/SS/AN4 | 7 | I/O | TTL | |
| RBO/INT | 33 | I/O | TTL/ST | <p>PORTB es un puerto I/O bidireccional. Puede ser programado todo como entradas</p> <p>RB0 puede ser pin de interrupción externo.</p> <p>RB3: puede ser la entada de programación de bajo voltaje</p> |
| RB1 | 34 | I/O | TTL | |
| RB2 | 35 | I/O | TTL | |
| RB3/PGM | 36 | I/O | TTL | |

| | | | | |
|------------------|----|-----|--------|---|
| RB4 | 37 | I/O | TTL | Pin de interrupción |
| RB5 | 38 | I/O | TTL | Pin de interrupción |
| RB6/PGC | 39 | I/O | TTL/ST | Pin de interrupción. Reloj de programación serial |
| RB7/PGD | 40 | I/O | TTL/ST | |
| RC0/T1OSO/T1CK I | 15 | I/O | ST | PORTC es un puerto I/O bidireccional RC0 puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1 |
| RC1/T1OS1/CCP2 | 16 | I/O | ST | RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PWM 2 |
| RC2/CCP1 | 17 | I/O | ST | RC2 puede ser una entrada de captura y comparación o salida PWN |
| RC3/SCK/SCL | 18 | I/O | ST | RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C |
| RC4/SD1/SDA | 23 | I/O | ST | RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C |
| RC5/SD0 | 24 | I/O | ST | RC5 puede ser la salida de datos SPI |
| RC6/Tx/CK | 25 | I/O | ST | RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono. |
| RC7/RX/DT | 26 | I/O | ST | RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos |

| | | | | |
|------------|-----------|-----|--------|---|
| RD0/PSP0 | 19 | I/O | ST/TTL | PORTD es un puerto bidireccional paralelo |
| RD1/PSP1 | 20 | I/O | ST/TTL | |
| RD2/PSP2 | 21 | I/O | ST/TTL | |
| RD3/PSP3 | 22 | I/O | ST/TTL | |
| RD4/PSP4 | 27 | I/O | ST/TTL | |
| RD5/PSP5 | 28 | I/O | ST/TTL | |
| RD6/PSP6 | 29 | I/O | ST/TTL | |
| RD7/PSP7 | 30 | I/O | ST/TTL | |
| REO/RD/AN5 | 8 | I/O | ST/TTL | PORTE es un puerto I/O bidireccional REO: puede ser control de lectura para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5 RE1: puede ser escritura de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6 RE2: puede ser el selector de control para el puerto paralelo esclavo o la entrada analógica 7. |
| RE1/WR/AN | 9 | I/O | ST/TTL | |
| RE2/CS/AN7 | 10 | I/O | ST/TTL | |
| Vss | 12. 31 | P | - | Referencia de tierra 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 |

Tabla 1.2: Características del PIC.

Descripción de los puertos:

Puerto A:

Puerto de e/s de 6 pines

RA0 è RA0 y AN0

RA1 è RA1 y AN1

RA2 è RA2, AN2 y Vref-

RA3 è RA3, AN3 y Vref+

RA4 è RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)

RA5 è RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

Puerto B:

Puerto e/s 8 pines

Resistencias pull-up programables

RB0 è Interrupción externa

RB4-7 è Interrupcion por cambio de flanco

RB5-RB7 y RB3 è programacion y debugger in circuit

Puerto C:

Puerto e/s de 8 pines

RC0 è RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).

RC1-RC2 è PWM/COMP/CAPT

RC1 è T1OSI (entrada osc timer1)

RC3-4 è IIC

RC3-5 è SPI

RC6-7 è 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 è RE0 y AN5 y Read de PPS

RE1 è RE1 y AN6 y Write de PPS

RE2 è RE2 y AN7 y CS de PPS

En la figura 1.14 se aprecia la distribución de pines del PIC 16F877A.

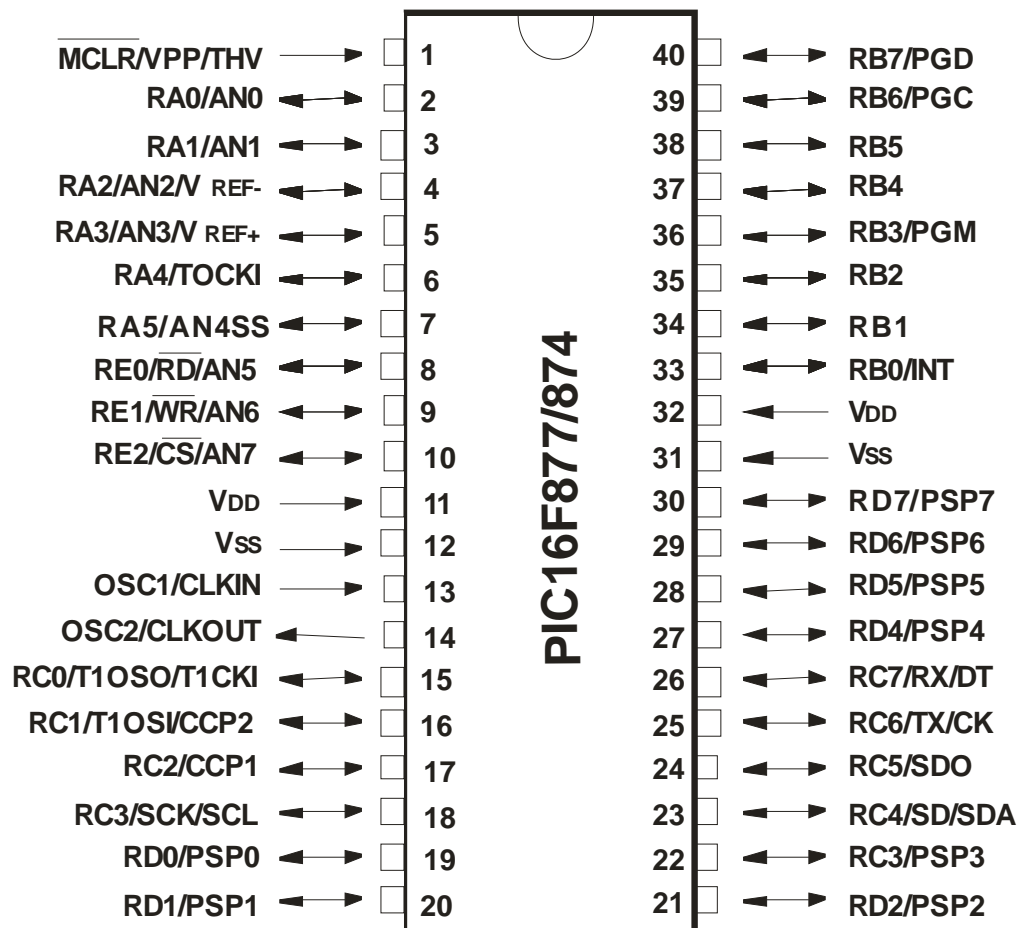
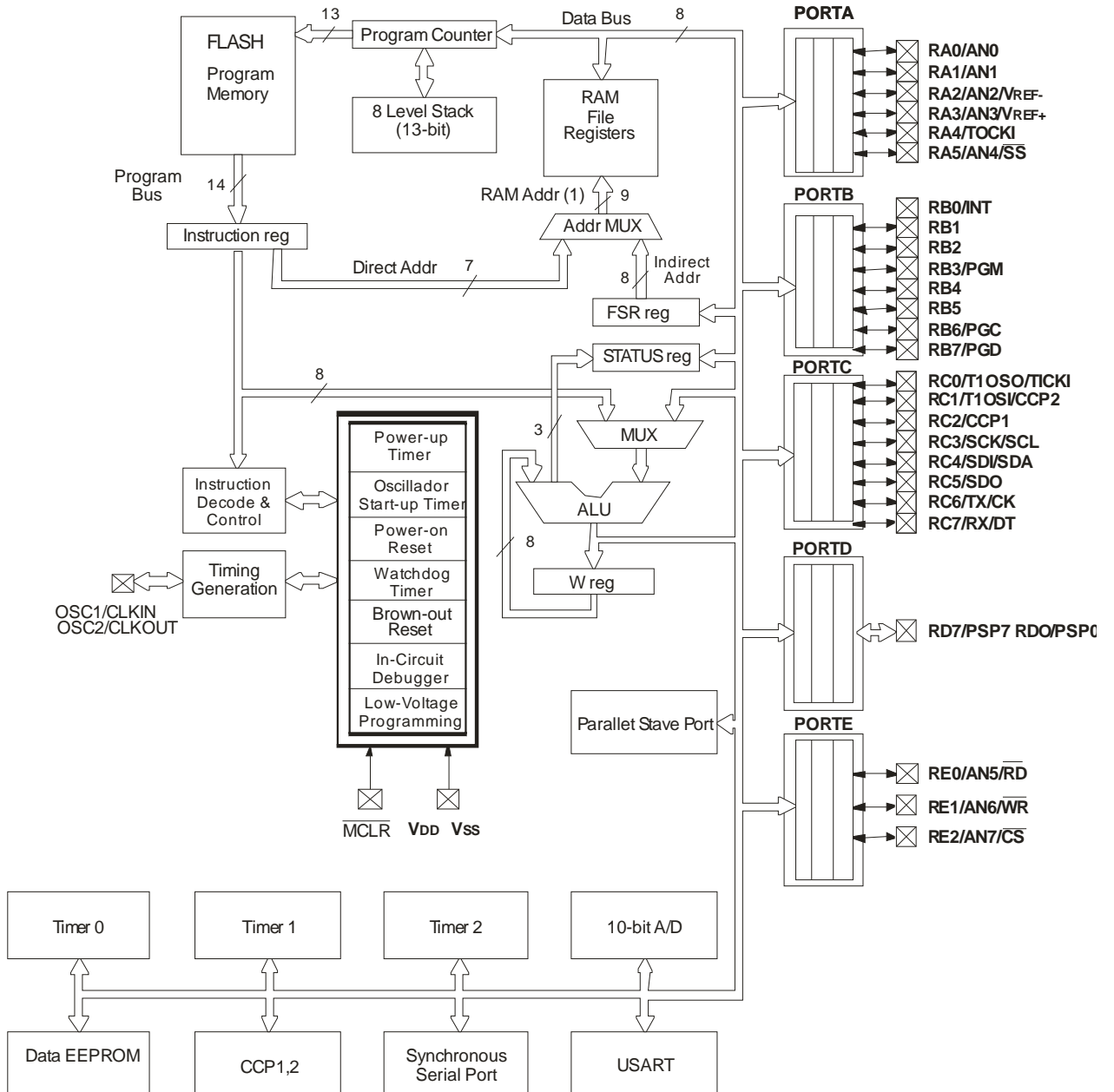


Figura 1.14: Distribución de pines del PIC 16F877A.

[Diseñado en Eagle]

En la figura 1.15, se muestra el diagrama de conexiones internas del PIC.

| 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.

Figura 1.15: Diagrama del microcontrolador PIC.

[Diseñado en Eagle]

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

1.5.3 PROGRAMACIÓN⁸

El PIC usa un juego de instrucciones tipo RISC, cuyo número puede variar desde 35 instrucciones para PICs de gama baja a 70 para los de gama alta. Las instrucciones se clasifican entre las que realizan operaciones entre el acumulador y una constante, entre el acumulador y una posición de memoria, instrucciones de condicionamiento y de salto/retorno, implementación de interrupciones y una para

⁸ Ayuda del compilador Mikrobasic

pasar a modo de bajo consumo llamada sleep.

Tenemos los siguientes términos importantes en la programación de microcontroladores:

Ensamblador. La programación en lenguaje ensamblador puede resultar un tanto ardua, pero permite desarrollar programas muy eficientes, ya que otorga el dominio absoluto del sistema. Los fabricantes suelen proporcionar el programa ensamblador de forma gratuita.

Compilador. La programación en un lenguaje de alto nivel (como el C ó el Basic) permite disminuir el tiempo de desarrollo de un producto.

Depuración: Debido a que los microcontroladores van a controlar dispositivos físicos, se necesita herramientas que permitan comprobar el buen funcionamiento del microcontrolador cuando esté conectado al resto de circuitos.

Simulador. Son capaces de ejecutar en un PC programas realizados para el microcontrolador. Los simuladores permiten tener un control absoluto sobre la ejecución de un programa, siendo ideales para la depuración de los mismos. Su gran inconveniente es que es difícil simular la entrada y salida de datos del microcontrolador. Tampoco cuentan con los posibles ruidos en las entradas, pero, al menos, permiten el paso físico de la implementación de un modo más seguro y menos costoso, puesto que ahorraremos en grabaciones de chips para las pruebas físicas.

Para transferir el código de un ordenador al PIC normalmente se usa un dispositivo llamado programador. La mayoría de PICs que Microchip distribuye hoy en día incorporan ICSP (In Circuit Serial Programming, programación serie incorporada) o LVP (Low Voltage Programming, programación a bajo voltaje), lo que permite programar el PIC directamente en el circuito destino. Para la ICSP se usan los pines RB6 y RB7 como reloj y datos y el MCLR para activar el modo programación aplicando un voltaje de unos 11 voltios.

Existen muchos programadores de PICs, desde los más simples que dejan al software los detalles de comunicaciones, a los más complejos, que pueden verificar el dispositivo a diversas tensiones de alimentación e implementan en hardware casi todas las funcionalidades.

El lenguaje que se va a utilizar es el Basic. Las variables y constantes deben ser definidas para determinar la asignación de memoria requerida. El compilador que se utiliza es el mikroBasic.

