

CAPITULO 1

INFORMACIÓN TEÓRICA

1.1 CIRCUITO ELÉCTRICO

Se denomina circuito eléctrico a un trayecto o ruta de una corriente eléctrica. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de fuerza electromotriz que transporta la corriente por el circuito. Un circuito de este tipo se denomina circuito cerrado, y aquéllos en los que el trayecto no es continuo se denominan abiertos. Un cortocircuito es un circuito en el que se efectúa una conexión directa, sin resistencia, inductancia ni capacitancia apreciables, entre los terminales de la fuente de fuerza electromotriz.

1.1.1 CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica no es más que el movimiento de cargas eléctricas debido a una diferencia de potencial.

En los conductores metálicos, es el movimiento ordenado de los electrones entre dos puntos con distinto potencial.

En algunos semiconductores la corriente se debe al movimiento de cargas positivas y en los electrolitos y gases ionizados al de ambos tipos de cargas.

1.1.2 INTENSIDAD DE LA CORRIENTE

Es la cantidad de carga que pasa por la sección de un conductor, en una unidad de tiempo.

Siendo sus siglas:

$$I = DQ / Dt \quad \text{Se mide en Amperios}$$

A lo cual:

DQ: carga; Dt: tiempo; I: intensidad de corriente

Una corriente continua que transporta una carga eléctrica de un coulombio en un segundo se dice que tiene una intensidad de 1 Amperio.

Si la intensidad es constante durante todo el tiempo, la corriente es continua, en caso contrario se llama variable. Si no se produce almacenamiento ni disminución de carga en ningún punto del conductor la corriente es estacionaria.

Se mide con un galvanómetro que, calibrado en Amperios, se llama - amperímetro - y en el circuito se coloca en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

1.1.3 RESISTENCIA ELÉCTRICA

Se llama resistencia eléctrica a la dificultad que presenta un conductor al paso de la corriente, ya que todos los conductores no dejan pasar la corriente eléctrica con igual facilidad, esto depende de varios factores:

Naturaleza del material con el que está hecho el conductor.

Su geometría.

Para conductores rectilíneos de sección uniforme

Siendo:

Resistencia = resistividad x longitud / sección

$$R = r L/S \quad \text{Se mide en ohmios}$$

1.1.4 SIMBOLOS DE ALGUNOS ELEMENTOS DE UN CIRCUITO ELECTRICO

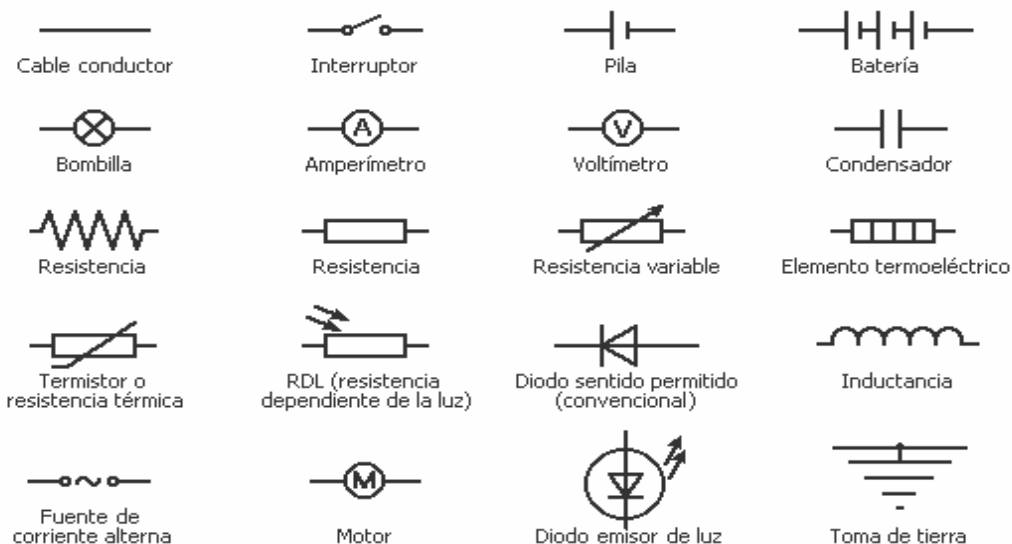


Figura 1.1: Símbolos de algunos elementos de un circuito eléctrico.

1.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

En este caso vamos a estudiar las dos clase de circuitos eléctricos que conocemos:

- Circuitos en serie
- Circuito en paralelo

1.2.1 CIRCUITOS EN SERIE

La manera más simple de conectar componentes eléctricos es disponerlos de forma lineal, uno detrás del otro. Este tipo de circuito se denomina "circuito en serie". Si una de las bombillas del circuito deja de funcionar, la otra también lo hará debido a que se interrumpe el paso de corriente por el circuito. Otra manera

sería que cada bombilla tuviera su propio suministro eléctrico, de forma totalmente independiente, y así, si una de ellas se funde, la otra puede continuar funcionando.

1.2.2 CIRCUITOS EN PARALELO

En un circuito en paralelo los dispositivos eléctricos, por ejemplo las lámparas incandescentes o las celdas de una batería, están dispuestos de manera que todos los polos, electrodos y terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela. El valor de dos resistencias iguales en paralelo es igual a la mitad del valor de las resistencias componentes y, en cada caso, el valor de las resistencias en paralelo es menor que el valor de la más pequeña de cada una de las resistencias implicadas. En los circuitos de CA, o circuitos de corrientes variables, deben considerarse otros componentes del circuito además de la resistencia.

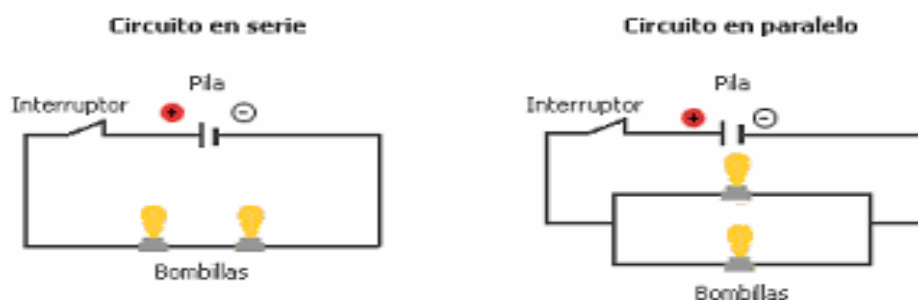


Figura 1.2: Circuitos Eléctricos (*Circuito en serie y circuito en paralelo respectivamente*).

1.2.3 LEY DE OHM

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica de un circuito, es el valor total de la resistencia del circuito se obtiene mediante la fórmula flujo de la corriente es la ley de Ohm, la cantidad de

corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula $I = V/R$, siendo I la intensidad de corriente en amperios, V la fuerza electromotriz en voltios y R la resistencia en ohmios. La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA).

1.2.4 EFECTOS DE LA CORRIENTE.

El más conocido de los efectos de la corriente es el efecto calorífico. De acuerdo con la ley de Joule, la energía calorífica que se desprende en un conductor de resistencia $-R-$, entre cuyos extremos hay una diferencia de potencial $V_A - V_B$, cuando durante un tiempo $-t-$ circula una corriente de intensidad $-I-$,

$$\text{Vale: } Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (\text{Julios})$$

Su potencia será la energía producida en una unidad de tiempo

$$P = Q / t = I^2 \cdot R \quad (\text{J/s} = \text{watio})$$

Al pasar las cargas por la resistencia, su energía disminuye y aparece en forma de energía calorífica; puesto que la energía de la corriente disminuye, para mantenerla es necesario suministrar la energía perdida y de ello se encarga el Generador de corriente siendo el aparato que establece y mantiene la diferencia de potencial entre dos puntos. Ej.: Las pilas eléctricas; las dinamos, pueden generar corriente alterna o continua.

Se caracterizan por su Fuerza electromotriz - f.e.m.- que es la energía que le comunica a cada unidad de carga que los atraviesa.

$$\text{Energía / Carga} \rightarrow \text{Julio/Culombio} = \text{Voltio}$$

Poseen una resistencia interna r_i en la que se disipa energía.

Amperímetro: En serie con el conductor cuya intensidad se desea medir.

Voltímetro: Es un galvanómetro, con una gran resistencia conectada en serie y calibrado en Voltios. En el circuito, se coloca en paralelo con la rama que contiene los puntos entre los que se desea medir la diferencia de potencial.

1.3 MICROCONTROLADORES

1.3.1 INTRODUCCION A LOS MICROCONTROLADORES.

Los microprocesadores y microcontroladores, facilitan el diseño de sistema complejos, ofreciendo una gran flexibilidad y posibilitando la introducción de nuevas opciones en los sistemas ya constituidos.

Una de las ventajas que proporcionan estos dispositivos es que reducen los costos en innumerables aplicaciones, en la que docenas de circuitos integrados pueden ser reemplazados por unos pocos chips.

La reducción de cableado y minimización del circuito supone una mayor fiabilidad, menor consumo de potencia y por ultimo una gran facilidad para el diagnostico de averías, reparación y mantenimiento de los equipos.

1.3.2 LA INDUSTRIA DE LOS MICROCONTROLADORES.

Aunque en la industria de la microinformática la mayor atención la acaparan los desarrollos de los microprocesadores, lo cierto es que se venden cientos de microcontroladores por cada uno de aquéllos. Existe una gran diversidad de estos. Quizá la clasificación más importante sea entre microcontroladores de 4, 8, 16 ó 32 bits. Aunque las prestaciones de 16 y 32 bits son superiores a los de 4 y 8 bits, la realidad es que los microcontroladores de 8 bits dominan el mercado y

los de 4 bits se resisten a desaparecer. La razón de esta tendencia es que los microcontroladores de 4 y 8 bits son apropiados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace absurdo emplear micros más potentes y consecuentemente más caros. Uno de los sectores que más tira del mercado del microcontrolador es el mercado automovilístico. De hecho, algunas de las familias de microcontroladores actuales se desarrollaron pensando en este sector, siendo modificadas posteriormente para adaptarse a sistemas más genéricos. El mercado del automóvil es además uno de los más exigentes: los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables. El fallo de cualquier componente en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

En cuanto a las técnicas de fabricación, cabe decir que prácticamente la totalidad de los microcontroladores actuales se fabrican con tecnología CMOS 4 Complementary Metal Oxide Semiconductor. (*Semiconductor de oxido metal complementario*). Esta tecnología supera a las técnicas anteriores por su bajo consumo y alta inmunidad al ruido.

