

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA**

### **CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL DE UN JUEGO DE LUCES Y LA VENTILACIÓN DE UNA DISCOTECA**

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

**EDISON JAVIER MELENA HEREDIA**

**DIRECTOR: Ing. Pablo López**

**Quito, Enero 2007**

## DECLARACIÓN

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

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

---

**EDISON JAVIER MELENA HEREDIA**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edison Javier Melena Heredia, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Pablo López MBA**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la Virgencita del Quinche por la vida y salud concedida.

A mí querido padre Sr. Miguel Melena porque gracias a su cariño y esfuerzo pude estudiar y llegar a cumplir esta meta.

A mi adorada madre Sra. María Heredia por su entrega, cariño y apoyo de toda la vida y sobretodo en la época estudiantil

Al ingeniero Pablo López por su acertada dirección y colaboración en la realización de este proyecto.

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo que es el resultado de varios años de estudio, dedicación y esfuerzo a las personas más importantes de mi vida.

### ***Mis padres***

Que me dieron la vida y las herramientas para superarme.

### ***Mi esposa***

Verito por su paciencia, amor y colaboración durante la realización de este proyecto.

### ***Mis hermanos***

Susana, Miguel, Graciela y María por su apoyo y cariño incondicional.

### ***Mis sobrinos***

Michael, Anita y Mateo por ser la alegría de la familia.

## CONTENIDO

<b>DECLARACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>V</b>
<b>CONTENIDO .....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>X</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 RESISTENCIA ELÉCTRICA.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 DEFINICIÓN .....	1
1.1.2 GENERALIDADES .....	1
1.1.3 TIPOS DE RESISTENCIAS .....	2
1.1.4 CODIFICACIÓN.....	4
<b>1.2 FUENTES DC .....</b>	<b>5</b>
1.2.1 GENERALIDADES .....	5
1.2.2 ETAPAS DE UNA FUENTE DE PODER.....	5
<b>1.3 CONDENSADORES .....</b>	<b>9</b>
1.3.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.3.2 TIPOS DE CONDENSADORES .....	9
1.3.3 TECNOLOGÍA DE LOS CAPACITORES ELECTROLÍTICOS .....	10
<b>1.4 OPTOACOPLADORES .....</b>	<b>11</b>
1.4.1 GENERALIDADES .....	11
1.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL OPTOACOPLADOR.....	12
1.4.3 TIPOS DE OPTOACOPLADORES .....	12
<b>1.5 EL TRIAC .....</b>	<b>14</b>
1.5.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL .....	14
1.5.3 CONSTRUCCIÓN BÁSICA, SÍMBOLO, DIAGRAMA EQUIVALENTE .....	15
1.5.4 MÉTODOS DE DISPARO.....	16