Variables⁹

Algunos tipos de variables utilizados en mikroBasic son los que podemos observar en la tabla 1.3:

| Tipo | Tamaño | Rango |
|---------|--------|--|
| Byte | 8-bit | 0 – 255 |
| char* | 8-bit | 0 – 255 |
| Word | 16-bit | 0 – 65535 |
| Short | 8-bit | -128 – 127 |
| Integer | 16-bit | -32768 – 32767 |
| Longint | 32-bit | -2147483648 – 2147483647 |
| Float | 32-bit | $\pm 1.17549435082 \cdot 10^{-38}$.. $\pm 6.80564774407 \cdot 10^{38}$ |

Tabla 1.3: Variables de programación.

⁹ CABEZAS y PAZMIÑO. Tesis de construcción de una consola, 2008.

Tipos de variables.

Los operadores nos sirven para hacer cálculos cuando los utilizamos con variables.

Operadores Matemáticos

Entre los principales operadores matemáticos están los mostrados en la tabla 1.4:

| Operador | Operación | Operandos | Resultado |
|----------|--|---|---|
| + | Adición | byte, short, integer, word, longint, float | byte, short, integer, word, longint, float |
| - | substracción | byte, short, integer, word, longint, float | byte, short, integer, word, longint, float |
| * | multiplicación | byte, short, integer, word, float | integer, word, longint, flota |
| / | división, punto flotante | byte, short, integer, word, float | byte, short, integer, word, float |
| Div | división, redondeado a entero | byte, short, integer, word, longint, float | byte, short, integer, word, longint |
| Mod | módulo, retorna el residuo entero de la división | byte, short, integer, word, longint | byte, short, integer, word, longint |

Tabla 1.4: Operadores matemáticos.

En la Tabla 1.5: Operadores Relacionadores:

| Operador | Operación |
|----------|-------------------|
| = | Igual |
| <> | Desigual |
| > | mayor que |
| < | menor que |
| >= | mayor o igual que |
| <= | menor o igual que |

Tabla 1.5: Operadores relacionadores.

Operadores Lógicos: (Mostrados en la tabla 1.6).

| Operador | Operación |
|----------|--|
| And | Compara pares de bits y genera un 1 si el resultado lógico entre ambos es 1, caso contrario genera un 0. |
| Or | Compara pares de bits y genera un 1 si el resultado lógico entre ambos bits es 1, caso contrario genera un 0. |
| Xor | Compara pares de bits y genera un 1 si el resultado entre ambos es complementario, caso contrario genera un 0- |
| Not | Invierte cada bit. |
| << | Mueve los bits a la izquierda desechando bits y asignando 0 a los bits de la derecha.. |
| >> | Mueve los bits a la derecha desechando bits y asignando 0 a los bits de la izquierda. |

Tabla 1.6: Operadores lógicos.

Las instrucciones son acciones algorítmicas dentro de un programa. Existen los siguientes tipos:

Instrucciones de asignación

Instrucciones condicionales

Instrucciones de interacción

Instrucciones de salto

Instrucciones de Asignación

Son las que evalúan una expresión y asignan este valor a una variable. Se las reconoce porque utilizan el signo “=”.

Instrucciones Condicionales

Son instrucciones que permiten seleccionar de un grupo de alternativas un valor o acción específico. Dentro de estos están el if (si) y el select case (selección de caso).

Instrucciones de Interacción

Estas permiten tener un ciclo repetitivo de instrucciones. Tenemos a for (para), while (mientras) y do (hacer)

Instrucciones de Salto

Sirven para transferir el control hacia otras instrucciones. Tenemos a break (romper), continue (continuar), exit (salir), goto (ir a), gosub (ir a subrutina).

CAPÍTULO II

2. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

La tecnología va evolucionando en nuestro diario vivir, con ello se desarrollan nuevos sistemas que mejoran nuestra condición de vida y nos ayudan en tareas cotidianas.

Con la utilización de elementos electrónicos como: transistores, resistencias, capacitores, microcontrolador PIC, etc. Se ha desarrollado este sistema.

El equipo está construido con la finalidad de tener un acceso automatizado a nuestra casa, oficina y en este caso en particular para el ingreso al taller de Mantenimiento Industrial.

Aplicando tecnología se ha logrado que para el ingreso no sea necesario andar a llevar una llave, que se nos puede perder o dañar y más bien con recordar una clave podamos ingresar, para este caso sólo utilizamos nuestra memoria y no dependemos de ningún dispositivo físico.

La utilidad de la construcción de este sistema se centra en el ingreso de una clave, la cual a diferencia de utilizar una llave física, es que esta clave de acceso puede ser fácilmente modificable, más no en el caso de querer cambiar las claves de la cerradura para modificar la llave física, lo cual implica sacar la cerradura y llevarla donde alguien que sepa hacer este procedimiento.

La clave de este sistema se puede cambiar cotidianamente dependiendo de las necesidades del usuario y así mejorando su seguridad de gran manera con este gran beneficio que nos presenta este equipo.

La clave que puede ingresarse en este equipo puede ser hasta de 16 caracteres, esto ya depende del usuario y su nivel de seguridad, ya que una clave mucho más grande brinda una mayor seguridad, al no ser fácilmente descifrable.

En la construcción de este sistema involucran muchos conocimientos de la utilización de teclados matriciales, pantallas LCD, manejo de los interruptores eléctricos y utilización de los microcontroladores PIC.

2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES Y FUNCIONAMIENTO

En figura 2.1 observamos el esquema principal del proyecto, el cual cuenta con un ingreso de datos a través del teclado, para seleccionar las diferentes opciones disponibles. La unidad central del proceso es el microcontrolador, el cual ejecuta las instrucciones de acuerdo a nuestras necesidades. El dispositivo de salida que facilita el manejo del equipo, este es el LCD gráfico, el cual muestra la información necesaria para el usuario y con el teclado se puede interactuar con la persona que maneja el equipo. El actuador principal para este equipo es la cerradura eléctrica con la que controlamos el acceso de las personas al laboratorio y éste es el objetivo principal del proyecto.

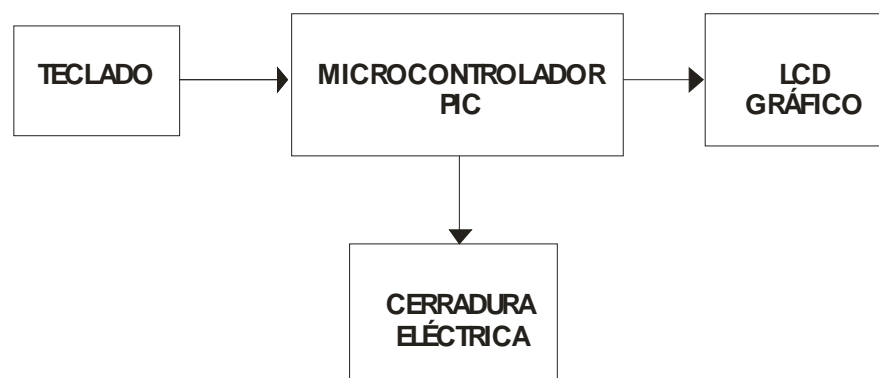


Figura 2.1: Diagrama de bloques del circuito
[Diseñado en Eagle]

A continuación se describe más detalladamente cada parte, que compone este proyecto para comprenderlo de una mejor manera.

2.1.1 TECLADO

Se observa en las figuras 2.2 y 2.3, los diagramas de la conexión del teclado matricial, en conexión multiplexada para optimizar el uso de los pines del microcontrolador. Se utiliza 8 pines para conectar el teclado, con las primeras 4 líneas del pórtilo C, el microcontrolador envía en modo secuencial un barrido de unos lógicos (5 voltios) y con las otras 4 líneas del pórtilo C se verifica la tecla que está siendo presionada.

Las resistencias ayudan a limitar la corriente de los pines, caso contrario el microcontrolador se quemaría. Las 4 resistencias son de 4.7k (ohmios).

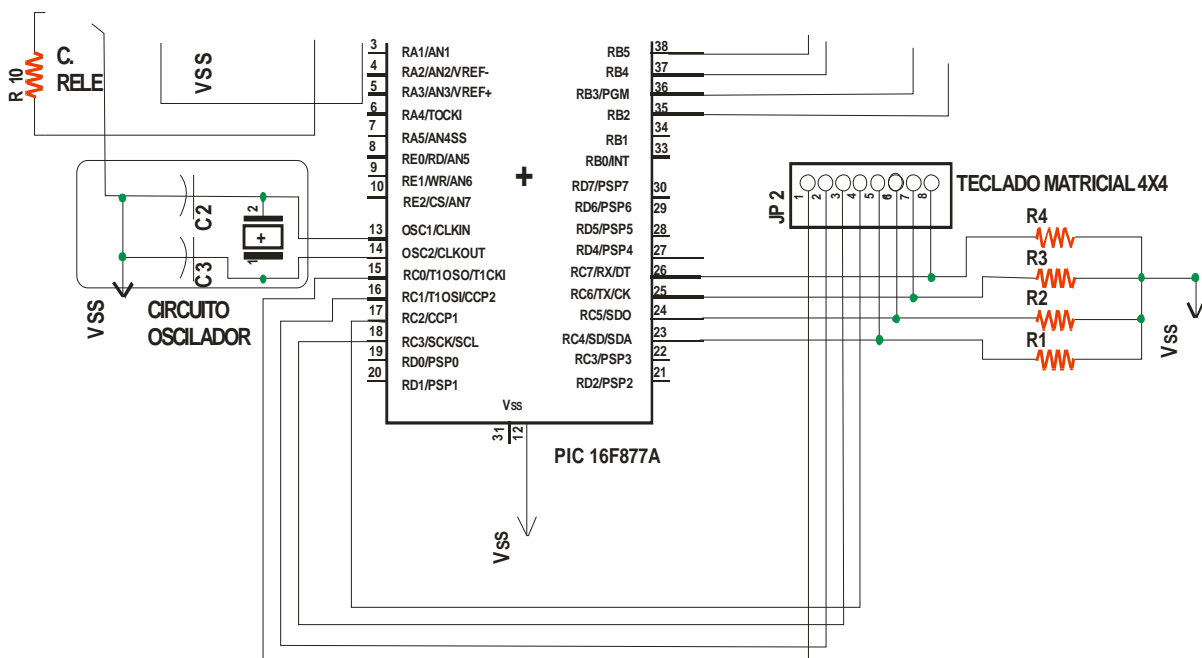


Figura 2.2: Esquema del teclado matricial.

[Diseñado en Eagle]

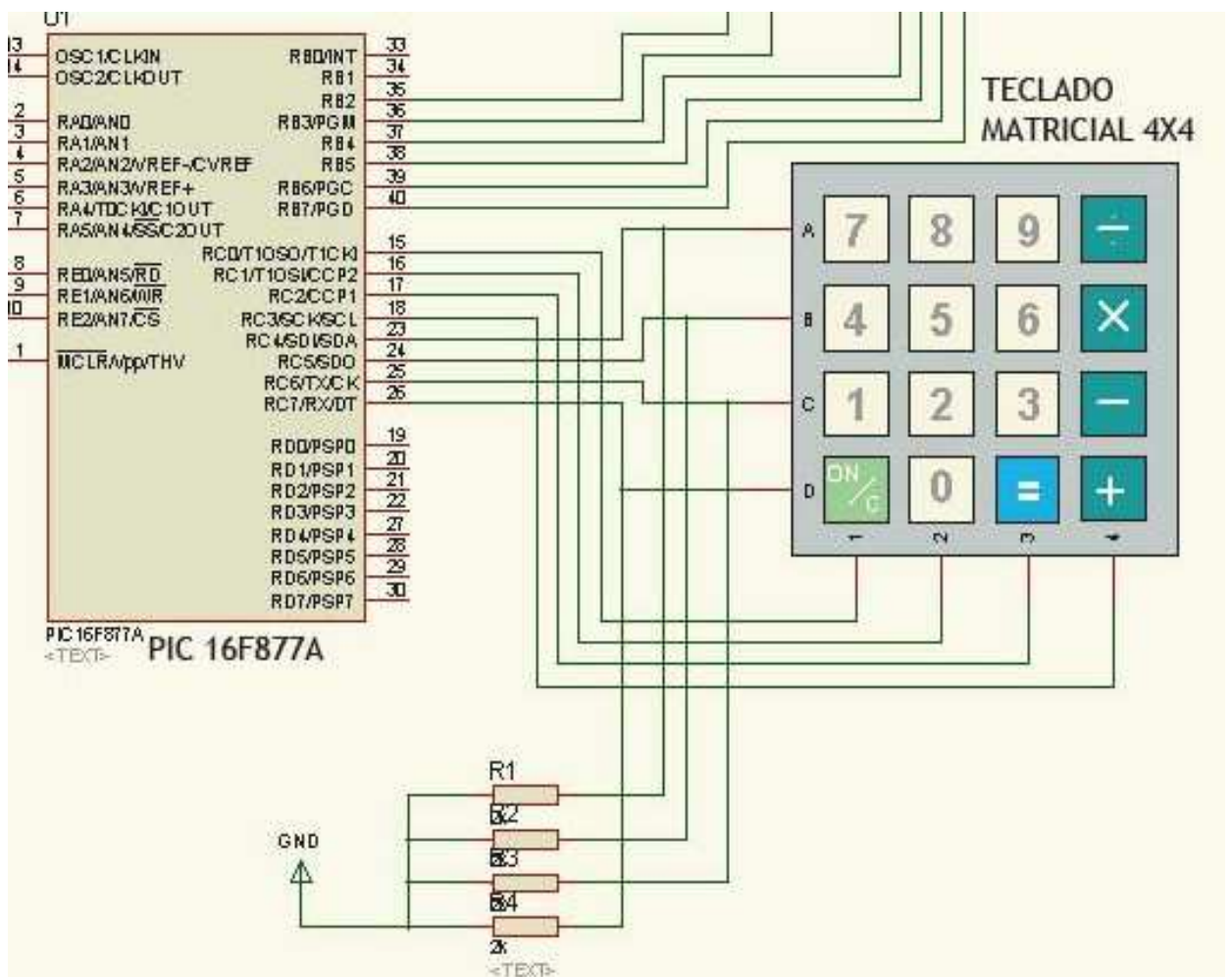


Figura 2.3: Diagrama del teclado matricial con el PIC.
[Diseñado en Proteus]

2.1.2 MICROCONTROLADOR

En la figura 2.4 se aprecia el diagrama del microcontrolador, que es el cerebro electrónico que ejecuta las instrucciones que están en su memoria grabadas. El

programa que ejecuta este microcontrolador se realiza de acuerdo a las necesidades de cada sistema.