1.3.3 ARQUITECTURA BÁSICA DE MICROCONTROLADORES.

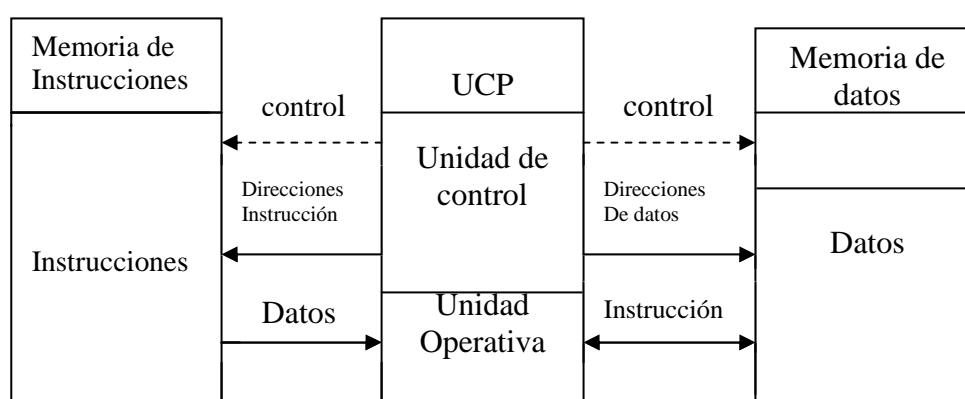


Fig. 1.3: Arquitectura básica de los microcontroladores

Inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de Von Neumann, en el momento presente se impone la arquitectura Harvard. La

arquitectura de Von Neumann se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (*direcciones, datos y control*).

La arquitectura Harvard dispone de dos memorias independientes una, que contiene sólo instrucciones y otra, sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (*lectura o escritura*) simultáneamente en ambas memorias.

Harvard dispone de dos memorias Independientes para datos y para Instrucciones, permitiendo accesos simultáneos. Los microcontroladores PIC responden a la arquitectura Harvard.

1.3.4 SEGMENTACION

Se aplica la técnica de segmentación (*"pipe-line"*) en la ejecución de las instrucciones. La segmentación permite al procesador realizar al mismo tiempo la ejecución de una instrucción y la búsqueda del código de la siguiente. De esta forma se puede ejecutar cada instrucción en un ciclo (*un ciclo de instrucción equivale a cuatro ciclos de reloj*). Las instrucciones de salto ocupan dos ciclos al no conocer la dirección de la siguiente instrucción hasta que no se haya completado la de bifurcación.

1.3.5 FORMATO DE LAS INSTRUCCIONES

El formato de todas las instrucciones es de la misma longitud. Todas las instrucciones de los microcontroladores de la gama baja tienen una longitud de 12 bits, las de la gama media tienen 14 bits y mucho más bits las de la gama alta. Esta característica es muy ventajosa en la optimización de la memoria de

instrucciones y facilita enormemente la construcción de ensambladores y compiladores.

1.3.6 JUEGO DE INSTRUCCIONES

Procesador RISC (*Computador de Juego de Instrucciones Reducido*). Los modelos de la gama baja disponen de un repertorio de 33 instrucciones, 35 los de la gama media y casi 60 los de la alta.

1.3.6.1 Ortogonalidad de las instrucciones

Cualquier instrucción puede manejar cualquier elemento de la arquitectura como fuente o como destino.

1.3.6.2 Arquitectura basada en un “banco de registros”

Esto significa que todos los objetos del sistema (*puertas de E/S, temporizadores, posiciones de memoria, etc.*) están implementados físicamente como registros.

1.3.7 EL PROCESADOR O UCP

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado. Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores

actuales. CISC: Un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (*Computadores de Juego de Instrucciones Complejo*). Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen al programador instrucciones complejas que actúan como macros. RISC: Tanto la industria de los computadores comerciales como la de los microcontroladores están inclinándose hacia la filosofía RISC (*Computadores de Juego de Instrucciones Reducido*). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador. SISC: En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es “específico”, o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (*Computadores de Juego de Instrucciones Específico*).

1.3.8 MEMORIA

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos. Hay dos peculiaridades que diferencian a los microcontroladores de los computadores personales:

1. No existen sistemas de almacenamiento masivo como disco duro.
2. Como el microcontrolador sólo se destina a una tarea en la memoria ROM, sólo hay que almacenar un único programa de trabajo.

La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa. Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM. Los usuarios de computadores personales están habituados a manejar Megabytes de memoria, pero, los diseñadores con microcontroladores trabajan con capacidades de ROM comprendidas entre 512 bytes y 8 k bytes y de RAM comprendidas entre 20 y 512 bytes. Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente. Se describen las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los microcontroladores del mercado.

1.3.8.1 ROM con máscara

Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip. El elevado costo del diseño de la máscara sólo hace aconsejable el empleo de los microcontroladores con este tipo de memoria cuando se precisan cantidades superiores a varios miles de unidades.

1.3.8.2 OTP

El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura “programable una sola vez” por el usuario. OTP (*One Time Programmable*). Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde un PC. La versión OTP es recomendable cuando es muy corto el ciclo de diseño del producto, o bien, en la construcción de prototipos y series muy pequeñas. Tanto en este tipo de memoria como en la EPROM, se suele usar la encriptación mediante fusibles para proteger el código contenido.

1.3.8.3 EPROM

Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos. Las cápsulas son de material cerámico y son más caros que los microcontroladores con memoria OTP que están hechos con material plástico.

1.3.8.4 EEPROM

Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie. Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito. Para ello se usan “grabadores en circuito” que confieren una gran flexibilidad y rapidez a la hora de realizar modificaciones en el programa de trabajo. El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continua. Son muy idóneos para la enseñanza y la Ingeniería de diseño. Se va extendiendo en los fabricantes la tendencia de incluir una pequeña zona de memoria EEPROM en los circuitos programables para guardar y modificar cómodamente una serie de parámetros que adecuan el dispositivo a las condiciones del entorno. Este tipo de memoria es relativamente lenta.

1.3.8.5 FLASH.

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM.

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

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

1.3.9 PUERTAS DE ENTRADA Y SALIDA

La principal utilidad de las patitas que posee la cápsula que contiene un microcontrolador es soportar las líneas de E/S que comunican al computador interno con los periféricos exteriores. Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

1.3.10 RELOJ PRINCIPAL

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C. Aumentar la frecuencia de reloj supone disminuir el tiempo en que se ejecutan las instrucciones pero lleva aparejado un incremento del consumo de energía.

1.3.11 RECURSOS ESPECIALES

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el costo, el hardware y el software. Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o "Timers".
- Perro guardián o "Watchdog".
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout".
- Estado de reposo o de bajo consumo.
- Conversor A/D.
- Conversor D/A.
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM.
- Puertas de E/S digitales.
- Puertas de comunicación.

1.3.11.1 Temporizadores o “Timers”

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores). Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

1.3.11.2 Perro guardián o “Watchdog”

Cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicia el sistema. Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día.

El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema. Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al Perro guardián antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea, no se refrescará al Perro guardián y, al completar su temporización, “ladrará y ladrará” hasta provocar el reset.

1.3.11.3 Protección contra fallas de alimentación o “Brownout”

Se trata de un circuito que reinicie al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior a un voltaje mínimo (“*brownout*”). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de *brownout* el dispositivo se mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.

1.3.11.4 Estado de reposo ó de bajo consumo

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Para ahorrar energía, (*factor clave en los aparatos portátiles*), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (*SLEEP en los PIC*), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos. En dicho estado se detiene el reloj principal y se “congelan” sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo “sueño” el microcontrolador. Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador se despierta y reanuda su trabajo.

1.3.11.5 Conversor A/D (CAD)

Los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde las patitas del circuito integrado.

1.3.11.6 Conversor D/A (CDA)

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patitas de la cápsula. Existen muchos efectores que trabajan con señales analógicas.

1.3.11.7 Comparador analógico

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según sea la señal.

1.3.11.8 Modulador de anchura de impulsos o PWM

Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de las patitas del encapsulado.

1.3.11.9 Puertas de E/S digitales

Todos los microcontroladores destinan algunas de sus patitas a soportar líneas de E/S digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando Puertas. Las líneas digitales de las Puertas pueden configurarse como entrada o como salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.

1.3.11.10 Puertas de comunicación

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos.

1.4 TIRISTORES

El tiristor es un semiconductor sólido de silicio formado por cuatro capas (*pnpn*) alternativamente, dispuestas como se observa en la figura 1.4.

Actúan como circuitos abiertos capaces de soportar cierto rango de voltaje hasta que se disparan. Una vez disparados, pasan a ser trayectorias de corriente de baja resistencia y permanecen así, aún después de haber quitado la señal de disparo, hasta que se reduzca la corriente a cierto nivel o hasta que se los desactive, dependiendo del tipo de dispositivo. Existen dispositivos tiristores unidireccionales y bidireccionales.

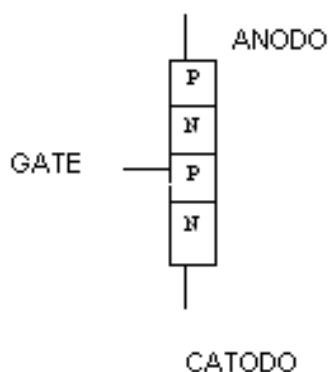


Fig. 1.4: Estructura de un tiristor (SCR)

Entre las principales ventajas de los tiristores tenemos innecesidad de precalentamiento, volumen reducido, fuerte resistencia a los choques y aceleraciones, posibilidad de trabajo en todas las posiciones, insensibilidad a la sobrecarga, fiabilidad, vida media muy larga, velocidad elevada de conmutación, caída de tensión directa muy baja y poca dependencia de la corriente ,etc.