<b>1.6</b>	<b>SENSORES DE TEMPERATURA.....</b>	<b>17</b>
1.6.1	INTRODUCCIÓN.....	17
1.6.2	MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA .....	17
1.6.3	CONVERSIÓN DE UNIDADES.....	19
1.6.4	TIPOS DE INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA TEMPERATURA .....	19
1.6.5	SENSOR DE TEMPERATURA LM 35 .....	21
<b>1.7</b>	<b>LOS MICROCONTROLADORES .....</b>	<b>22</b>
1.7.1	INTRODUCCIÓN.....	22
1.7.2	CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR .....	23
1.7.3	PARTES DE UN MICROCONTROLADOR .....	23
1.7.4	IMPORTANCIA DEL MICROCONTROLADOR.....	24
1.7.5	TIPOS DE MICROCONTROLADORES .....	25
1.7.6	¿QUÉ MICROCONTROLADOR EMPLEAR?.....	25
<b>1.8</b>	<b>EL MICROCONTROLADOR PIC .....</b>	<b>26</b>
1.8.1	INTRODUCCIÓN.....	26
1.8.2	EL PIC 16F628 Y EL PIC 16F819.....	27
1.8.3	DIAGRAMA DE PINES DEL PIC 16F628A Y DEL PIC 16F819 .....	28
1.8.4	CIRCUITOS OSCILADORES PARA PIC'S .....	29
1.8.5	TIPOS DE OSCILADORES .....	30
1.8.6	CIRCUITOS DE RESET.....	31
<b>1.9</b>	<b>EL LCD.....</b>	<b>32</b>
1.9.1	INTRODUCCIÓN.....	32
1.9.2	TIPOS DE MÓDULOS LCD .....	33
1.9.3	ASPECTOS IMPORTANTES PARA CREAR UN CARACTER EN LCD .....	34
1.9.4	IDENTIFICACIÓN DE PINES DE UN MÓDULO LCD .....	35
1.9.5	INTERFACE DEL DISPLAY CON UN MICROCONTROLADOR.....	37
<b>1.10</b>	<b>SET DE INSTRUCCIONES PARA PROGRAMAR PIC'S.....</b>	<b>38</b>
<b>1.11</b>	<b>EL SIMULADOR COMPILADOR “PIC SIMULATOR IDE”.....</b>	<b>39</b>
<b>1.12</b>	<b>EL PROGRAMADOR, COMPILADOR “MICROCODE STUDIO” .....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO II:</b>	<b>CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>2.1</b>	<b>PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>46</b>
2.1.1.	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA SENSAR LA TEMPERATURA.....	47
2.1.2.	DESARROLLO DEL PROGRAMA “SENSOR DE TEMPERATURA”: .....	47
2.1.3.	PROGRAMA ASSEMBLY PARA SENSAR LA TEMPERATURA.....	49
2.1.4.	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA CONTROLAR LAS LUCES. ....	52
2.1.5.	DESARROLLO DEL PROGRAMA “CONTROL DE LUCES”: .....	55
2.1.6.	PROGRAMA ASSEMBLY PARA EL CONTROL DE LUCES .....	56

2.1.7.	GRABACIÓN EN EL PIC .....	57
2.1.8.	EL SOFTWARE GRABADOR DE PROTOTIPOS “IC-PROG 1.05C” .....	57
<b>2.2</b>	<b>DISEÑO DE LOS CIRCUITOS.....</b>	<b>60</b>
2.2.1	DISEÑO DE LA FUENTE DE PODER .....	60
2.2.2	DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL .....	64
2.2.3	DISEÑO DE LA ETAPA DE POTENCIA .....	68
2.2.4	DISEÑO DE LA CAJA.....	73
2.2.5	CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS .....	74
2.2.6	PRUEBAS DE LAS LUCES Y EL VENTILADOR .....	76
2.2.7	RESULTADOS DEL PROYECTO .....	77
<b>CAPÍTULO III:</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>3.1.</b>	<b>CONCLUSIONES:.....</b>	<b>79</b>
<b>3.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>83</b>
<b>ANEXO No. 1</b>	<b>COMANDOS MÁS IMPORTANTES DE PIC BASIC UTILIZADOS PARA PROGRAMAR EN PIC SIMULATOR IDE .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO No. 2</b>	<b>DECLARACIONES MÁS IMPORTANTES DE PIC BASIC PRO UTILIZADOS PARA PROGRAMAR EN MICROCODE STUDIO .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO No. 3</b>	<b>PROGRAMA PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO No. 4</b>	<b>PROGRAMA PARA CONTROLAR LA SECUENCIA DE ENCENDIDO DE LAS LUCES .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO No. 5</b>	<b>HOJAS DE DATOS TÉCNICOS DE LOS DIFERENTES SEMICONDUCTORES EMPLEADOS EN ESTE TRABAJO .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO No. 6</b>	<b>MANUAL DEL USUARIO.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO No. 7</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>111</b>



## RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad crear un dispositivo de control que permita vigilar la temperatura de un ambiente de discoteca y al mismo tiempo elegir de tres programas creados de diferente secuencia, el tipo de presentación de luces, para ello se ha utilizado dos microcontroladores, el PIC 16F819, controlará la temperatura, y el PIC 16F628, controlará la presentación de las luces.