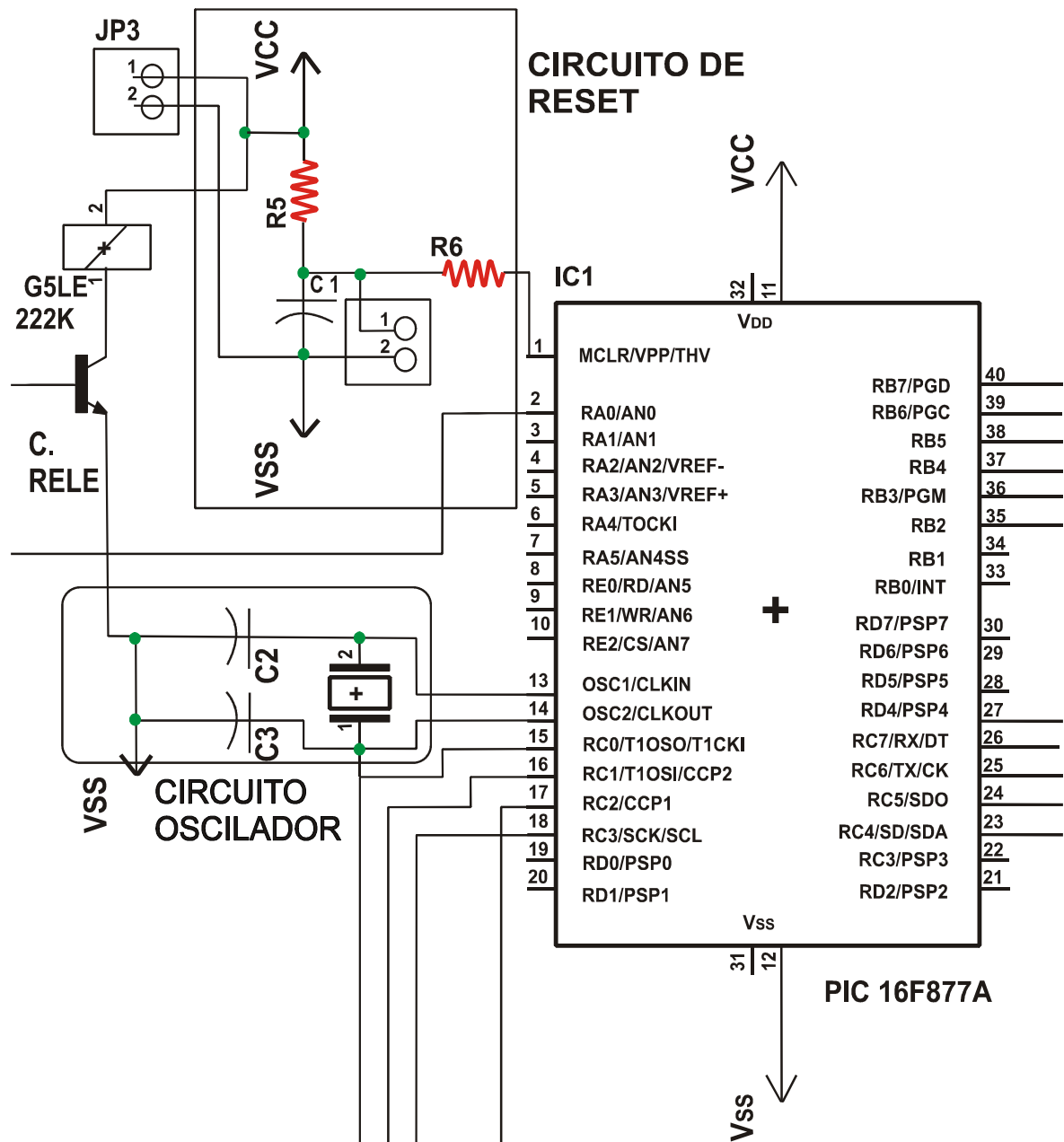


Figura 2.4: Diagrama del microcontrolador PIC.

[Diseñado en Eagle]

Este dispositivo nos ayuda a controlar el teclado, el LCD gráfico y la cerradura eléctrica. Su programa se describe de manera detallada en el anexo B.

Para su correcto funcionamiento necesita tener una señal de reloj precisa que se muestra en la figura 2.5, para lo cual se añade el circuito del oscilador, este genera una señal cuadrada en intervalos regulares.

El circuito de reset que se presenta en la figura 2.5 está compuesto por dos resistencias, un capacitor y un pulsador. Este circuito permite al igual que a un computador resetearle por un mal funcionamiento. En el momento que pulsamos el botón se genera un pulso negativo con el que paramos el funcionamiento momentáneamente para que el microcontrolador se reinicie y funcione correctamente.

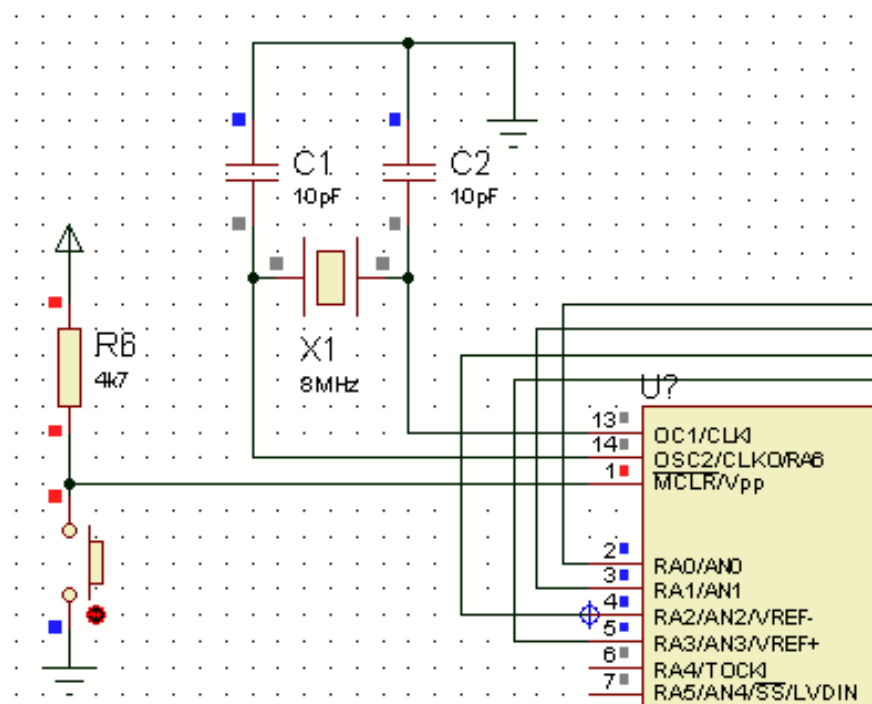


Figura 2.5: Circuito oscilador y reset del PIC.

[Diseñado en Proteus]

2.1.3 LCD GRÁFICO

En las figuras 2.6 y 2.7 se observan los diagramas, y las conexiones específicas del LCD gráfico, se tiene 4 líneas de datos de transmisión

del microcontrolador hacia el LCD. Además se utiliza 2 líneas del PIC para controlar al display, el uno es el enable para habilitar al display y la segunda línea es la RS que ayuda al display a saber si el dato enviado es una instrucción o es información a ser mostrada en la pantalla.

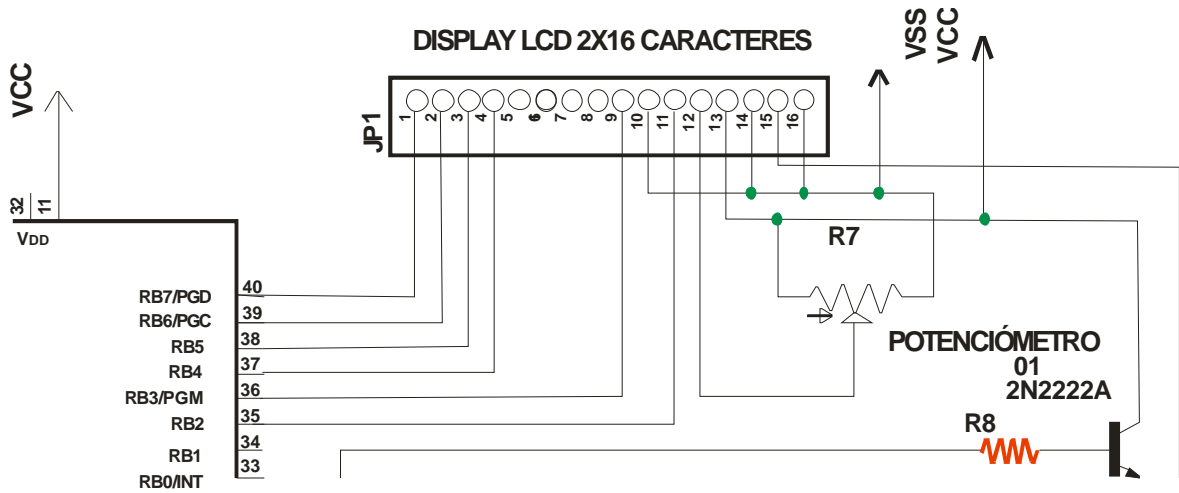


Figura 2.6: Esquema del LCD.
[Diseñado en Eagle]

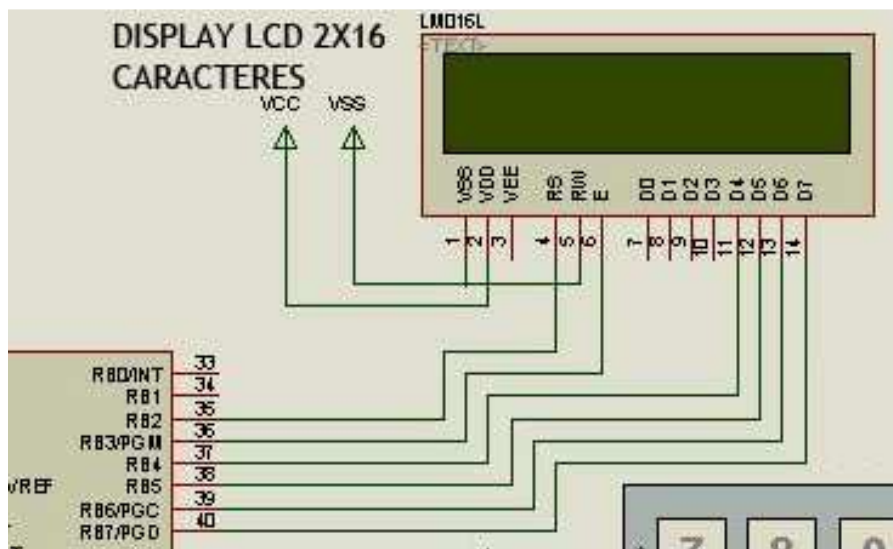


Figura 2.7: Diagrama del LCD.
[Diseñado en Proteus]

2.1.4 CERRADURA ELÉCTRICA

El circuito de potencia que controla la cerradura eléctrica se muestra en la figura 2.8. Se utiliza un transistor en configuración de corte y saturación (switch) para permitir o impedir el paso de la corriente eléctrica. Esta corriente circula a través de la bobina del relé para activarlo.

Cuando se activa el relé funciona como switch en el circuito de potencia, ya que la corriente para activar la bobina de la cerradura eléctrica es elevada (mayor a 1 Amperio), no puede ser manejada directamente por el microcontrolador.

Cuando se activa el relé cierra el circuito para accionar la bobina de la cerradura que permite el ingreso de las personas.

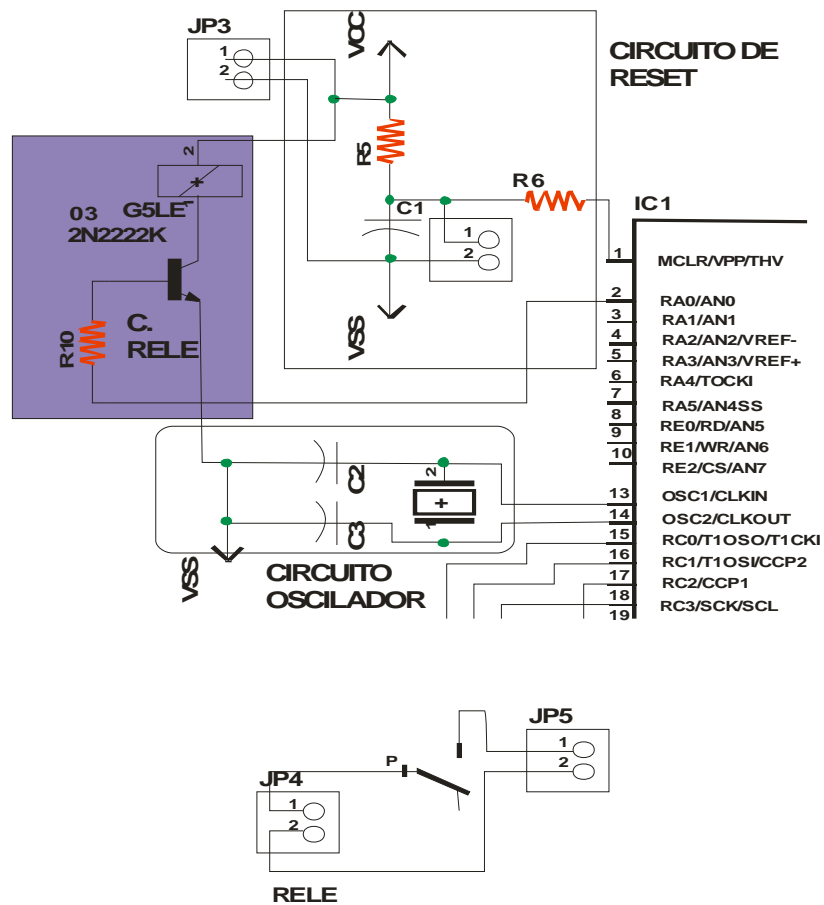


Figura 2.8: Diagrama del circuito de control de la cerradura.