Todo esto explica el hecho de que el tiristor haya conquistado o este en vías de hacerlo, nuevos y vastos dominios tales como la alimentación, la televisión en color, el automóvil, la opto electrónica, la lógica industrial, la regulación, automatismos, telefonía, etc.

1.4.1 LA FAMILIA DE LOS TIRISTORES

Los semiconductores conocidos como tiristores incluyen: Transistor unijuntura (*UJT*), transistor unijuntura programable (*PUT*), el diodo shockley, el rectificador controlado de silicio (*SCR*), el interruptor controlado de silicio (*SCS*), el Diac y el Triac, tiristores bloqueables (*GTO*), conmutador unilateral de silicio (*SUS*) y otros.

1.4.2 EL TRIAC

El triac es un dispositivo de tres terminales que se usa para controlar el flujo de corriente promedio hacia una carga. Un Triac difiere de un SCR en que al encenderse, puede conducir en cualquier dirección. El símbolo y el esquema lo muestra la Fig. 1.5. Cuando el triac es apagado, no puede fluir corriente entre los terminales principales, sin importar la polaridad del voltaje externo aplicado. El Triac por lo tanto actúa como interruptor abierto.

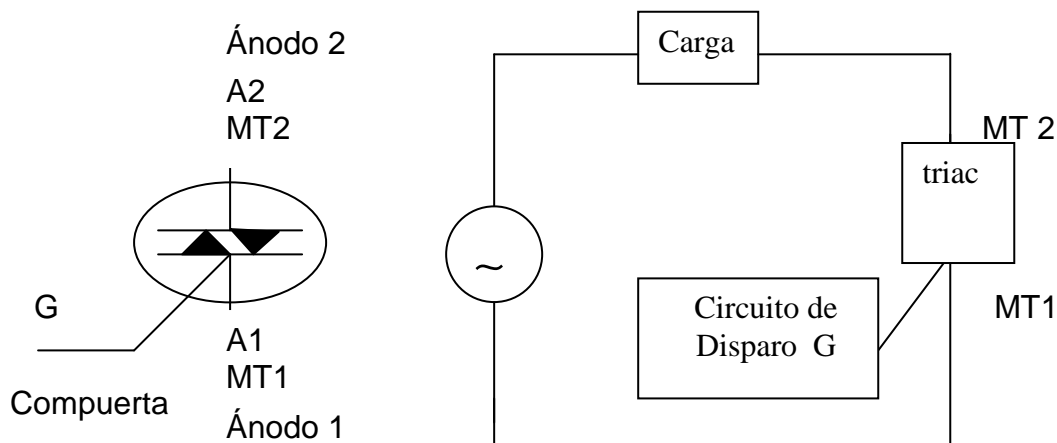


Fig. 1.5: Símbolo y esquema de un Triac

Cuando el Triac se enciende, hay una trayectoria de corriente de muy baja resistencia de una terminal a la otra, dependiendo de la dirección del flujo de la polaridad del voltaje externo aplicado. Cuando el voltaje es más positivo en MT2, la corriente fluye de MT2 a MT1. Cuando el voltaje es más positivo en MT1, la corriente fluye de MT1 a MT2. En ambos casos, el triac se comporta como un interruptor cerrado. Como se observa en la Fig. 1.5 un Triac es colocado en serie con la carga al igual que un SCR.

La corriente promedio entregada a la carga puede variarse alternando la cantidad de tiempo por ciclo que el Triac permanece en el estado de encendido. Un Triac no está limitado a 180° (ciclo positivo) de conducción por ciclo, con un arreglo adecuado del disparador, puede conducir durante el total de los 360° (ciclo positivo y negativo) del ciclo. Por tanto proporciona control de corriente de onda completa en lugar de control de media onda que se logra con el SCR. Los Triacs tienen la misma ventaja que los SCRs y los transistores, sobre interruptores mecánicos. No tienen rebotes de contacto, no existen arcos entre contactos parcialmente abiertos y operan con mucha mayor rapidez que los interruptores mecánicos, proporcionando por tanto control de corriente más preciso.

1.4.3 EL FOTO DETECTOR TRIAC O FOTOTRIAC.

El fototriac es un detector óptico en el que la condición de conducción o de no conducción está determinada por la luz a la que se exponen sus junturas.

Para disparar un triac se inyecta una corriente en la compuerta, lo que produce su saturación. Ahora bien la exposición del elemento a la luz puede equivaler a una corriente en la compuerta; en efecto, la iluminación crea pares electrón-hueco que separa el campo eléctrico a nivel de la unión y los inyecta en la compuerta del elemento considerado, en forma de portadores mayoritarios, creando así la corriente necesaria para el disparo.

1.5 OPTOACOPLOADORES

1.5.1 DEFINICIÓN

Cuando se combina una fuente LED en la misma cápsula con algún tipo de detector óptico de estado sólido (por lo general un semiconductor de silicio), el dispositivo recibe el nombre de optoacoplador o a veces optoaislador. La luz procedente del LED, normalmente infrarroja, llega al fotodetector atravesando un medio transparente como un ducto o plástico o, en algunos casos, un espacio de aire.

Esta estructura produce un dispositivo que permite el acoplamiento de señal entre dos circuitos electrónicos independientes y totalmente aislados entre sí. Según el tipo de cápsula, estos dispositivos pueden alcanzar aislamientos entre 2000 y 3750 V y aun mayores, siendo esta característica tomada muy en cuenta al momento de seleccionar el que se va a utilizar.

Los optoacopladores pueden clasificarse de acuerdo al fotodetector que utilizan, así tenemos:

- LED-FotoSCR

- LED- FotoTriac

En ambos casos la conducción o no conducción del fototiristor depende de la incidencia o no de la luz infrarroja. En la figura 1.6 se muestra un optoacoplador con la estructura LED-Foto Triac.

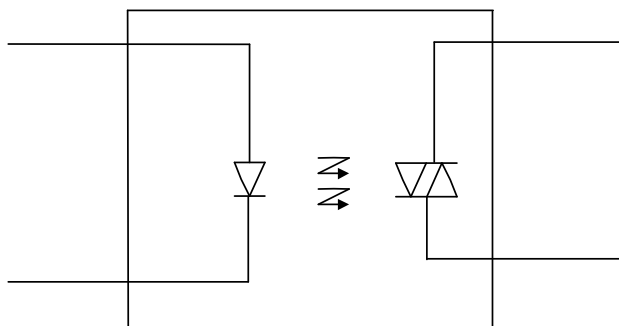


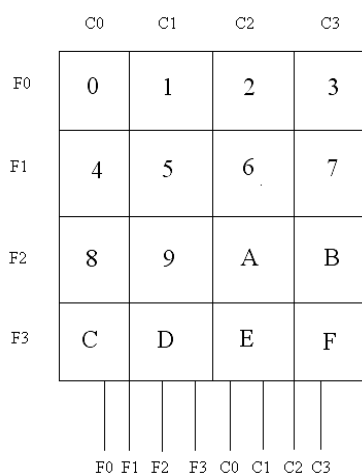
Fig. 1.6: Optoacoplador LED-Triac

1.5.2 PARAMETROS DE UN OPTOACOPLADOR

- Potencia de salida radiada, intensidad radiada y sensibilidad luminosa.
- Corriente oscura, que se define como la corriente de salida en ausencia de la fuente luminosa.
- Razón de transferencia de corriente, expresada en porcentaje y que se refiere al cociente entre la corriente de salida del optoacoplador y la de entrada al LED.
- Resistencia y voltaje de aislamiento entre la entrada y salida de un optoacoplador.
- Velocidad de conmutación y retardos de respuesta, que describen el comportamiento dinámico de la salida del optoacoplador respecto de pulsos de corriente aplicados al LED de entrada.

1.6 FUNCIONAMIENTO DEL TECLADO

En el funcionamiento de teclado, desde el punto de vista eléctrico, cada tecla de un teclado es un mecanismo idéntico a un pulsador. La aportación del teclado constituye la configuración de las teclas, para que necesiten pocas líneas de entrada en la detección de la que se ha presionado.



C = Columnas

F = Filas

Fig. 1.7: diagrama de un teclado

El programa que gestiona el teclado, saca secuencialmente un nivel lógico bajo por una de las cuatro líneas de salida que se aplican a las filas, al mismo tiempo que lee el nivel lógico introducidas por las columnas. Si ninguna de las teclas de la columna por la que se introduce el nivel bajo está pulsada, se leerá un nivel alto en las cuatro columnas, pasando a activar la siguiente fila. Si se aplica en la fila un nivel bajo y al leer las columnas una de ellas se encuentra en nivel bajo, se deduce que la tecla asociada a dicha columna se halla presionada.