Para el control de la temperatura se utilizó un sensor LM35, el mismo que entrega 10mV por cada grado centígrado, este voltaje es amplificado por un operacional LM358N, para que luego el PIC 16F819 realice la conversión A/D, procese esta señal y la compare de tal forma que si la temperatura excede de los treinta grados centígrados, el programa sea capaz de activar una salida, la misma que es llevada a un opto acoplador para disparar un triac y así encender o apagar un ventilador conectado a este dispositivo de control.

Para el control de la presentación de las luces se implementarán tres programas diferentes en el PIC 16F628, los mismos que son controlados mediante pulsadores normalmente abiertos, para seleccionar uno de estos programas, el PIC16F628 verifica el estado lógico de tres entradas a través de dichos pulsadores, si uno de estos pulsadores es presionado se pone en un valor de cero lógico la entrada conectada a este pulsador, en ese instante se ingresa a un programa estructurado en forma de lazo, si no se presiona ninguno de estos pulsadores el PIC16F628 al momento de energizarse, accede automáticamente al primer programa. A la salida del microcontrolador se han colocado unos led's para verificar el estado de las salidas, las mismas que están conectadas mediante opto acopladores a las compuertas de los triac's, y estos al ser activados permiten la circulación de corriente alterna de la red hacia los tomacorrientes que serán colocados para la conexión de los cuatro equipos de iluminación.

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo está estructurado de forma que el lector pueda entenderlo de manera sencilla y sobre todo para que su investigación sea muy rápida, se ha distribuido los temas de acuerdo a lo que en la formación profesional se fue aprendiendo, esto ayudará a cualquier persona que sin tener un conocimiento profundo puede llegar a capacitarse en el desarrollo de un control de luces utilizando al microcontrolador PIC.

Como se sabe el mundo de la Tecnología electrónica avanza cada día más y más, todo se va automatizando y cada dispositivo de control tiende a ser más pequeño, es por eso que se establece necesario tener conocimiento de los elementos que intervienen en un dispositivo de control y de las diferentes aplicaciones que como profesionales se puede seguir desarrollando, ya que la electrónica hoy en día es una herramienta base para generar desarrollo en el país.

En el capítulo primero, se desarrollarán los temas básicos referentes a los elementos semiconductores, esto de una manera generalizada ya que saber lo que es resistencia eléctrica, fuentes de corriente continua o condensadores ya es asimilado en estudios a nivel secundario de una forma más detallada. Se pondrá más énfasis en detallar el tema de Opto-acopladores en especial el "Opto-triac", de igual forma se verá el Triac de un modo más profundo ya que es el dispositivo con el cual se controlará la potencia, también se verá algo sobre sensores de temperatura y por último se concentrará en el estudio del microcontrolador PIC, aquí se detallará de forma profunda el conocimiento de este importante microchip que es el centro y la base importante de esta obra.

En el capítulo segundo, se referirá estrictamente a la construcción del proyecto, se detallará la elaboración de los programas realizados para ser grabados en los microcontroladores PIC 16F819 y 16F628, como también se indicará el

diseño del circuito esquemático en el computador y la elaboración del diagrama de pistas (circuito impreso), el cual será transferido a la baquelita con cobre, además se verá la forma de conformar las pistas en la baquelita, con cloruro férrico. Por último se realizará la caja de presentación del prototipo con sus detalles de acabado, en fin este capítulo se referirá a la parte práctica de este proyecto.

En el tercer capítulo se anotará las conclusiones y recomendaciones que en el transcurso de la elaboración de esta monografía se fueron originando desde los detalles más sencillos hasta los diversos problemas que como en todo trabajo surgen para llegar al objetivo, este capítulo será de gran ayuda para el lector que desee conocer de las experiencias que se tuvo en este proyecto, y de igual forma se anotarán las recomendaciones que será dirigida a otros estudiantes con el único propósito de mejorar y avanzar tecnológicamente en este proyecto, quienes de la electrónica quieren crear nuevas propuestas para el avance de la tecnología moderna.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## RESISTENCIA ELÉCTRICA

### DEFINICIÓN [5]

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones.