[Diseñado en Coreldraw]

2.2 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA DEL EQUIPO

En las figuras 2.9 y 2.10 se puede observar los diagramas de la placa del equipo, donde se presenta la interconexión del teclado, el LCD gráfico, el microcontrolador y las conexiones en detalle de los distintos elementos que componen el equipo.

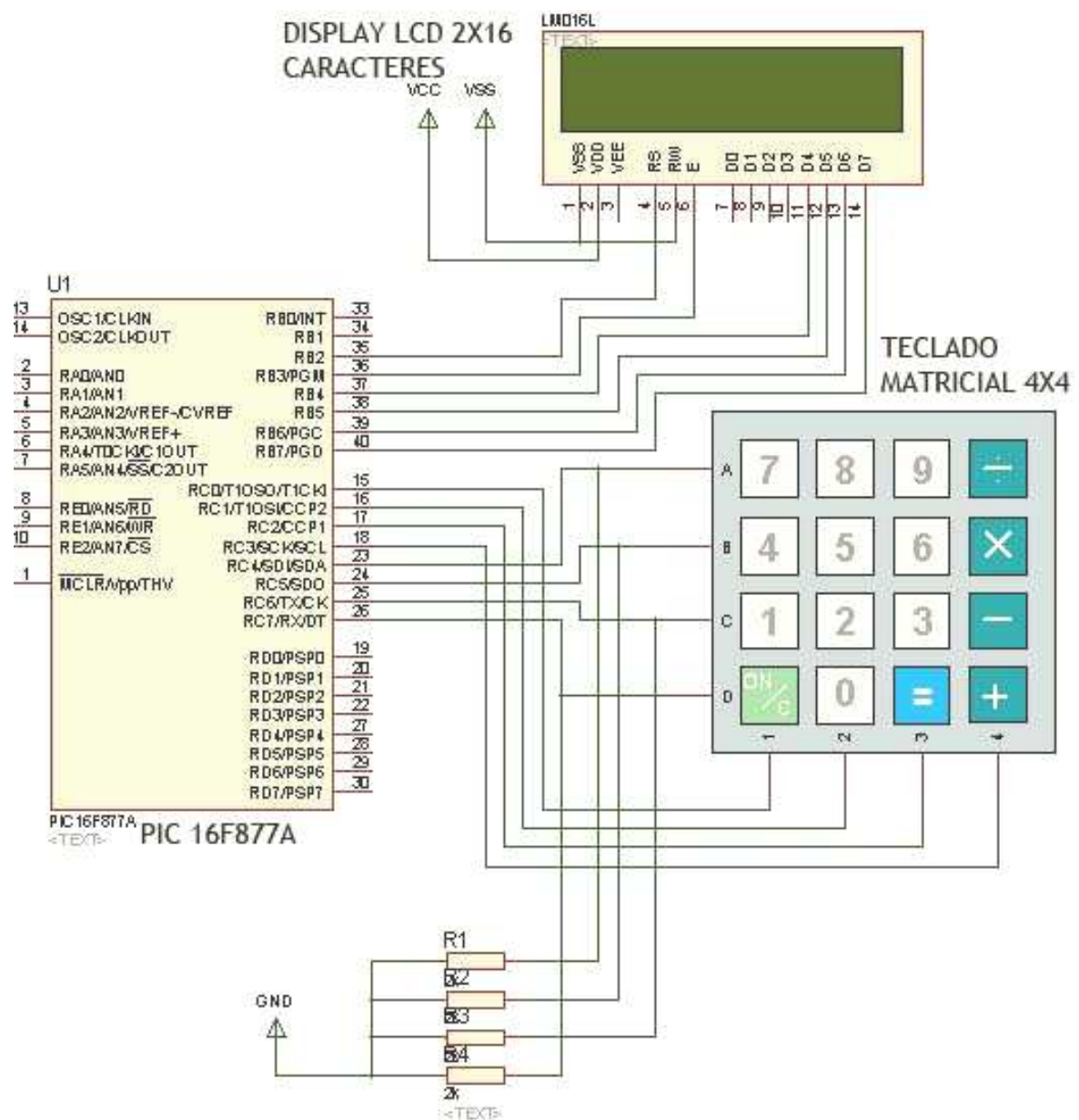


Figura 2.9: Diagrama de los elementos principales del equipo.

[Diseñado en Proteus]

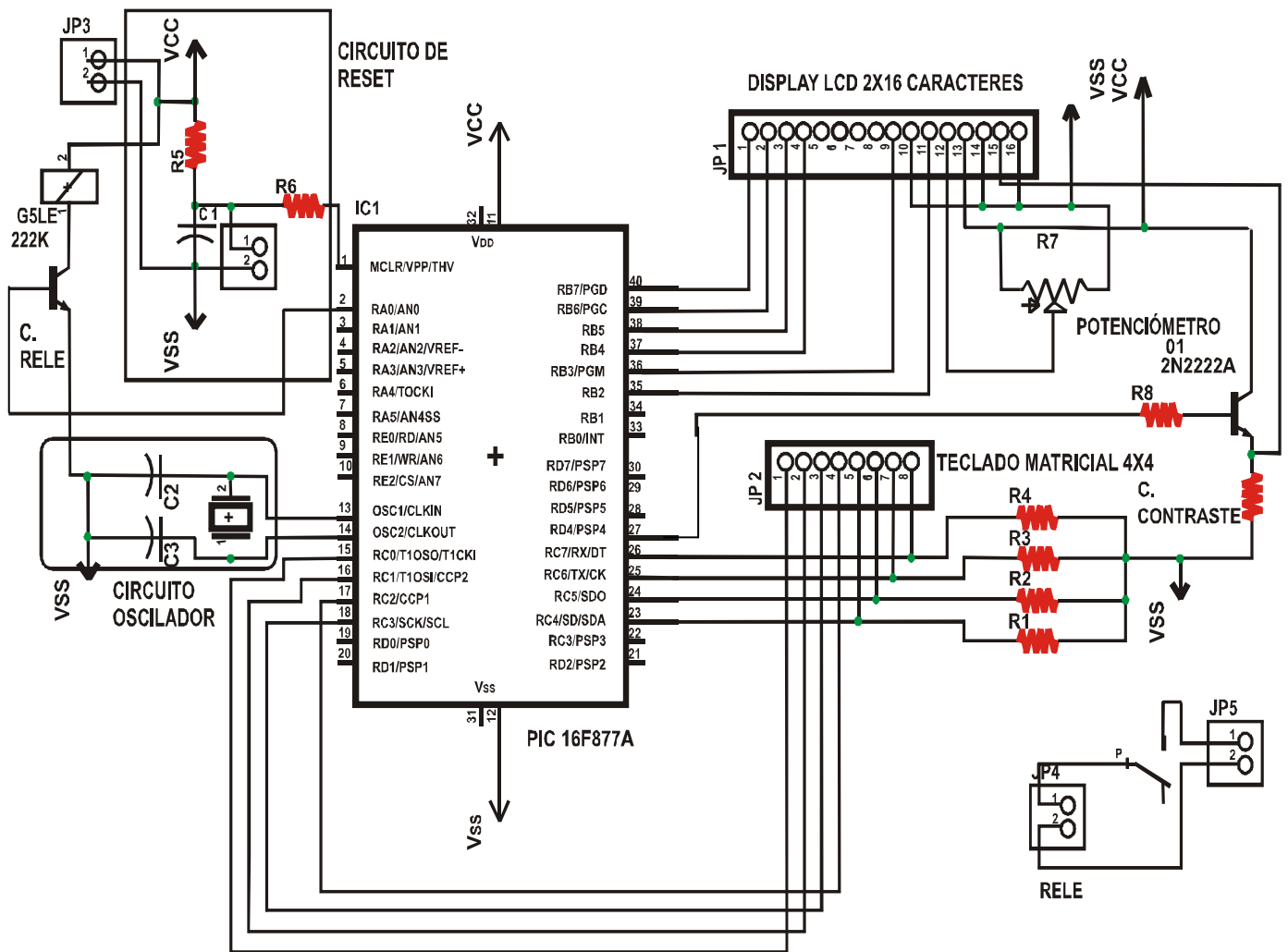


Figura 2.10: Diagrama del circuito del equipo.

[Diseñado en Eagle]

2.3 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

El programa del proyecto se muestra detallado en el Anexo A, donde se encuentran todas las instrucciones que se dan al PIC para que realice las diversas tareas. Este programa fue desarrollado en el compilador mikrobasic. Se indica el grupo de instrucciones, a que hacen referencia con una pequeña frase entre comillas.

El programa se encarga de estar recepitando las señales del teclado frecuentemente. En el caso de recibir una señal del teclado, el PIC muestra los diferentes menús almacenados en su memoria. Cuando la clave es digitada correctamente, el microcontrolador envía una señal al relé que activa la cerradura eléctrica y permite el ingreso de la persona autorizada.

El PIC también está programado para realizar un cambio de la clave, en cualquier momento cuando el usuario lo desee. Esto permite tener mayor seguridad en el caso de cambio de personal o divulgación de la clave a personas no autorizadas.

2.4 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

Primero se ha realizado un prototipo inicial en protoboard para hacer todas las pruebas y cambios hasta tener perfeccionado el equipo. Se ha probado los elementos interconectados por posibles fallas y verificado todo lo que necesitamos. Esto se puede observar en las figuras 2.11, 2.12 y 2.13.

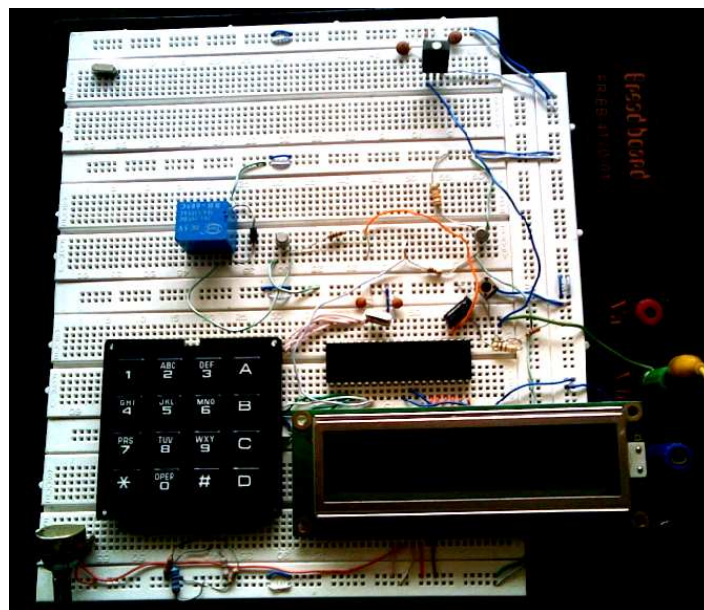


Figura 2.11: Funcionamiento del equipo en protoboard.

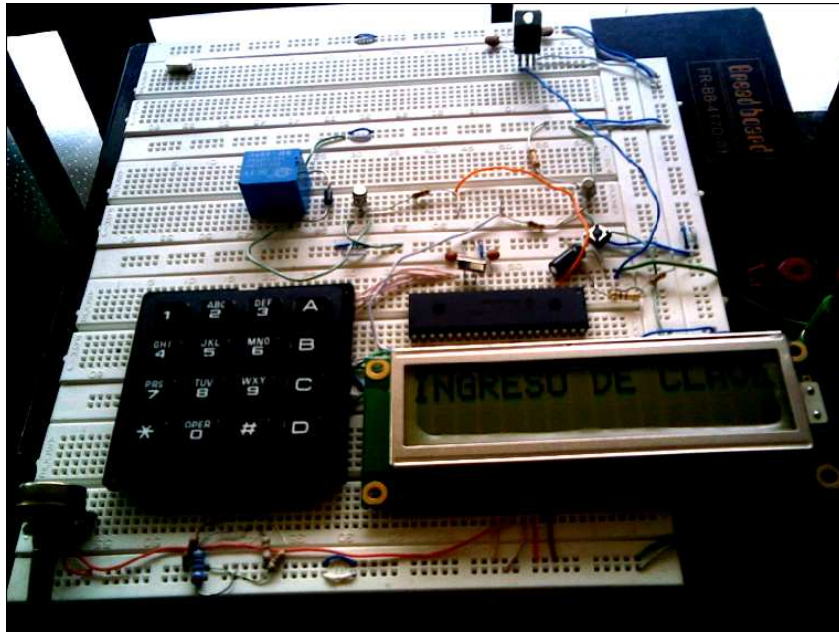


Figura 2.12: Pruebas en el protoboard.