1.7 OTROS DISPOSITIVOS EMPLEADOS

1.7.1 RESISTENCIAS

1.7.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las resistencias, son elementos pasivos en un circuito; que pueden ser fijos, variables y no lineales; se utilizaran los elementos fijos los cuales no constan en el ECG, por esta razón, la técnica para saber que elemento es o a cuanto equivale es necesario saber el código de colores de las resistencias:

1.7.1.2 Código de colores

Ejemplos:

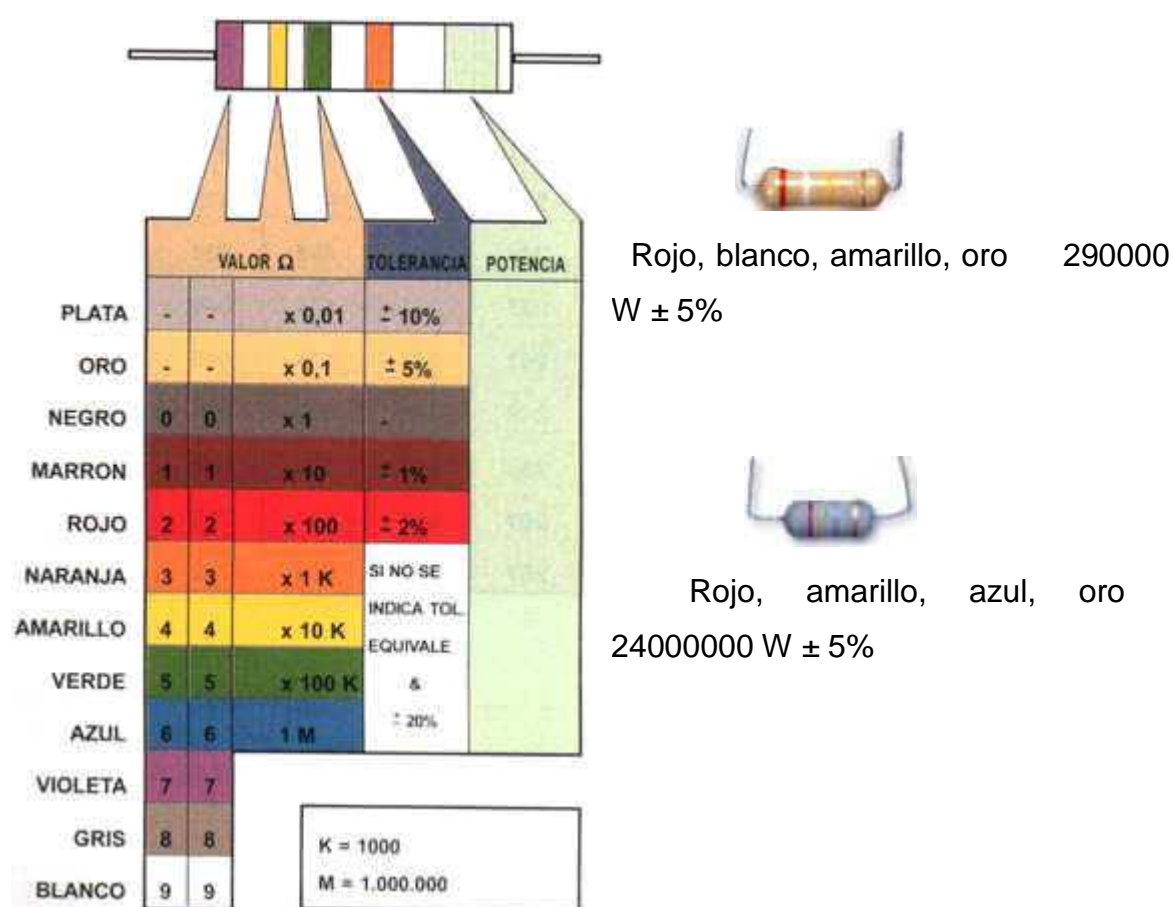


Fig. 1.8: diagrama de un teclado

Cuando tienen cuatro colores y la tolerancia, el 4º color nos indica el factor multiplicador, o sea el número de ceros.

Los valores normalizados para resistores de aglomerado y de película de carbón, hasta una potencia de 2W son los siguientes:

1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Utilizando un factor multiplicador comprendido entre 0,1 y 1000000.

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR A UTILIZAR

El avance tecnológico en el campo de la electrónica, hace que el mercado disponga de muchos dispositivos electrónicos, diseñados cada uno para resolver determinado requerimiento dentro de los procesos de control y otras aplicaciones.

Los microcontroladores son los avances tecnológicos más importantes de los últimos años, pues encuentra aplicaciones en todos los campos de la ingeniería.

La selección del microcontrolador ha utilizarse en este proyecto se realizó en base a los parámetros y necesidades del mismo. Se llegó a la conclusión de que el microcontrolador que tiene los puertos y la capacidad es el PIC16F870; pero había que adaptarse a la fluidez del mercado, en cuyo caso el PIC mencionado anteriormente se encuentra disponible escasamente en el mercado y con elevado precio.

Debido a lo anterior relatado se optó por averiguar la tendencia de los microcontroladores, es decir se investigó los precios y las características necesarias para adaptarlo a este proyecto; parece ilógico que un microcontrolador de mayor capacidad y con mayor posibilidad de puertos, se encuentre con un precio mucho más accesible que el PIC16F870, este es el caso del PIC16F877A.

En los siguientes gráficos que se presentan a continuación se observa claramente las diferencias entre ambos PICs, por cuyas características se acogió sin lugar a dudas el PIC16F877A.

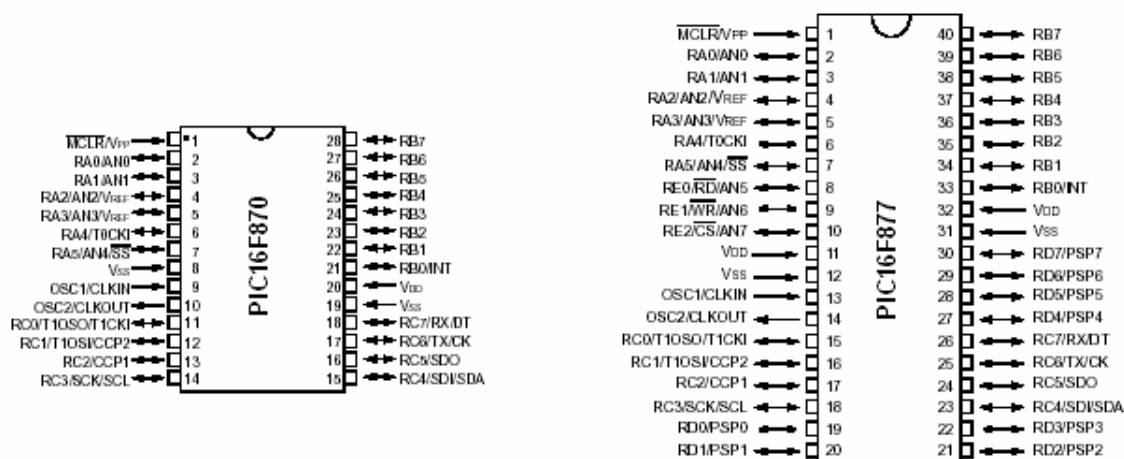


Fig. 2.1: Diferencias entre el PIC16F870 y el PIC16F877A

El microcontrolador PIC 16F877A de 40 pines, aprovecharemos las siguientes ventajas que ofrece:

- Dispone de un conversor Analógico/Digital con 8 canales de entrada y 10 bits de resolución que me permite procesar señales analógicas como lo es la temperatura.
- Disponen de 5 puertas (PA, PB, PC, PD, PE) de Entrada/Salida con un total de 33 líneas para conectar periféricos exteriores.
- Posee una memoria de datos RAM de 368 bytes y tipo EEPROM de 256 bytes para guardar datos de forma no volátil.
- El repertorio de instrucciones para su programación tienen formatos y modos de direccionamiento sencillos y se componen de solo 35 instrucciones.
- El PIC 16F877A esta disponible en el mercado a un precio relativamente bajo con respecto a las aplicaciones que brinda.

- Posee una memoria de programa tipo FLASH; en la que se graba el programa de aplicación con una capacidad de 8K palabras de 14 bits cada una. Esta memoria puede soportar hasta 1000 operaciones de escritura y borrado mediante un proceso totalmente eléctrico que no precisa sacar al microcontrolador de su zócalo.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL AUTOMÁTICO

Para comandar los dispositivos de corriente alterna con interrupciones y temporizaciones usando el microcontrolador 16F877A, el cual es el encargado de recibir los datos y las señales de entrada, procesarlos y enviar datos y señales de salida que son encargados de controlar el circuito de potencia.

A través de un teclado se comanda a la tarjeta para que sea utilizada según la necesidad, se la podría programar de dos formas:

- **Siendo un temporizador:** se utiliza el teclado para que cuente de forma regresiva y después del tiempo estipulado accione o encienda luces en un determinado tiempo; o se le podría programar para que apagara las luces después de un tiempo determinado por el teclado.
- **Con interrupciones:** dejando a la necesidad de la persona que va a utilizar, puede ser con contactores o por sensores; el detalle es que llegue una señal a una interrupción del microcontrolador en cuyo momento accione o desactive el control de potencia.

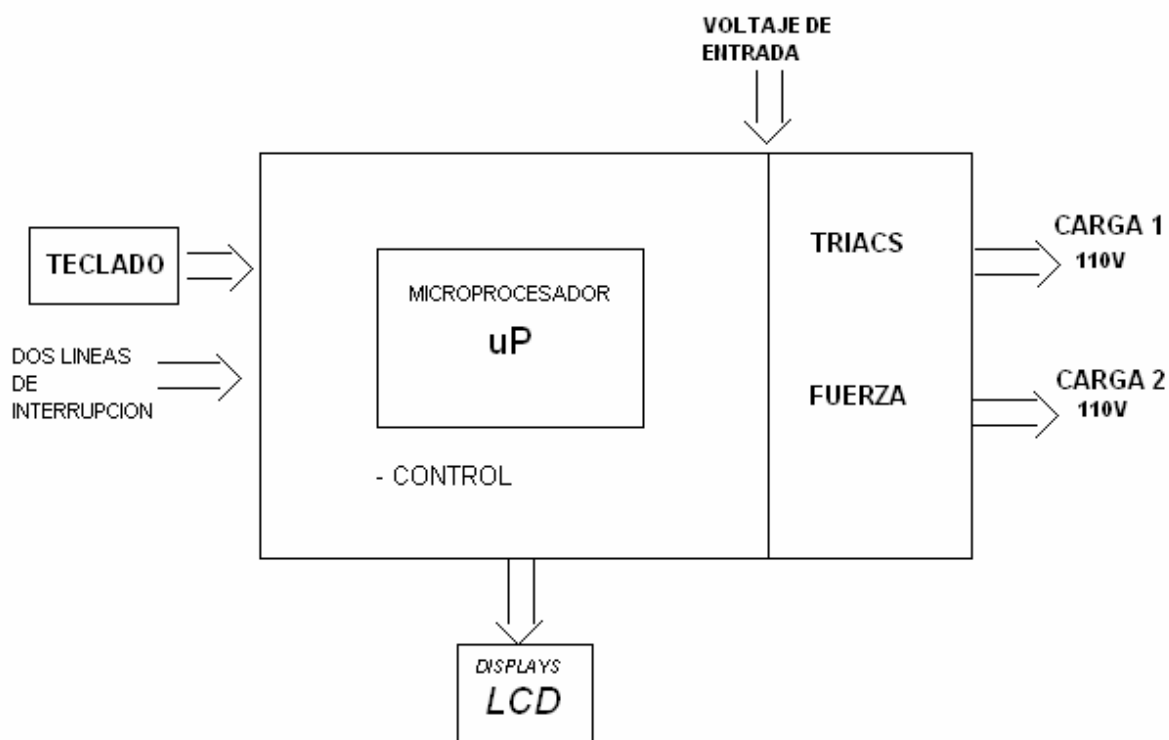


Fig. 2.2: Diagrama general del sistema de control automático.