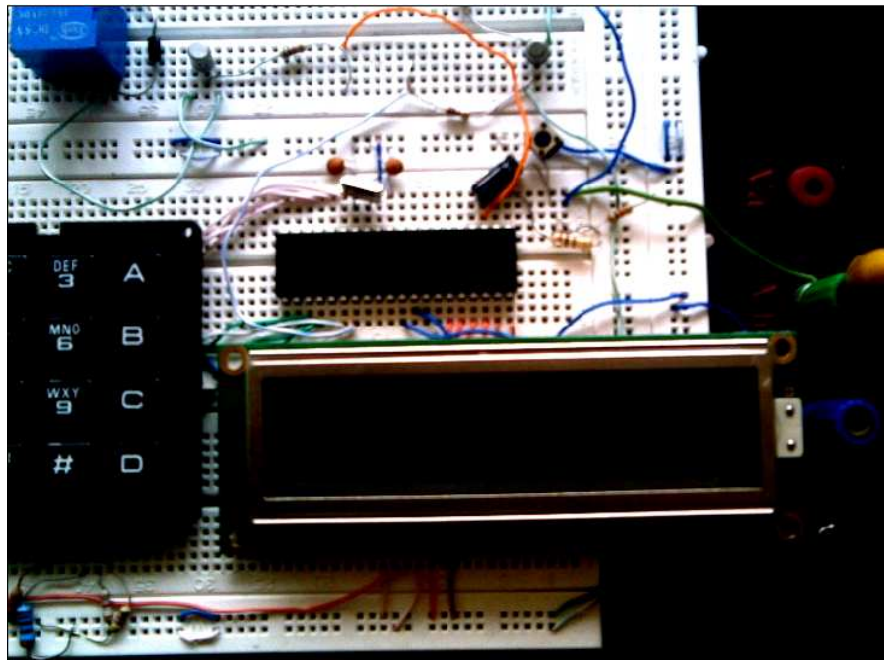


Figura 2.13: Elementos probados en el protoboard.

Con los esquemas listos y las pruebas en el protoboard realizadas, se procede a realizar la placa del circuito y soldar los elementos como se observa en las figuras 2.14, 2.15.



Figura 2.14: Placa impresa del circuito del equipo.

En la figura 2.15 podemos apreciar el lado posterior del circuito.



Figura 2.15: Parte posterior del circuito.

Se observa en la figuras 2.16 y 2.17 la interconexión interna del equipo.

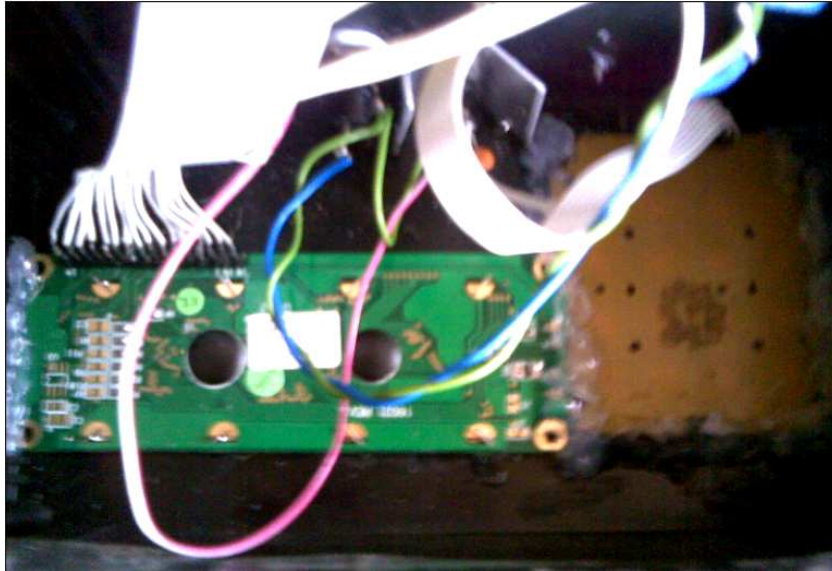


Figura 2.16: Conexión del LCD.

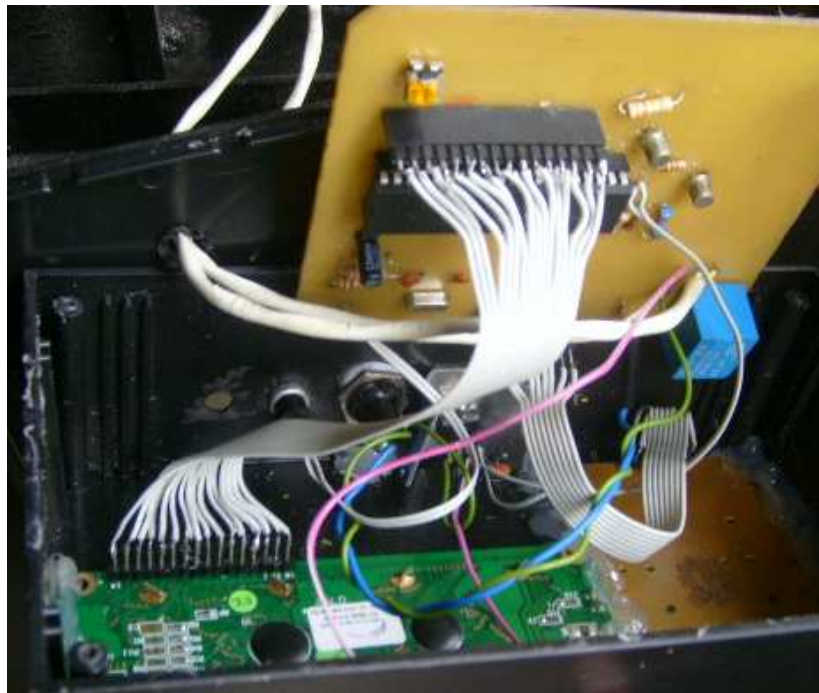


Figura 2.17: Interconexiones internas del equipo.

En la figura 2.18 se puede observar un pulsador, que es el botón de reset del equipo en caso de fallos. También vemos la protección del equipo de un fusible, en caso de sobrevoltajes.



Figura 2.18: Parte inferior del equipo.

En la figura 2.19 se observa el equipo conectado con la cerradura eléctrica, para su utilización.



Figura 2.19: Conexión de la chapa eléctrica.

A continuación en las siguientes figuras se aprecian los menús desplegados en la pantalla LCD del equipo.

En la Figura 2.20: se observa en la pantalla el saludo de bienvenida al sistema de seguridad.



Figura 2.20: Pantalla de bienvenida.

En la Figura 2.21: Se aprecia la pantalla inicial del proyecto, la cual muestra el nombre del establecimiento educativo y el nombre del autor del proyecto.



Figura 2.21: Pantalla inicial del proyecto.

En la Figura 2.22 se observa en la pantalla LCD la frase ingreso de clave



Figura 2.22: Pantalla para ingresar la clave.

La clave puede ser hasta de 16 caracteres pero en este caso se está ingresando una clave de 4 caracteres como se muestra en la Figura 2.23



Figura 2.23: Ingreso de una clave de 4 caracteres.

En las figura 2.24 se observa en la pantalla LCD, después de haber presionado la tecla A la frase cambio de clave y a la vez pide que primero se ingrese la clave anterior, para proceder a ingresar la nueva clave como se muestra en la figura 2.25.



Figura 2.24: Cambio de clave presionando A.



Figura 2.25: Ingreso de la clave anterior.

El equipo terminado se presenta en la figura 2.26. Donde además observamos una envoltura plástica, para que el equipo soporte las inclemencias del clima por

lo que va a trabajar en áreas externas sin protección. Se tiene dos salidas de cables, los unos se conectan a la chapa eléctrica y los otros se conectan a la fuente de 12V, que alimenta el circuito del equipo.



Figura 2.26: Vista general del equipo terminado.

La figura 2.27 muestra la estructura interna de la cerradura eléctrica.



Figura 2.30: Vista interior de la cerradura eléctrica.

Se puede observar en la figura 2.28, el equipo terminado con la cerradura en funcionamiento.



Figura 2.28: Equipo con la cerradura eléctrica.

2.5 PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA

Las pruebas se realizaron con éxito y el funcionamiento del equipo está bien. La única calibración que requiere el equipo es el ajuste del potenciómetro del LCD, donde se mueve el potenciómetro hasta adquirir el nivel de contraste que requiera el usuario, como se muestra en la figura 2.32.

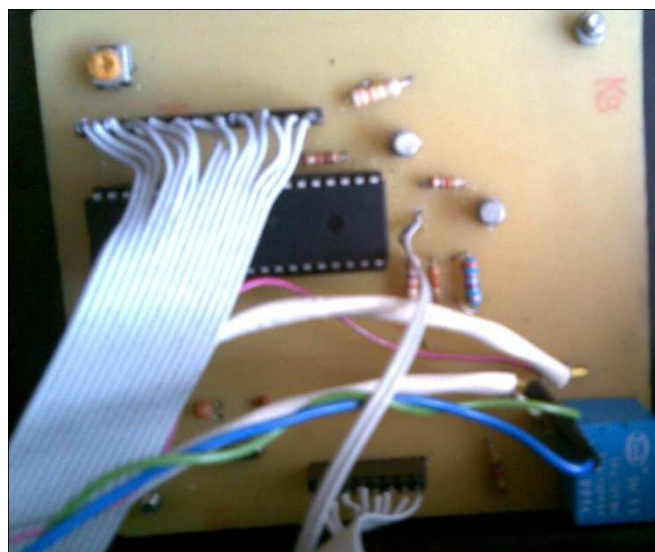


Figura 2.32: Ajuste del potenciómetro del LCD.

2.6 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

2.6.1 ANÁLISIS TÉCNICO

El equipo se alimenta con una fuente de voltaje continuo de 12V, el cual suministra la energía necesaria para su correcto funcionamiento. Para la alimentación del circuito de control, se utiliza un regulador de voltaje de 5V, el 7805. En la bobina de control de la cerradura se utiliza los 12V suministrados por la fuente.

La utilización del equipo es de fácil manejo para el usuario, debido a que todo es visualizado por un LCD, el cual nos indica todo lo que debemos hacer mediante sus mensajes.

En caso de producirse un fallo, puede deberse a una sobrecarga en la fuente de alimentación en la que se debe cambiar por otra de las mismas especificaciones.

Para su construcción se han tomado todas las consideraciones para que soporte las inclemencias del clima, por lo que la caja que lo contiene es de plástico. También se han tomado precauciones eléctricas, como por sobrevoltajes tiene un fusible.

En la parte inferior de la caja, se encuentran los conectores de alimentación del sistema, que se conectan al interruptor eléctrico, también el pulsador de encendido y apagado del equipo.

La pantalla LCD es de 16x2 caracteres, que facilita la visualización de diversas opciones para el usuario del equipo.

2.6.2 INVERSIÓN ECONÓMICA

Se presenta un detalle de los gastos realizados en la compra de los elementos que componen el equipo.

| Cantidad | Elementos | Precio Unitario | Precio |
|----------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| 9 | Resistencias | 0,05 | 0,45 |
| 1 | condensador electrolítico | 0,3 | 0,3 |
| 3 | condensadores cerámicos | 0,08 | 0,24 |
| 1 | oscilador de 4Mhz | 1 | 1 |
| 1 | PIC 16f877A | 10 | 10 |
| 1 | zócalo de 40 pines | 0,5 | 0,5 |
| 1 | Pulsador | 1 | 1 |
| 2 | Transistores | 1 | 1 |
| 1 | Portafusibles | 1,2 | 1,2 |
| 1 | Fusible | 0,6 | 0,6 |
| 1 | Potenciómetro | 0,8 | 0,8 |
| 1 | Baquelita | 3,5 | 3,5 |
| 1 | lámina termotransferible | 1,5 | 1,5 |
| 1 | fundita de ácido | 1,3 | 1,3 |
| 1 | teclado matricial | 5 | 5 |
| 1 | LCD 2x16 caracteres | 25 | 25 |
| 1 | caja plástica | 15 | 15 |
| 1 | lámina plástica adhesiva | 1,7 | 1,7 |
| 1 | cerradura eléctrica | 100 | 100 |
| 1 | Relé | 1,5 | 1,5 |
| 1 | Conectores macho (regleta) | 1 | 1 |
| 1 | Conectores hembra (regleta) | 1 | 1 |
| 3 | Cables de conexión | 1 | 3 |
| | | TOTAL | 176,59 |

El equipo en elementos tiene un costo de \$176,59, donde se adicionará el costo de mano de obra que se estima en \$75,00, que nos da un total de \$251,59.

Actualmente hay equipos parecidos en el mercado en un precio de \$230,00. En una producción en gran cantidad nuestro producto sería competitivo, porque los elementos tendrían un menor precio en la compra en gran medida y el costo de producción sería mucho menor.

En el mercado existen muchos equipos para el área de la seguridad, a diferencia de estos, el sistema permite la inserción de un mensaje inicial propio para la empresa o usuario que lo requiera. Este equipo tiene menús visibles a diferencia de otros aparatos que solamente muestran números y no se sabe para qué sirven o qué función cumplen.

CONCLUSIONES

La seguridad en la actualidad es un tema importante, por lo que se diseñan cada día mejores equipos como el presentado en este proyecto, donde el acceso a oficinas, casas, almacenes, etc es primordial.

Este equipo está enfocado en el campo de accesos de seguridad, consta como elementos fundamentales del LCD 2x16 caracteres y un teclado matricial. El teclado nos ayuda a manipular los datos que ingresamos, mientras que con la pantalla LCD visualizamos la información que se requiere y que ingresa por el teclado.