2.2.1 ETAPA DE ALIMENTACIÓN

El voltaje necesario para que funcione correctamente y no se dañe algún elemento del equipo es de 5 voltios DC regulado, siendo así; tanto para la polarización de los chips y de todos los demás circuitos que necesitan corriente continua dentro del control automático. Este voltaje DC lo obtenemos de la fuente DC implementada de acuerdo al circuito de la figura 2.3.

En este circuito el voltaje de la red pública es transformado en 12VAC con la utilización de un transformador 120VAC/12VAC a 1 A. Este voltaje de salida es rectificado por el puente rectificador (ECG960); para ser filtrado por el condensador de 220uF a 50V. Esta señal es recibida por el regulador de voltaje ECG960 que proporciona +5VDC; y este voltaje es recibido por un condensador de 100nf para que corte esos pequeños picos que podrían existir en la salida, saliendo así el valor requerido por los elementos del circuito sin temor a que el

regulador falle en proporciones grandes como pasaría con un transformador común comprado normalmente, donde no tienen este regulador de voltaje y estos si le pueden hacer daño a nuestro control automático.

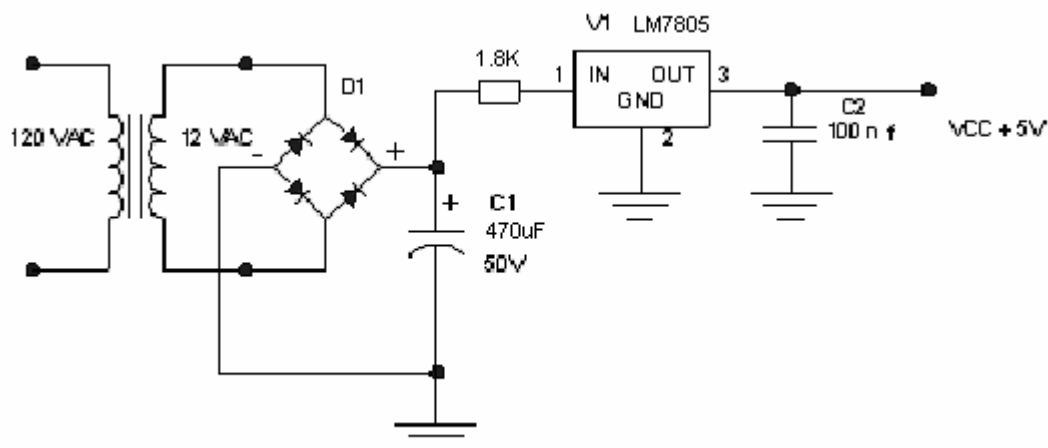


Fig. 2.3: Grafico de la fuente de alimentación.

2.2.2 ETAPA DE INGRESO DE DATOS

Los valores de tiempo máximo y de tiempo mínimo, son introducidos por el usuario a través de la utilización de un teclado que está conectado con el microcontrolador PIC16F877A, que es el receptor de la información, el mismo que la almacena y luego la procesa.

Desde el punto de vista eléctrico, cada tecla de un teclado es un mecanismo idéntico a un pulsador. La aportación del teclado constituye la configuración de las teclas, para que necesiten pocas líneas de entrada en la detección de la que se ha presionado. El teclado ha utilizarse se encuentra en la figura2.4.

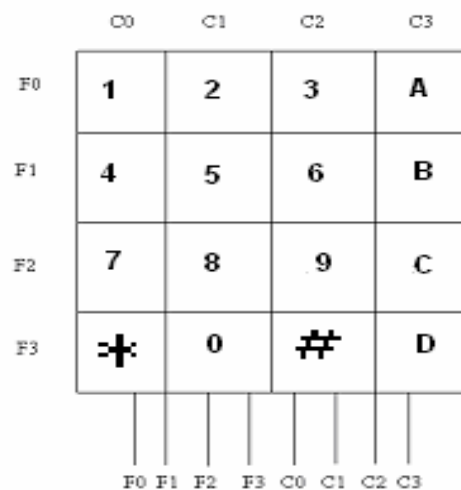


Fig. 2.4: modelo de teclado S.C. PIC

En el control automático se utilizó el teclado matricial que consta de 16 teclas, que permite que solo existan 8 líneas de salida que se unirán al PIC para su gestión. Este teclado es del tipo teclado de contacto que evita en gran medida las señales de rebote y permite una lectura muy rápida.

Las líneas de menos peso de la puerta B (RB0-RB3) se configuran como salidas que aplican un patrón de estados lógicos a las cuatro filas del teclado. Las cuatro líneas utilizadas de la puerta D (RD0-RD3) están configuradas como entradas y reciben los niveles que tienen las cuatro columnas del teclado. Cuando no existe presionada ninguna tecla, la puerta D recibe un nivel lógico alto, pues se encuentra conectada a VCC a través de las resistencias de 2.7 K que limitan la corriente.

El programa que gestiona el teclado, saca secuencialmente un nivel lógico bajo por una de las cuatro líneas de salida que se aplican a las filas, al mismo tiempo que lee el nivel lógico introducidas por las columnas en las líneas RD0-RD3. Si ninguna de las teclas de la columna por la que se introduce el nivel bajo está pulsada, se leerá un nivel alto en las cuatro columnas, pasando a activar la siguiente fila. Si se aplica en la fila un nivel bajo y al leer las columnas una de

ellas se encuentra en nivel bajo, se deduce que la tecla asociada a dicha columna se halla presionada.

2.2.3 ETAPA DE VISUALIZACIÓN

Antes de aparecer los módulos LCD, se utilizaban los Displays de siete segmentos para poder mostrar la información. Tenían una gran limitación de poder mostrar los caracteres alfa numéricos y símbolos especiales, también consumían demasiada corriente y ocupaban demasiado espacio físico. Posteriormente aparecieron otros tipos de displays mas complejos que podían mostrar algunos caracteres y símbolos; pero tenían de igual manera mucho consumo de corriente y espacio físico ocupaban también bastante espacio físico.

Finalmente aparecieron los módulos LCD o pantallas de cristal líquido la cual tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control preprogramada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no hace falta realizar tablas especiales.

La definición más clara de un LCD es: una pantalla de cristal líquido que visualiza unos ciertos caracteres. Para poder hacer funcionar un LCD, debe de estar conectado a un circuito impreso en el que estén integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege.

En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, $2 \times 16 = 32$ caracteres. A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.

Tiene un consumo de energía de menos de 5mA y son ideales para dispositivos que requieran una visualización pequeña o media.

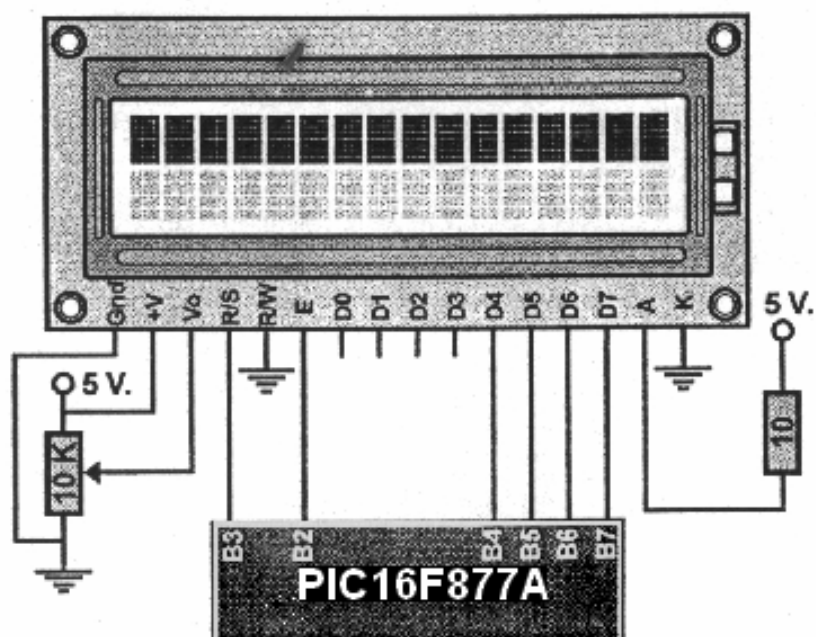


Fig. 2.5: Diagrama de visualización

El LCD se puede conectar con el PIC con un bus de cuatro u ocho bits, la diferencia se encuentra en el tiempo que se demora, pues la comunicación a los cuatro bits, primero envía los cuatro bits mas altos y luego los cuatro bits mas bajos, mientras que la de ocho bits envía todo al mismo tiempo, eso no es inconveniente si consideramos que el LCD trabaja en microsegundos.

PIN	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de 5V CC
3	Vo	Ajuste del contraste el cristal líquido (0 a +5V)
4	RS	Selección del registro Control/Datos RS=0 reg. control RS=1 reg. Datos
5	R/W	Lectura/Escritura en LCD R/W=0 escritura (Write) R/W=1 lectura (Read)
6	E	Habilitación E=0 módulo desconectado E=1 módulo conectado

7	D0	Bit menos significativo (bus de datos bidireccional)
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	Bit mas significativo (bus de datos bidireccional)
15	A	Alimentación del backligh +3,5V o +5V CC (según especificación técnica)
16	K	Tierra GND del backligh

Fig. 2.6: Tabla del funcionamiento de cada Pin del LCD

La declaración LCDOUT sirve para mostrar ítems en una pantalla de cristal líquido, se utiliza escribiendo:

LCDOUT luego \$FE, y seguido por el comando a utilizar. El siguiente grafico muestra claramente los comandos mas utilizados.

COMANDO	OPERACIÓN
\$FE , 1	Limpia el visor del LCD
\$FE , 2	Vuelve al inicio (comienzo de la primera línea)
\$FE , \$OC	Apagar el cursor
\$FE , \$OE	Subrayado del cursor activo (_)
\$FE , \$OF	Parpadeo del cursor activo (■)
\$FE , \$10	Mover el cursor una posición a la izquierda
\$FE , \$14	Mover el cursor una posición a la derecha
\$FE , \$80	Mueve el cursor al comienzo de la primera línea
\$FE , CO	Mueve el cursor al comienzo de la segunda línea
\$FE , \$94	Mueve el cursor al comienzo de la tercera línea

\$FE , \$D4	Mueve el cursor al comienzo de la cuarta línea
-------------	--

Fig. 2.7: Tabla de los comandos mas utilizados para manejar un LCD

2.2.4 ETAPA DE PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

El funcionamiento óptimo del control automático a depende fundamentalmente del programa implementado en el PIC16F877A, pues este programa es el que relaciona las diferentes etapas que lo conforman, gestionando el ingreso de datos, ingreso de la señal analógica, procesamiento de la información, y, salida de la señal de control.

2.2.4.1 Puertas y registros del PIC a utilizarse

En esta fase del programa se determina cuales son las líneas de entrada, las líneas de salida y las líneas de entrada del voltaje referencial.

Puertas A, B, C, D

Estos registros fueron utilizados como entradas en unos casos y como salidas en otros casos de acuerdo a la configuración de los TRIS (A, B, C, D) correspondientes.

Configuración de pórtilos en el proyecto:

PORTAC Configurado como entrada.

PORTB Y PORTD Configurados como salida.

Registros de configuración de puertas:

TRIS B

0	0	0	0	0	0	1/0	1/0
7							0

TRIS D

1/0	0/1	X	X	X	X	X	X
7							0

TRIS C

1	1	1	1	1	1	1	1
7							0

Para los tres registros se cumple:

0: El pin correspondiente en el puerto es configurado como salida.

1: El pin correspondiente en el puerto es configurado como entrada.

X: Condición no importa, ya que en el programa implementado no se manipularon estos bits.

1/0 ó 0/1: cumplen funciones de entradas o salidas; pero con características propias detalladas a continuación:

- Registro de interrupciones

TRIS B

0	0	0	0	0	0	0/1	1/0
7							0

RB0 y RB1 cumplen con condiciones de interrupciones, es decir que funcionan de acuerdo a la necesidad, estando normalmente en uno lógico pasa a ser 0 lógico o viceversa.

Internamente también dan paso a que los registros tomen o adopten una posición de la siguiente manera:

Registro de control de interrupciones (intcon):

INTCON							
GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIF	TOIF	INTF	RBIF
1/0	X	X	X	X	1/0	X	X
7							0

Los bits de este registro que fueron utilizados son:

GIE: bit de permiso global de interrupciones

1 = permitido

0 = prohibido

TOIF: Señalizador de desbordamiento en TMR0

0 = El TMR0 no se ha rebasado.

1 = El TMR0 se ha rebasado. Se borra por el Software.

Registro de opciones:

El registro OPTION_REG toma el valor de 11111111 en cualquier tipo de reinicialización que se produzca: Es utilizado para la configuración del TMR0.

OPTION_REG							
RBPU#	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
1	1	0	0	0	1	1	1
7							0

PS2	PS1	PS0
1	1	1

Este valor determina la división del TMR0 1:256

PSA = 0: El divisor de frecuencia se le asigna al TMR0.

TOSE = 0: Incremento del TMR0 Con el flanco ascendente.

INTEDG = 1: Flanco descendente activo de interrupción externa.

TOCS = 0: Pulsos de reloj interno $F_{osc}/4$ ((temporizador).

RBPUP# = 1: Resistencias de Pull-up de la puerta B activadas.

Registro de señalizadores de interrupciones:

Actúa como señalizador del momento en el que se origina la causa que provoca la interrupción, independientemente si está permitida o prohibida.

PIR1

PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
X	1/0	X	X	X	X	X	X
7							0

ADIF = 0 No ha terminado la interrupción.

ADIF = 1 La interrupción ha finalizado.

X = Condición no importa.

El resto de bits de este registro están representados por la condición no importa ya que no tiene utilización en este programa.

- Registro de salidas

TRIS D

1/0	0/1	X	X	X	X	X	X
-----	-----	---	---	---	---	---	---

En este caso siguen siendo salidas pero yo les adopto la forma en la que tienen que salir, ya que tiene que estar la carga uno normalmente apagada siendo esta RD6 y cuando se active pasar a encenderse; caso contrario ocurre con RD7 que encontrándose normalmente encendida pasa a apagarse la carga dos.

2.2.4.2 Distribución de la parte física del PIC a utilizarse

En esta fase del programa se determina cuales son las líneas de entrada, las líneas de salida, las líneas de entrada del voltaje referencial y otras líneas pero en esta ocasión de forma física.

El desglose de los pines utilizados del PIC 16F877A, es de la siguiente manera:

Para funcionamiento del PIC

Numero del Pin	DESCRIPCION DE LA UTILIZACION
1	Conectado normalmente a VCC (5voltios)
13 y 14	Deben conectarse al cristal que convenga con la practica
11 y 32	Se deben conectar a VCC (5 voltios)
12 y 31	Se deben conectar a GND (0 voltios)

Fig. 2.8: Tabla de distribución de pines para funcionamiento del PIC

Pórticos utilizados en el proyecto

Numero del Pin	Puerto	DESCRIPCION DE LA UTILIZACION
33 y 34	RB0 y RB1	Utilizados como interrupciones
35,36,37,38,39 y 40	RB2,RB3,RB4,RB5, RB6 Y RB7	Salidas, para mostrar lo que ocurre en el PIC por medio del LCD.
15,16,17,18	RC0,RC1,RC2,RC3	Entradas, es el ingreso del teclado
23,24,25,26	RC4,RC5,RC6,RC7	

29 y 30	RD6 Y RD7	Salidas, para comandar los optotriacs
---------	-----------	---------------------------------------

Fig. 2.9: Tabla de distribución de pines de los pódicos utilizados

2.2.4.3 Funcionamiento del programa a utilizarse en el PIC 16F877A

El funcionamiento del programa explicara como funcionan los implementos del circuito expuestos anteriormente (LCD, teclado y otros); a través del programa implementado y que se encuentra dentro del PIC 16F877A (el programa del PIC16F877A esta en la sección 2.2.4.4), de la siguiente manera:

- Al encender la circuitería, el LCD mostrará la frase “BIENVENIDOS ESFOT”; en este mismo momento la carga uno se encuentra apagada y la carga dos se encuentra encendida.
- Solamente pulsando la tecla **D** se podrá tener acceso a los tres parámetros del circuito presentados en el LCD como es **A, B, C**; si se vuelve a pulsar **D** entonces regresará a la opción anterior.
- Si se pulsa **A** entonces hay que ingresar un tiempo compuesto por horas, minutos y segundos, al ingresar el tiempo se aplasta nuevamente **A** y empieza a correr el tiempo solicitado; al termino de dicho tiempo, la carga uno se enciende y la carga dos se apaga hasta que cuente 5 minutos internamente y luego regresa al estado original.
- Si se pulsa **B** se activan las interrupciones donde RBO o el pin 33 se activará cuando ingrese un 1L, en cualquiera de los dos casos que se activen alguno de los dos, esto dará paso a que la carga uno se encienda y la carga dos se apague, lo cual dura 5 minutos y cuando ya ha transcurrido el tiempo regresará a su estado original que es simplemente la carga uno apagada y la carga dos encendida.

- Al pulsar **C** nos daremos cuenta que es la combinación del primer y segundo sistema, es decir colocamos las horas, minutos y segundos , pulsamos **C** comienza a correr el tiempo a no ser que una de las dos interrupciones se activen, en este caso la carga uno pasa a encenderse y la carga dos a apagarse y luego se 5 minutos vuelve a seguir en su cuenta regresiva hasta que llegue otra interrupción o se acabe el tiempo, en el momento que el tiempo haya finalizado se enciende la carga uno y se apaga la carga dos realizándolo por 5 minutos y luego vuelve a su estado original.

NOTA: la carga 1 es comandada por el puerto RD6, la carga 2 es comandada por el puerto RD7 a través de los opto acopladores y triacs.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA
IMPLENTADO EN EL PIC 16F877