El equipo para la protección cuenta con fusible, que lo protege contra sobrevoltajes.

En la construcción de un equipo se deben tomar en cuenta muchos factores, como forma física, interconexión de los distintos elementos, disposición de los elementos, para poder culminar con éxito un proyecto.

El equipo está dentro de una caja plástica que lo protege de las inclemencias del clima y protege los elementos electrónicos.

RECOMENDACIONES

Revisar la polaridad de la fuente de alimentación y el voltaje debe ser de 12V, caso contrario se podrá tener fallas o dañar el equipo.

En caso de tener algún problema con los mensajes de la pantalla del LCD, presionar el botón de reset ubicado en la parte inferior del equipo.

Si el equipo no se enciende, revisar el estado del fusible y en caso de cambiarlo debe ser por otro de las mismas características.

No desarmar el equipo, solo en caso de extrema urgencia y sea una persona que conozca de equipos electrónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Enciclopedia Microsoff Encarta 2009
- [2] <http://www.elipse.cl/productos/control%20de%20acceso/sistema%20control%20acceso%20fisico%20puerta%20huella%20digital%20tarjetas%20proximidad.html>
- [3] <http://es.wikipedia.org/wiki/LCD>
- [4] <http://emigpe.wordpress.com/2009/10/15/herramientas-del-sistema/>
- [5] <http://es.wikipedia.org/wiki/LCD>
- [6] <http://micropic.wordpress.com/2007/06/13/teclado-matricial-4x4/>
- [7] http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC
- [8] Ayuda del compilador Mikrobasic
- [9] CABEZAS y PAZMIÑO. Tesis de construcción de una consola, 2008.

ANEXO A

HOJAS DEL PROGRAMA DETALLADO DEL MICROCONTROLADOR

```
program CHAPA_ELECTRICA
```

```
DIM TECLADO AS CHAR[2]    "Declaración de variables"
```

```
DIM CLAVE AS BYTE
```

```
DIM DIGITOS AS BYTE
```

```
DIM INGRESO AS BYTE[16]
```

```
DIM CORRECTA AS BYTE
```

```
DIM NUMC AS BYTE
```

```
DIM X AS BYTE
```

```
DIM Y AS BYTE
```

```
DIM LUZ AS WORD
```

```
TRISC=%11110000    "Establecer puertos de salida y entrada"
```

```
TRISD=0
```

```
main:
```

```
PORTA=0    Inicializar variables
```

```
PORTD=0
```

```
ADCON1=$07
```

```
TRISA=0
```

```
TRISC=%11110000
```

```
TRISD=0
```

```
PORTA.0=0
```

```
PORTD.4=1
```

```
LCD_INIT(PORTB)    "Comandos para manejar el LCD"
```

```
Lcd_Cmd(LCD_CLEAR)
```

```
Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF)
```

```
LCD_OUT(1,1," PROYECTO EPN ")    "Impresión en pantalla"
```

```
LCD_OUT(2,1," GINA NIETO ")
```

```
DELAY_MS(1500)
```


REPETIR:

```
LCD_CMD(LCD_CLEAR)
LCD_OUT(1,1," BIENVENIDOS ")
LCD_OUT(2,1,"SIST. SEGURIDAD")
DELAY_MS(2000)
```

```
LCD_CMD(LCD_CLEAR)
LCD_OUT(1,1,"INGRESO DE CLAVE")
LCD_OUT(2,1," PRESIONE")
```

```
DELAY_MS(1500)
GOSUB BARRIDO
LCD_OUT(2,1," ")
LCD_OUT(2,1,"")
```

GOSUB INGCLAVE

```
IF (X=1) AND (INGRESO[0]=10) THEN
LCD_CMD(LCD_CLEAR)
LCD_OUT(1,1,"CAMBIO DE CLAVE ")
LCD_OUT(2,1," CLAVE ANTERIOR ")
DELAY_MS(2000)
LCD_OUT(2,1," PRESIONE ")
DELAY_MS(1000)
LCD_OUT(2,1," ")
LCD_OUT(2,1,"")
CLAVE=0
```

```
X=0
GOSUB INGCLAVE
GOSUB VERIFICLAVE
```

```

IF CORRECTA=10 THEN
LCD_OUT(1,1,"ING. NUEVA CLAVE")
LCD_OUT(2,1,"          ")
LCD_OUT(2,1,"")

X=0
CLAVE=0
GOSUB INGCLAVE
EEPROM_WRITE($FF,15)      "Guardado de datos en la eeprom"
Y=0
WHILE Y<X
EEPROM_WRITE(Y,INGRESO[Y])
Y=Y+1
WEND
LCD_OUT(2,1," CLAVE CAMBIADA ")
DELAY_MS(3000)
GOTO REPETIR
END IF
END IF

GOSUB VERIFICLAVE

IF CORRECTA=10 THEN      "Activación de la chapa eléctrica"
LCD_OUT(2,1," CLAVE CORRECTA ")
PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0
DELAY_MS(20)
PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0
DELAY_MS(20)

```

```

PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0
DELAY_MS(20)
PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0
DELAY_MS(20)
PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0
DELAY_MS(20)
PORTA.0=1
DELAY_MS(20)
PORTA.0=0

```

```

DELAY_MS(5000)
GOTO REPETIR
ELSE
LCD_OUT(2,1," CLAVE ERRONEA ")
DELAY_MS(2000)
GOTO REPETIR
END IF

```

```

DELAY_MS(32000)

```

```

BARRIDO:                "Manejo del teclado"
CLAVE=20
PORTC.3=0
PORTC.0=1
IF PORTC.4=1 THEN TECLADO="1" CLAVE=1 END IF
IF PORTC.5=1 THEN TECLADO="4" CLAVE=4 END IF

```

```
IF PORTC.6=1 THEN TECLADO="7" CLAVE=7 END IF
IF PORTC.7=1 THEN TECLADO="*" CLAVE=14 END IF
```

```
PORTC.0=0
```

```
PORTC.1=1
```

```
IF PORTC.4=1 THEN TECLADO="2" CLAVE=2 END IF
```

```
IF PORTC.5=1 THEN TECLADO="5" CLAVE=5 END IF
```

```
IF PORTC.6=1 THEN TECLADO="8" CLAVE=8 END IF
```

```
IF PORTC.7=1 THEN TECLADO="0" CLAVE=0 END IF
```

```
PORTC.1=0
```

```
PORTC.2=1
```

```
IF PORTC.4=1 THEN TECLADO="3" CLAVE=3 END IF
```

```
IF PORTC.5=1 THEN TECLADO="6" CLAVE=6 END IF
```

```
IF PORTC.6=1 THEN TECLADO="9" CLAVE=9 END IF
```

```
IF PORTC.7=1 THEN TECLADO="#" CLAVE=15 END IF
```

```
PORTC.2=0
```

```
PORTC.3=1
```

```
IF PORTC.4=1 THEN TECLADO="A" CLAVE=10 END IF
```

```
IF PORTC.5=1 THEN TECLADO="B" CLAVE=11 END IF
```

```
IF PORTC.6=1 THEN TECLADO="C" CLAVE=12 END IF
```

```
IF PORTC.7=1 THEN TECLADO="D" CLAVE=13 END IF
```

```
RETURN
```

```
INGCLAVE:
```

```
WHILE CLAVE<>15      "Control de la luz del LCD"
```

```
GOSUB BARRIDO
```

```
IF LUZ<100 THEN
```

```
LUZ=LUZ+1
```

```
PORTD.4=1
```

```
ELSE
```

PORTD.4=0

END IF

IF CLAVE<15 THEN

LCD_OUT_CP("**")

INGRESO[X]=CLAVE

X=X+1

LUZ=0

END IF

DELAY_MS(150)

WEND

RETURN

VERIFICLAVE:

LCD_OUT(2,1,"VERIFI. DE CLAVE")

DELAY_MS(1500)

Y=0

NUMC=EEPROM_READ(\$FF)

WHILE Y<NUMC

IF (INGRESO[Y]=EEPROM_READ(Y)) AND (X=NUMC) THEN

Y=Y+1

CORRECTA=10

ELSE

CORRECTA=0

Y=30

END IF

WEND

RETURN

END.

ANEXO B

DATASHEET DEL PIC 16F877A



PIC16F87XA
Data Sheet

28/40/44-Pin Enhanced Flash
Microcontrollers

Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as “unbreakable.”

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.

Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, Accuron, dsPIC, KEELOQ, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE and PowerSmart are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

AmpLab, FilterLab, microID, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

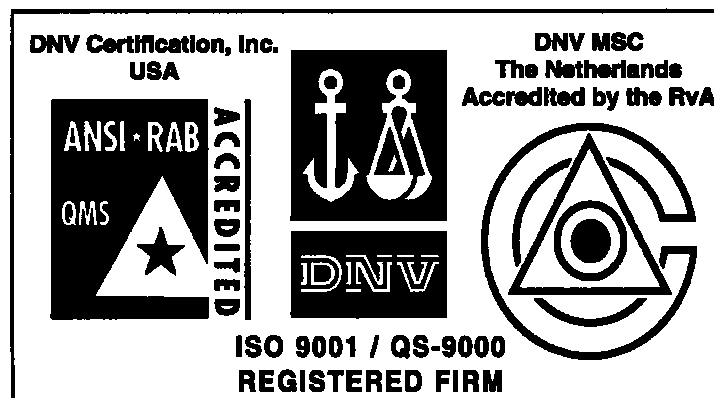
Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB,

In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, microPort, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PCKit, PICDEM, PICDEM.net, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rLAB, rPIC, Select Mode, SmartSensor, SmartShunt, SmartTel and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Serialized Quick Turn Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2003, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved. ♻️ Printed on recycled paper.



Microchip received QS-9000 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona in July 1999 and Mountain View, California in March 2002. The Company's quality system processes and procedures are QS-9000 compliant for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, non-volatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001 certified



High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)
 - Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)

via two pins

- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

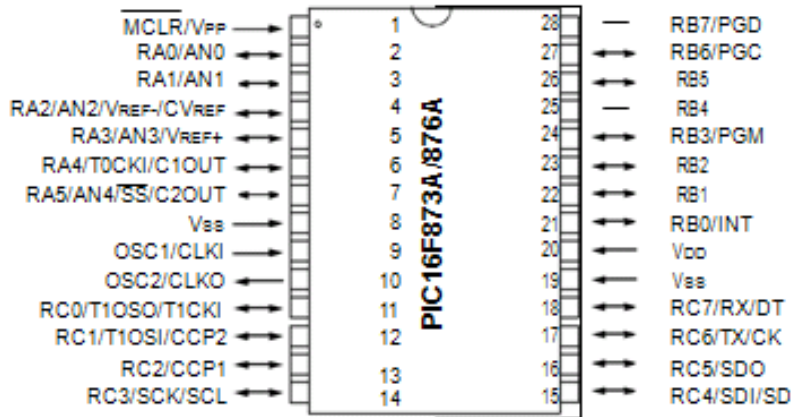
CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

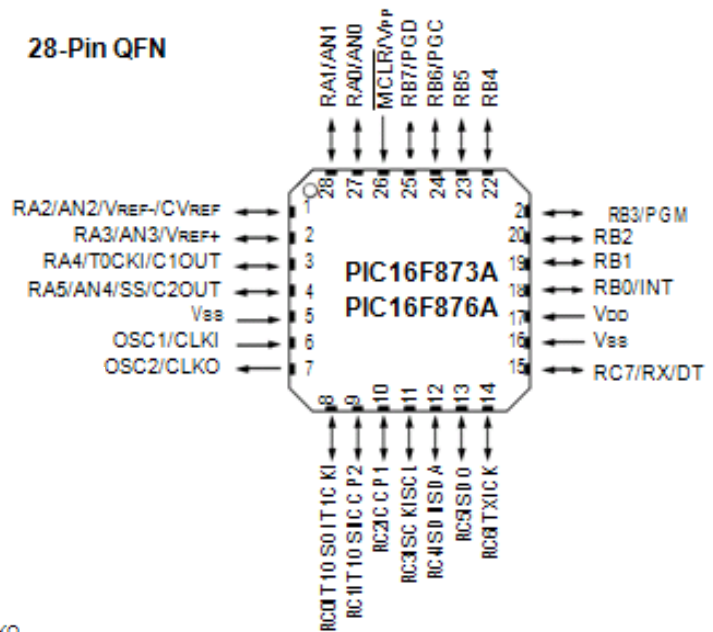
| Device | Program Memory | | Data SRAM (Bytes) | EEPROM (Bytes) | I/O | 10-bit A/D (ch) | CCP (PWM) | MSSP | | USART | Timers 8/16-bit | Comparators |
|------------|----------------|----------------------------|-------------------|----------------|-----|-----------------|-----------|------|-------------------------|-------|-----------------|-------------|
| | Bytes | # Single Word Instructions | | | | | | SPI | Master I ² C | | | |
| PIC16F873A | 7.2K | 4096 | 192 | 128 | 22 | 5 | 2 | Yes | Yes | Yes | 2/1 | 2 |
| PIC16F874A | 7.2K | 4096 | 192 | 128 | 33 | 8 | 2 | Yes | Yes | Yes | 2/1 | 2 |
| PIC16F876A | 14.3K | 8192 | 368 | 256 | 22 | 5 | 2 | Yes | Yes | Yes | 2/1 | 2 |
| PIC16F877A | 14.3K | 8192 | 368 | 256 | 33 | 8 | 2 | Yes | Yes | Yes | 2/1 | 2 |