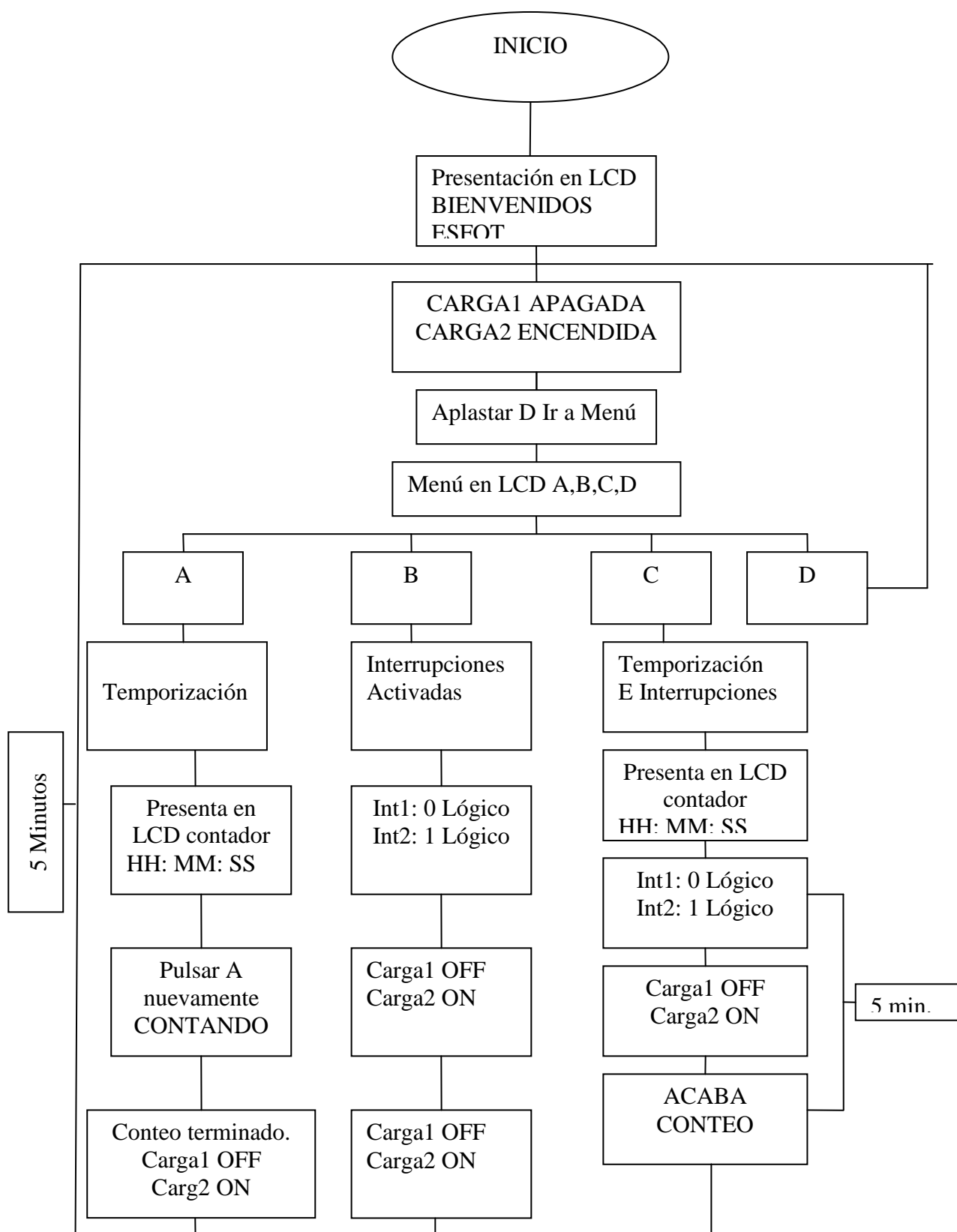


Fig. 2.10: Diagrama de flujo del funcionamiento del programa

2.2.5 ETAPA DE OPTOACOPPLAMIENTO

Una vez ejecutado el programa, se tiene como consecuencia, niveles lógicos altos y bajos en determinadas líneas de salida de la puerta C, que son las que van a controlar los circuitos de potencia. La unión entre el circuito de control y de potencia, se realiza utilizando la etapa optoacoplador mostrada en la Fig. 2.10.

CIRCUITO DE LA ETAPA DE OPTOACOPPLAMIENTO

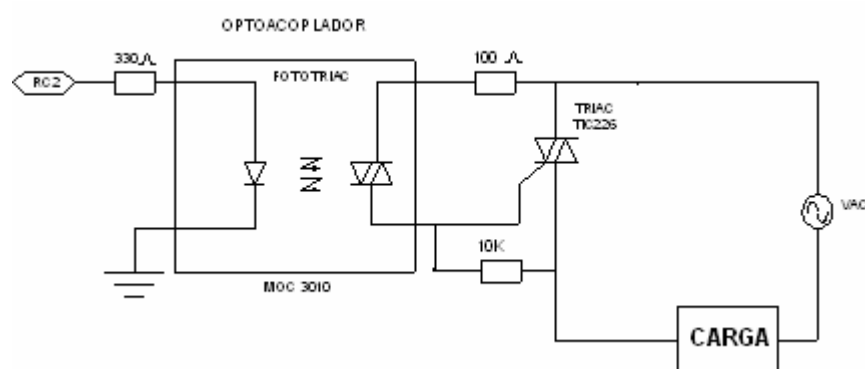


Fig. 2.10 Etapa de optoacoplamiento

En esta etapa se eligió el optoaislador triac MOC3010 por las siguientes características:

- Su temperatura de trabajo entre -40°C y 85°C que está dentro del rango necesitado por el equipo
- La parte emisora soporta hasta 60mA de corriente directa y 3V de voltaje inverso. Estos valores son compatibles por los enviados por el PIC.
- La parte detector soporta entre sus terminales un voltaje de 250V y 1 A de corriente.

Como Triac de potencia se utilizó el TIC226 porque la corriente de 8A que soporta y su voltaje de trabajo de 400V son suficientes para manejar las bobinas de contactores de potencia de los sistemas de ventilación y calefacción. En nuestro proyecto las salidas del TRIAC de potencia las hemos conectado a una

bornera, de donde se pueden alimentar las bobinas de contactores de potencia que manejan los sistemas de calefacción y ventilación.

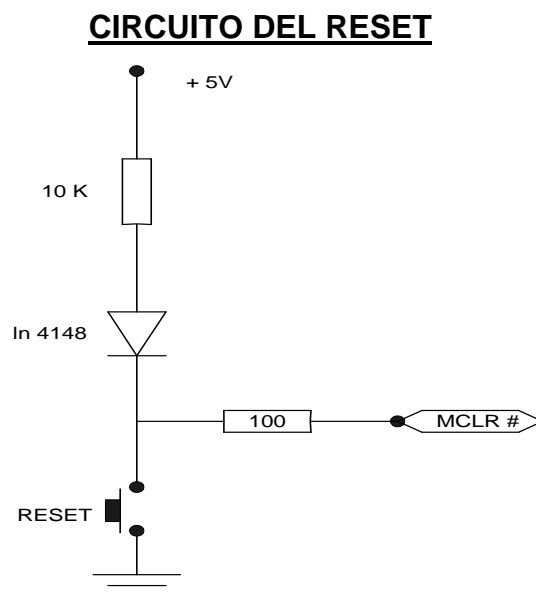


Fig. 2.11 Circuito de reset.

2.2.6 CIRCUITO DE RESET

El circuito de reset permite que al pulsar el pulsador, en el pin1 de microcontrolador (MCLR#/Vpp/THV) se tenga un nivel lógico básico que reinicia la ejecución del programa. La Fig. 2.11 muestra el circuito.

2.2.7 CIRCUITO DE OSCILADOR

El circuito del oscilador va conectado a los pines 13 y 14 del microcontrolador (OSC1S/CLKIN y OSC2/CLKOUT) y permiten introducir en el micro la señal de reloj necesaria para su funcionamiento la Fig. 2.12 muestra este circuito.

CIRCUITO DEL CRISTAL OSCILADOR

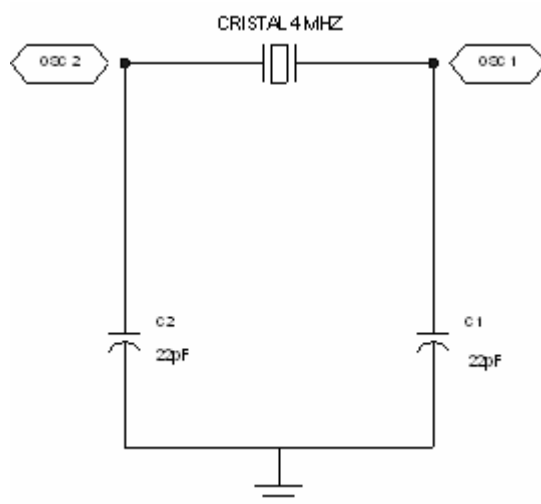


Fig. 2.12 Circuito del oscilador.

2.3 DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPORIZACIONES E INTERRUPCIONES

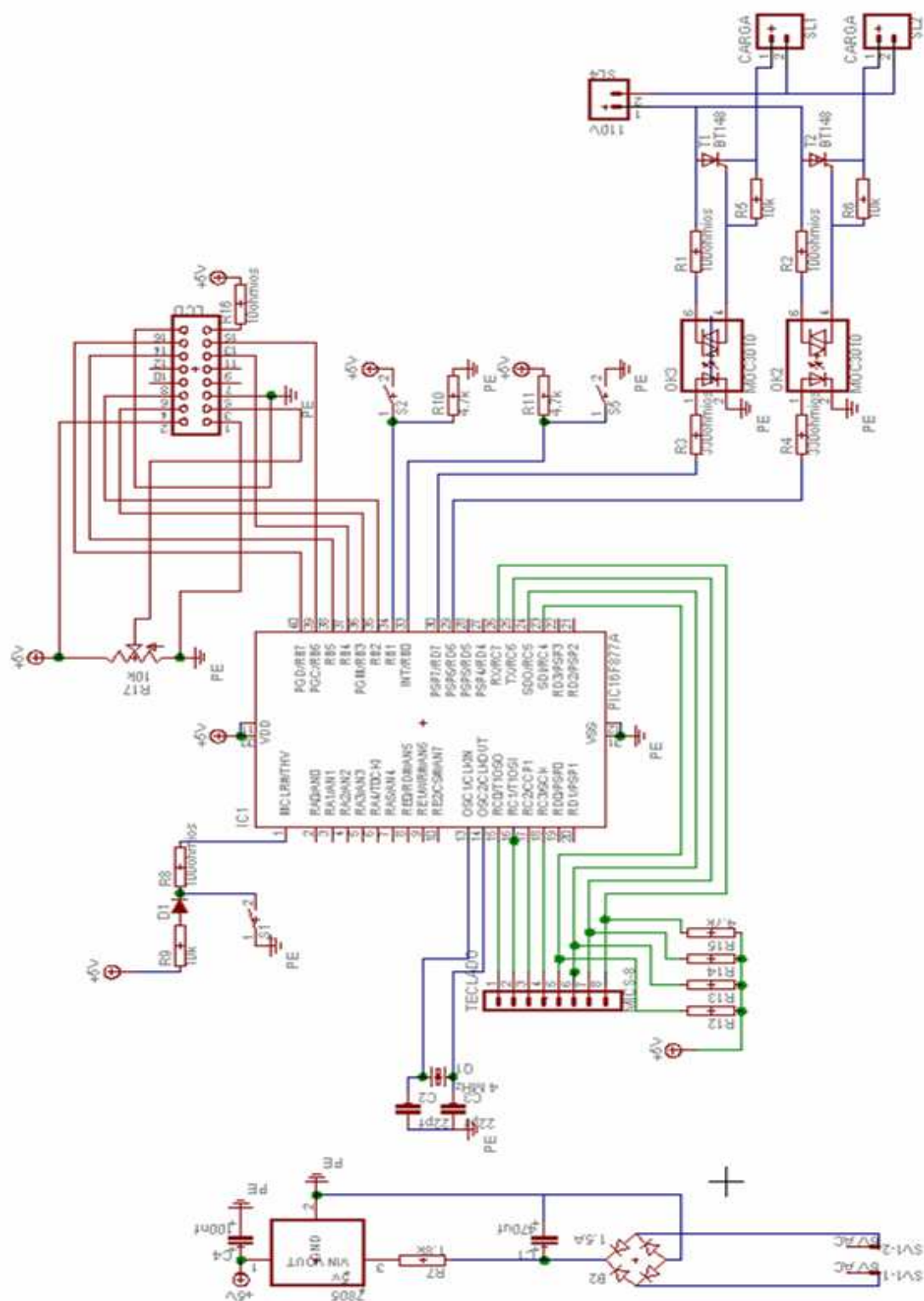


Fig. 2.13 Diagrama esquemático del control automático.