Pin Diagrams

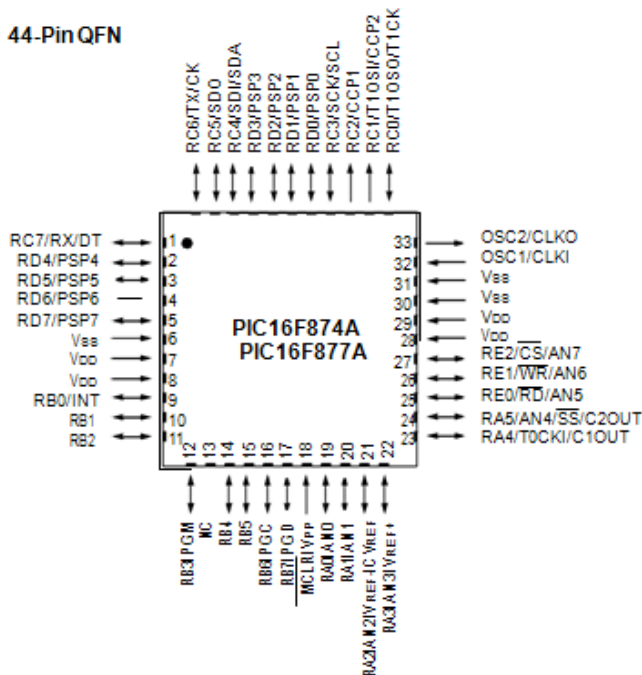
28-Pin PDIP, SOIC, SSOP



28-Pin QFN

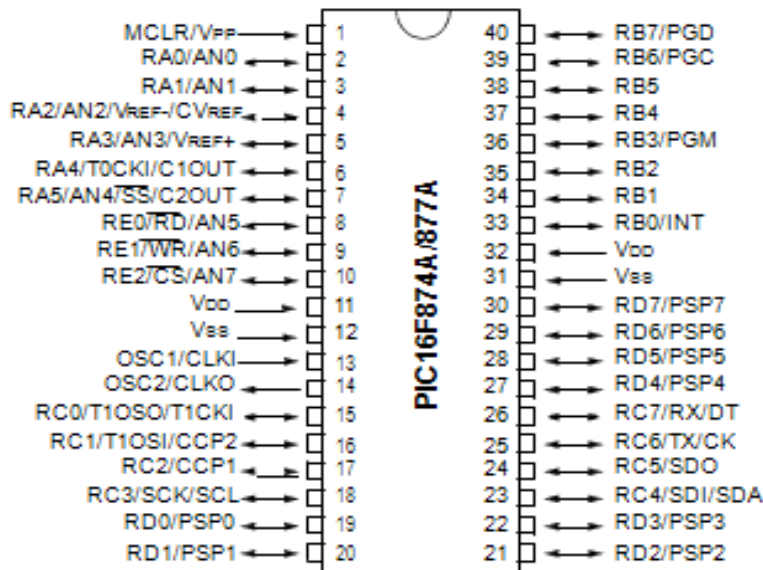


44-Pin QFN

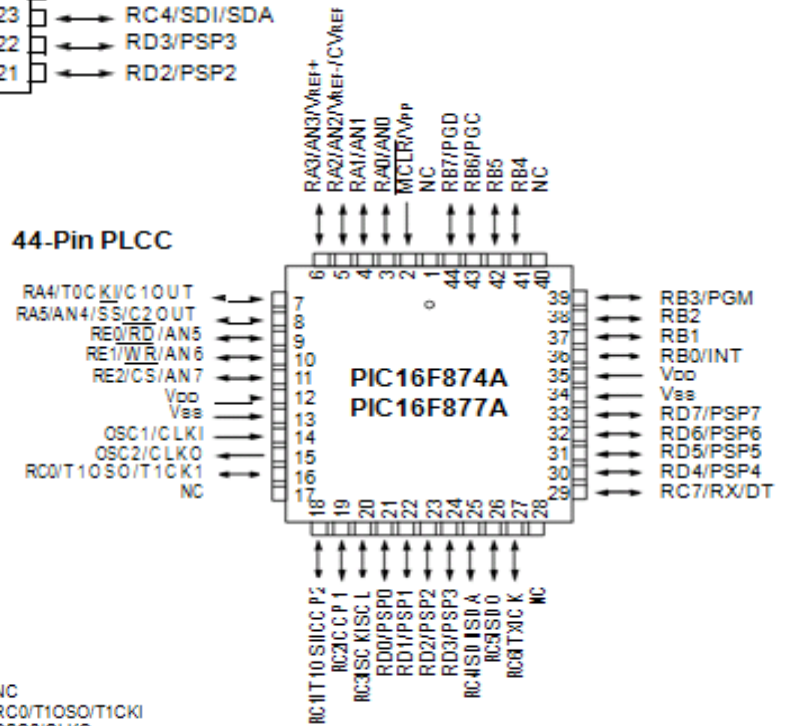


Pin Diagrams (Continued)

40-Pin PDIP



44-Pin PLCC



44-Pin TQFP

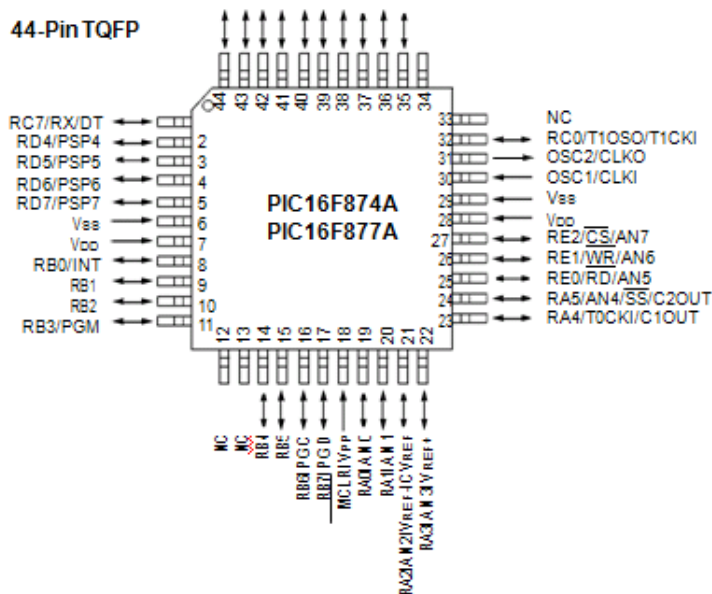


Table of Contents

| | | |
|------|---|-----|
| 1.0 | Device Overview | 5 |
| 2.0 | Memory Organization | 15 |
| 3.0 | Data EEPROM and Flash Program Memory | 33 |
| 4.0 | I/O Ports | 41 |
| 5.0 | Timer0 Module | 53 |
| 6.0 | Timer1 Module | 57 |
| 7.0 | Timer2 Module | 61 |
| 8.0 | Capture/Compare/PWM Modules | 63 |
| 9.0 | Master Synchronous Serial Port (MSSP) Module | 71 |
| 10.0 | Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART) | 111 |
| 11.0 | Analog-to-Digital Converter (A/D) Module | 127 |
| 12.0 | Comparator Module | 135 |
| 13.0 | Comparator Voltage Reference Module | 141 |
| 14.0 | Special Features of the CPU | 143 |
| 15.0 | Instruction Set Summary | 159 |
| 16.0 | Development Support | 167 |
| 17.0 | Electrical Characteristics | 173 |
| 18.0 | DC and AC Characteristics Graphs and Tables | 197 |
| 19.0 | Packaging Information | 209 |
| | Appendix A: Revision History | 219 |
| | Appendix B: Device Differences | 219 |
| | Appendix C: Conversion Considerations | 220 |
| | Index | 221 |
| | On-Line Support | 229 |
| | Systems Information and Upgrade Hot Line | 229 |
| | Reader Response | 230 |
| | PIC16F87XA Product Identification System | 231 |

TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at docerrors@mail.microchip.com or fax the **Reader Response Form** in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)
- The Microchip Corporate Literature Center; U.S. FAX: (480) 792-7277

When contacting a sales office or the literature center, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

Customer Notification System

Register on our Web site at www.microchip.com/cn to receive the most current information on all of our products.

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

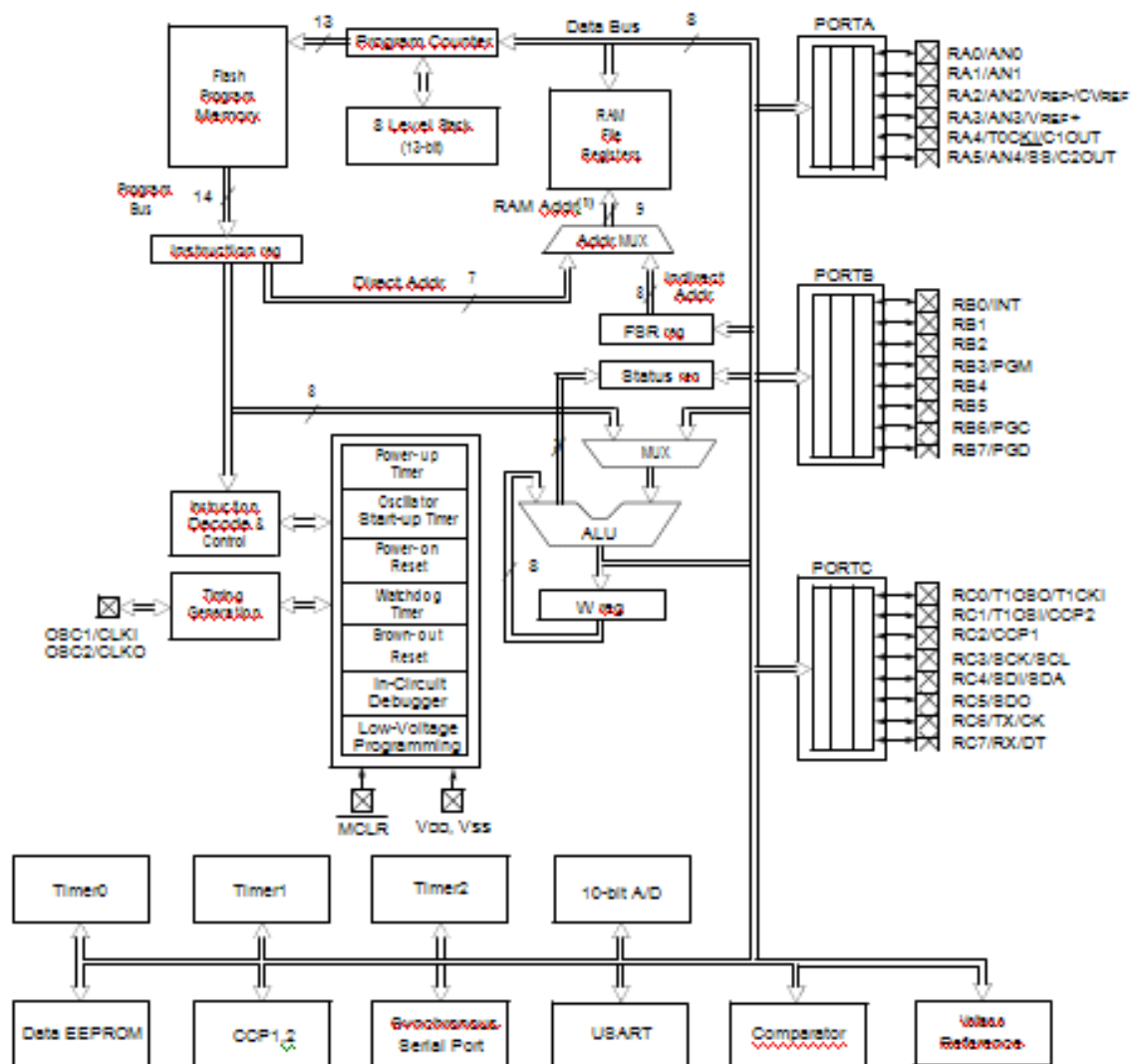
The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

| Key Features | PIC16F873A | PIC16F874A | PIC16F876A | PIC16F877A |
|-------------------------------------|---|---|---|---|
| Operating Frequency | DC – 20 MHz | DC – 20 MHz | DC – 20 MHz | DC – 20 MHz |
| Resets (and Delays) | POR, BOR (PWRT, OST) | POR, BOR (PWRT, OST) | POR, BOR (PWRT, OST) | POR, BOR (PWRT, OST) |
| Flash Program Memory (14-bit words) | 4K | 4K | 8K | 8K |
| Data Memory (bytes) | 192 | 192 | 368 | 368 |
| EEPROM Data Memory (bytes) | 128 | 128 | 256 | 256 |
| Interrupts | 14 | 15 | 14 | 15 |
| I/O Ports | Ports A, B, C | Ports A, B, C, D, E | Ports A, B, C | Ports A, B, C, D, E |
| Timers | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Capture/Compare/PWM modules | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Serial Communications | MSSP, USART | MSSP, USART | MSSP, USART | MSSP, USART |
| Parallel Communications | — | PSP | — | PSP |
| 10-bit Analog-to-Digital Module | 5 input channels | 8 input channels | 5 input channels | 8 input channels |
| Analog Comparators | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Instruction Set | 35 Instructions | 35 Instructions | 35 Instructions | 35 Instructions |
| Packages | 28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN | 40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN | 28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN | 40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN |

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



| Device | Program Flash | Data Memory | Data EEPROM |
|------------|---------------|-------------|-------------|
| PIC16F873A | 4K words | 192 Bytes | 128 Bytes |
| PIC16F876A | 8K words | 368 Bytes | 256 Bytes |

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

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

| Pin Name | PDIP, SOIC, SSOP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type | Buffer Type | Description |
|-------------------------------|-----------------------|----------|------------|------------------------|---|
| OSC1/CLKI OSC1 CLKI | 9 | 6 | I I | ST/CMOS ⁽³⁾ | Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins). |
| OSC2/CLKO OSC2 CLKO | 10 | 7 | O O | — | Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate. |
| MCLR/VPP MCLR VPP | 1 | 26 | I P | ST | Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input. |

| | | | | | |
|---|---|----|--------------------|-----|---|
| RA0/AN0 RA0 AN0 | 2 | 27 | I/O I | TTL | PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. |
| RA1/AN1 RA1 AN1 | 3 | 28 | I/O I | TTL | Digital I/O. Analog input 1. |
| RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF | 4 | 1 | I/O I I O | TTL | Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output. |
| RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ | 5 | 2 | I/O I I | TTL | Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input. |
| RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT | 6 | 3 | I/O I O | ST | Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output. |
| RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT | 7 | 4 | I/O I I O | TTL | Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output. |

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

| Pin Name | PDIP, SOIC, SSOP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type | Buffer Type | Description |
|--|--------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| RB0/INT RB0 INT | 21 | 18 | I/O I | TTL/ST ⁽¹⁾ | PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External interrupt. |
| RB1 | 22 | 19 | I/O | TTL | Digital I/O. |
| RB2 | 23 | 20 | I/O | TTL | Digital I/O. |
| RB3/PGM RB3 PGM | 24 | 21 | I/O I | TTL | Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin. |
| RB4 | 25 | 22 | I/O | TTL TTL | Digital I/O. |
| RB5 | 26 | 23 | I/O | TTL/ST ⁽²⁾ | Digital I/O. |
| RB6/PGC RB6 PGC | 27 | 24 | I/O I | TTL/ST ⁽²⁾ | Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock. |
| RB7/PGD RB7 PGD | 28 | 25 | I/O I/O | | Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data. |
| RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI | 11 | 8 | I/O O I | ST | PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input. |
| RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2 | 12 | 9 | I/O I I/O | ST | Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output. |
| RC2/CCP1 RC2 CCP1 | 13 | 10 | I/O I/O | ST | Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output. |
| RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL | 14 | 11 | I/O I/O I/O | ST | Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode. |
| RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA | 15 | 12 | I/O I I/O | ST | Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O. |
| RC5/SDO RC5 SDO | 16 | 13 | I/O O | ST | Digital I/O. SPI data out. |
| RC6/TX/CK RC6 TX CK | 17 | 14 | I/O O I/O | ST | Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock. |
| RC7/RX/DT RC7 RX DT | 18 | 15 | I/O I I/O | ST | Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data. |
| Vss | 8, 19 | 5, 6 | P | — | Ground reference for logic and I/O pins. |
| Vdd | 20 | 17 | P | — | Positive supply for logic and I/O pins. |

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION

| Pin Name | PDIP Pin# | PLCC Pin# | TQFP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type | Buffer Type | Description |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|------------------------|---|
| OSC1/CLKI OSC1 CLKI | 13 | 14 | 30 | 32 | I I | ST/CMOS ⁽⁴⁾ | Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins). |
| OSC2/CLKO OSC2 CLKO | 14 | 15 | 31 | 33 | O O | — | Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate. |
| MCLR/Vpp MCLR Vpp | 1 | 2 | 18 | 18 | I P | ST | Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input. |

+ TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

| Pin Name | PDIP Pin# | PLCC Pin# | TQFP Pin# | QFN Pin# | I/O/P Type | Buffer Type | Description |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|-----------------------|---|
| RB0/INT RB0 INT | 33 | 36 | 8 | 9 | I/O I | TTL/ST ⁽¹⁾ | PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. Digital I/O. External interrupt. |
| RB1 | 34 | 37 | 9 | 10 | I/O | TTL | Digital I/O. |
| RB2 | 35 | 38 | 10 | 11 | I/O | TTL | Digital I/O. |
| RB3/PGM RB3 PGM | 36 | 39 | 11 | 12 | I/O I | TTL | Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin. |
| RB4 | 37 | 41 | 14 | 14 | I/O | TTL TTL | Digital I/O. |
| RB5 | 38 | 42 | 15 | 15 | I/O | TTL/ST ⁽²⁾ | Digital I/O. |
| RB6/PGC RB6 PGC | 39 | 43 | 16 | 16 | I/O I | TTL/ST ⁽²⁾ | Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock. |
| RB7/PGD RB7 PGD | 40 | 44 | 17 | 17 | I/O I/O | | Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data. |

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power

— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.

2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.

3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

2.0 MEMORY ORGANIZATION

There are three memory blocks in each of the PIC16F87XA devices. The program memory and data memory have separate buses so that concurrent access can occur and is detailed in this section. The EEPROM data memory block is detailed in Section 3.0 "Data EEPROM and Flash Program Memory".

Additional information on device memory may be found in the PICmicro® Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

2.1 Program Memory Organization

The PIC16F87XA devices have a 13-bit program counter capable of addressing an 8K word x 14 bit program memory space. The PIC16F876A/877A devices have 8K words x 14 bits of Flash program memory, while PIC16F873A/874A devices have 4K words x 14 bits. Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound.

The Reset vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

FIGURE 2-1: PIC16F876A/877A PROGRAM MEMORY MAP AND STACK

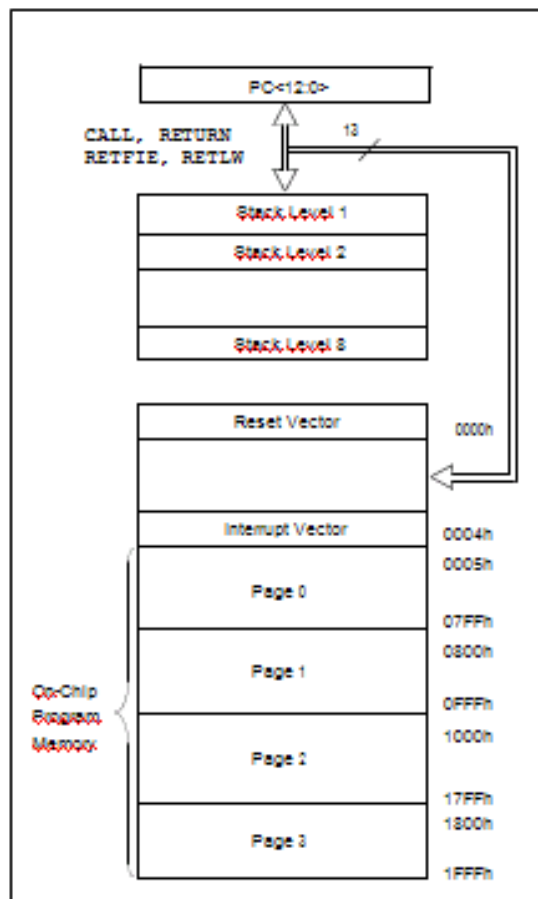
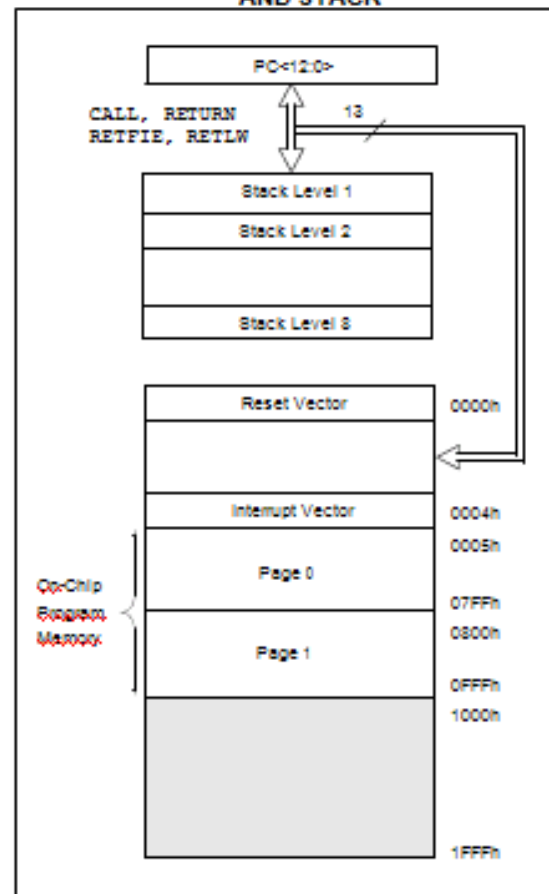


FIGURE 2-2: PIC16F873A/874A PROGRAM MEMORY MAP AND STACK



2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into multiple banks which contain the General Purpose Registers and the Special Function Registers. Bits RP1 (Status<6>) and RP0 (Status<5>) are the bank select bits.

| RP1:RP0 | Bank |
|---------|------|
| 00 | 0 |
| 01 | 1 |
| 10 | 2 |
| 11 | 3 |

Each bank extends up to 7Fh (128 bytes). The lower locations of each bank are reserved for the Special Function Registers. Above the Special Function Registers are General Purpose Registers, implemented as static RAM. All implemented banks contain Special Function Registers. Some frequently used Special Function Registers from one bank may be mirrored in another bank for code reduction and quicker access.

Note: The EEPROM data memory description can be found in Section 3.0 "Data EEPROM and Flash Program Memory" of this data sheet.

2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file can be accessed either directly, or indirectly, through the File Select Register (FSR).

ANEXO C

LA SEGURIDAD.

LA SEGURIDAD

En los períodos vacacionales, o durante los fines de semana largos los robos en las casas y departamentos suelen aumentar, por lo general, lo que intentamos es establecer diversas medidas de seguridad para evitar estos incidentes, pero, éstas, no son siempre efectivas. Es por eso que el mercado de las alarmas y los sistemas de seguridad contra todo tipo de robo han evolucionado brindándonos los **sistemas más eficaces que nos permiten frustrar cualquier intento de robo mediante el uso de cámaras, sensores o luces.**

Para dormir más tranquilo, es conveniente contratar un seguro con cobertura contra robo, esto no quiere decir que no tengamos una alarma o sistema de seguridad en nuestro hogar, ambas medidas combinadas nos ayudan a despreocuparnos cada vez que tenemos que ausentarnos de nuestra vivienda por largos períodos.

Las coberturas antirrobo no pueden ser ofrecidas por algún banco o por la misma empresa que se dedica a brindarnos el sistema de vigilancia de nuestra casa, por lo general cuando firmamos la póliza, se ha de especificar que se quiere contratar una garantía extra, o sea un servicio adicional al servicio de seguridad. Un póliza sin esta opción no cubrirá las pérdidas sufridas cuando nuestro hogar sea robado.

Los seguros contra robo tiene dos posibilidades: la primera es asegurar tan sólo el inmueble, en cambio la segunda es la cobertura de los bienes que nuestro inmueble posea dentro y que a su vez hayan sido robados.

Dentro de estas dos variantes existen otras combinaciones: podemos contratar ambas a la vez, por separado o en el caso de la segunda opción; podemos contratar una cobertura no sólo en contra del robo de los bienes, sino también

para enmendar aquellos que hayan sido dañados

Si se opta por asegurar el inmueble y no su contenido, la cobertura de la póliza contra será menor en los casos de robo o intento de robo, ya que la aseguradora se hará cargo, en el mejor de los casos, sólo de los desperfectos que sufra la estructura de nuestro hogar (paredes, techos, suelos, etc.) y no abonará ningún tipo de indemnización por los bienes que hayan sido sustraídos.

Si se asegura también el contenido, se obtiene la misma garantía y, además, **la compañía indemnizará por el 100% o el 80%** (de acuerdo al seguro contratado) de los bienes que hayan sido robados. Cuando tenemos que contratar este tipo de coberturas anti robo se

Se considera robo cuando se utiliza la fuerza para sustraer algún bien, mientras que se asume atraco o expoliación cuando se intimida o fuerza a las personas, y hurto cuando no hay fuerza en el acto delictivo. Estos, son tres conceptos que pueden parecer lo mismo pero tienen sutiles diferencias, y las mismas nos permitirán conocer bien las coberturas y las exclusiones de cada póliza.

La cobertura en caso de robo sirve para casos como el robo o expoliación de objetos que contengan valor especial (como computadores o equipos de música), joyas, etc. Lo habitual es que la empresa exija que se declaren expresamente los bienes que, por sí mismos, excedan un determinado límite de valor. Por ejemplo si tenemos alguna obra de arte muy valiosa, ésta debe ser declarada antes de contraer la póliza en caso de que sea robada o dañada, así de esta forma será restituida en dinero.

Vale aclarar que **las pólizas de hogar en caso de robo también poseen exclusiones**; por ejemplo, cuando los objetos que fueron hurtados o robados se encontraban en alguna terraza, jardín o espacio abierto, aún cuando pertenezcan a la vivienda. También, las pólizas suelen excluir los hurtos de dinero o joyas,

aunque sí esté cubierto el hurto de otro tipo de bienes asegurados; además, si al firmar este documento se declara que se dispone de medidas de seguridad, como pueden ser **sistemas de vigilancia, alarmas**, etc; y en el momento del robo no se encuentran activadas, la empresa aseguradora se negará a hacerse cargo del siniestro.

Por último, es válido recordar, que luego de un robo, expoliación o hurto, es imprescindible presentar una denuncia a la comisaría correspondiente a nuestro distrito, la empresa aseguradora exige sin excepciones este documento para poder realizar las investigaciones pertinentes y así cubrir el siniestro, en el caso de que no se haga denuncia alguna, el robo quedará sin cubrir.

Los robos son sucesos que suelen darse durante los períodos de vacaciones, y es por esto que se recomienda dejar un casero que cuide nuestra vivienda mientras nos encontramos lejos de ella, o tomar medidas de seguridad adecuadas para no tener dolores de cabeza al volver. Los sistemas de seguridad anti robo son los más aconsejables debido a que son los más tecnológicos y por ende eficaces, gracias a sus innovaciones podemos permanecer tranquilos siempre.