2.4 CIRCUITO IMPRESO DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPORIZACIONES E INTERRUPCIONES

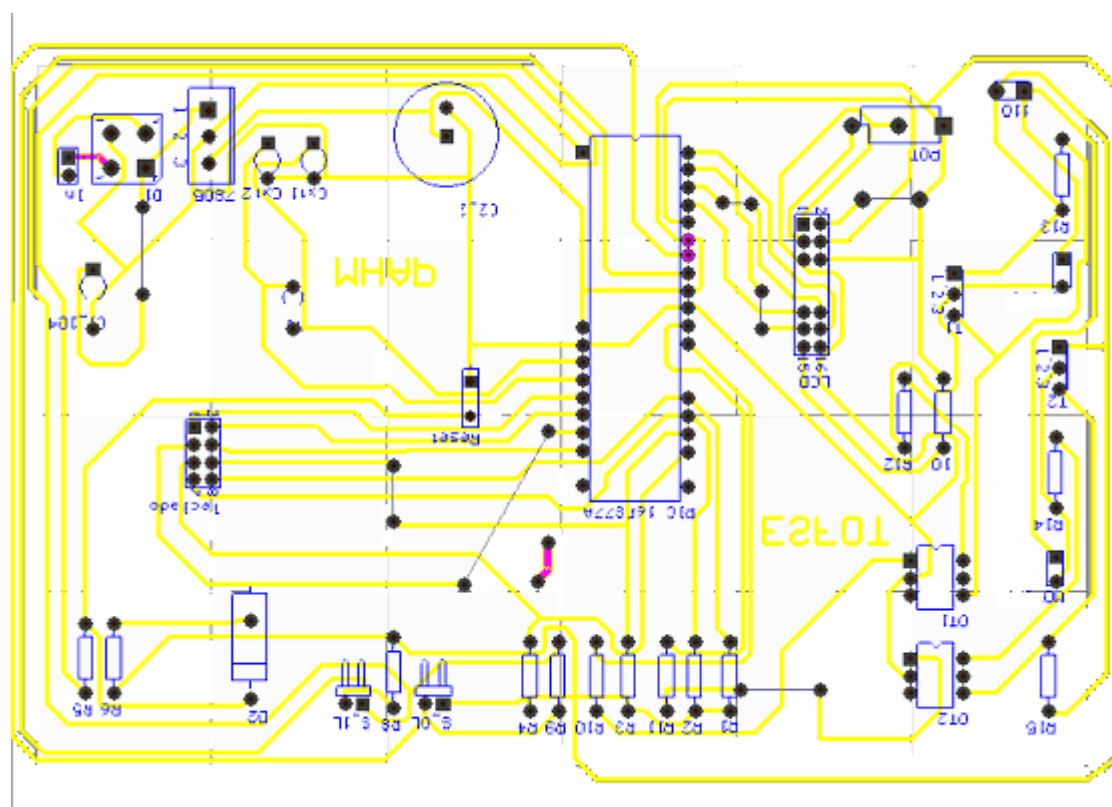


Fig. 2.14 Circuito impreso del control automático.

CONCLUSIONES

- Es posible diseñar y construir un prototipo de tarjeta para comandar dispositivos de corriente alterna; permitiendo realizar temporizaciones e interrupciones usando el microcontrolador 16F877A, dándole diferentes tipos de aplicaciones según sea la necesidad del usuario.
- La utilización del microcontrolador PIC 16F877A disminuyó las probabilidades de una circuitería mas extensa, diseñando así un circuito que consta solo de los elementos necesarios que en este caso son el ingreso de datos (teclado), la salida de datos (LCD), la fuente de polarización para el circuito (fuente de 5 voltios), las resistencias que son de protección para las diferentes elementos electrónicos, la etapa de potencia (diseñada para aislar la parte electrónica de la parte eléctrica) y el programa que es fundamental para el controlador integrado programable al principio mencionado.
- Los TRIACS presentan mayor vida útil, en comparación a otros dispositivos electrónicos como son los relés; ya que tienen un número limitado de conmutaciones debido a su sistema electromecánico, que provoca arcos eléctricos que deterioran más rápidamente los contactos.
- Se utilizó el LCD (2x16 caracteres), disminuyendo circuitería de display comunes, transistores y resistencias adicionales; ya que éste fue ideal no solamente para observar números y letras sino también expresiones de mayor número de caracteres.
- El programa editor de texto que se utilizó para la programación del PIC 16F877A es el *software microcode Studio* (este programa es parecido al

Basic), ya que es un programador de alto nivel, es decir que se lo puede entender mas fácilmente que un lenguaje ensamblador; este ultimo es mas largo y difícil de entender, y además debemos conocer las posiciones de memoria y la arquitectura del PIC (este caso es el programa *assembler*).

- Para facilitar el desarrollo del programa se utilizó el software llamado *Proteus 6.0* para simular el funcionamiento del diseño de este proyecto; reduciendo el área de errores al llevar este proyecto a una circuitería real.

RECOMENDACIONES

- Al igual que otros aparatos electrónicos este proyecto no está exento de ser atrofiado por campos magnéticos por voltajes no regulados; también le afectan los problemas de humedad o demasiada temperatura.
- Colocar zócalos es de gran utilidad dentro de los circuitos impresos ya que aparte de proteger los integrados en el momento de soldar; el reemplazo o mantenimiento de uno de ellos se facilita de gran manera, al punto que ya no es necesario desoldar y así dañar parte de la paca ya impresa.
- Es recomendable que para este tipo de circuitos se coloquen integrados reguladores de voltajes, haciendo que salga solo el voltaje que se necesita, y de esta manera proteger y salvaguardar cada dispositivo electrónico dentro del proyecto.
- Es importante recomendar que antes de realizar el montaje de cualquier circuito de control implementado con el PIC16F877A u otro microcontrolador, primeramente debe simularse su funcionamiento en el software que lo maneje, en nuestro caso el *Proteus*, y solamente cuando

se tenga la absoluta seguridad de que cumple las funciones deseadas, grabarlo en el PIC; esto nos ahorra tiempo y pérdida de recursos en muchos casos.

APLICACIONES

Para tener una idea de lo que puede realizar este proyecto escribiremos diferentes formas de emplearlo, considerando que hay más maneras a parte de las que se explicarán a continuación.

- En el caso del temporizador; se puede utilizar como un reloj despertador conectando en el tomacorriente normalmente apagado, un radio o bocina, en el momento que termina de contar las horas que le colocó la bocina o radio se enciende logrando de esta manera un despertador.
- En el caso de los sensores; servirían con sensores ópticos o de movimiento que cubran el área necesitada; estos sensores envían un parámetro cambiando de un voltaje a otro, que en la mayoría de los casos son de 5 voltios o viceversa; en el momento que ocurra esto el proyecto recibirá el cambio dependiendo del dispositivo, solo entonces entrará como 0 lógico o 1 lógico y se activará o apagarán las cargas, que en este caso pueden ser las luces.
- En el caso del temporizador y sensores; se realiza un conteo para encender las luces a una hora determinada, pero en caso de que exista un merodeador o alguien que se encuentre cerca de los sensores entonces se encienden las luces conectadas al toma corriente normalmente apagado y luego del tiempo que se encuentra definido dentro del microcontrolador, se apagan las luces, dando paso al conteo regresivo puesto al principio, y luego que el tiempo del conteo finaliza entonces vuelven a encenderse las luces; para que luego del tiempo que se encuentra definido en el microcontrolador se vuelvan a apagar las

mismas, de esta manera da la impresión que se encuentra alguien en el lugar que se ha instalado este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CARLOS A. REYES (2004). Aprenda rapidamente a programar microcontroladores PIC.

- [2] Pedro Ruiz y José Poveda (2000). Biblioteca Básica Electrónica 3 Microprocesadores o "CHIPS".

- [3] ANGULO U., JOSE M. (2000). Microcontroladores PIC, Diseño práctico de aplicaciones. Madrid: McGraw- Hill.

- [4] AUCAPINA ESCOBAR, GERMAN. (2001). Sistemas de desarrollo para los microcontroladores PIC. Tesis de Ingeniería Eléctrica Escuela Politécnica Nacional.

- [5] HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO. (1991). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.

- [6] LILEN, H. (1988). Tiristores y Triacs. Barcelona- España: Boixareu - Editores.

- [7] MICROSOFT CORPORATION. (2004). Enciclopedia en carta.

REFERENCIAS:

- [8] Especificaciones técnicas y gráficas del microcontrolador PIC 16F877
http://www.microchip.com/data_sheet_DS30292C
- [9] Especificaciones técnicas y gráficas del optoaislador triac MOC3010
http://www.fairchildsemi.com/data_sheet_DS300256
- [10] Definiciones generales de los microcontroladores PIC de Microchip.
<http://www.simupic.com>