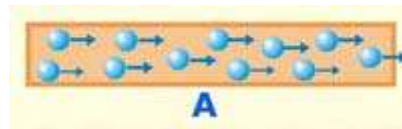


Figura 1.1. Electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico, que ofrece baja resistencia. [5]

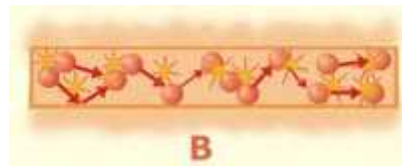


Figura 1.2. Electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico, que ofrece alta resistencia a su paso, los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente y, lo cual, generan calor. [5]

### GENERALIDADES [5]

Normalmente los electrones tratan de circular por el circuito eléctrico de una forma más o menos organizada, de acuerdo con la resistencia que encuentren a su paso. Mientras menor sea esa resistencia, mayor será el orden existente en el micro mundo de los electrones; pero cuando la resistencia es elevada, comienzan a chocar unos con otros y a liberar energía en forma de calor. Esa situación hace que siempre se eleve algo la temperatura del conductor y que, además, adquiera valores más altos en el punto donde los electrones encuentren una mayor resistencia a su paso.

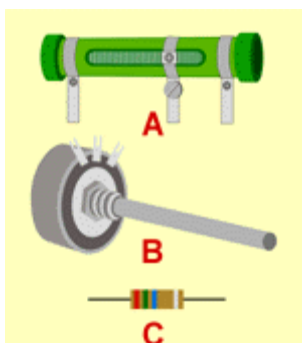
El **ohm** es la unidad de medida de la resistencia que oponen los materiales al paso de la corriente eléctrica y se representa con el símbolo o letra griega " $\Omega$ " (omega).

De acuerdo con la "Ley de Ohm", un ohmio (**1  $\Omega$** ) es el valor que posee una resistencia eléctrica cuando al conectarse a un circuito eléctrico de un voltio (**1 V**) de tensión provoca un flujo de corriente de un amperio (**1 A**). La fórmula general de la Ley de Ohm es la siguiente:

$$I = \frac{E}{R}$$

### TIPOS DE RESISTENCIAS [5]

Los resistores se usan para aumentar resistencia a un circuito eléctrico. Básicamente son materiales que ofrecen una alta resistencia al flujo de la corriente. Los materiales que más se usan en los resistores son el carbón y aleaciones especiales de metales como el nicromo (80% Níquel y 20% Cromo), estos contienen poca conductancia. Existen por lo general tres tipos de resistencias: resistor de composición (fijas), resistor devanado (de alambre) y resistores de película. De igual forma por su construcción las resistencias pueden ser de valor fijo o variables. Un pequeño gráfico de tipos de resistencias se indica en la figura 1.3.



**A.-** Resistencia variable o reóstato fabricada con alambre nicromo (Ni-Cr).

**B.-** Potenciómetro de carbón, muy utilizado en equipos electrónicos para controlar, por ejemplo, el volumen o los tonos en los amplificadores de audio.

**C.-** Resistencia fija de carbón, muy empleada en los circuitos electrónicos.

Figura 1.3. Tipos de Resistores [5]

Existe otro tipo de resistencia que varía su valor de resistencia es la conocida como **LDR** (Light Dependent Resistor) "resistencia dependiente de la luz. La resistencia varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que lo ilumina. Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía, pero no pasa de 1K $\Omega$  (1000 Ohmios) en iluminación total y no es menor a 50K (50,000 Ohmios) cuando está a oscuras. El símbolo y la forma física de una LDR se lo puede ver en la figura 1.4



Figura 1.4. Símbolo y forma física de una LDR [5]

Los **TERMISTORES** son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativo con valor elevado y que presentan una curva característica lineal tensión-corriente siempre que la temperatura se mantenga constante.

La relación entre la resistencia y la temperatura del termistor viene dada por la expresión.

$$R_t = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

En la que:

$R_t$ = Resistencia en ohmios a la temperatura absoluta  $T_t$ .

$R_0$ = Resistencia en ohmios a la temperatura absoluta de referencia  $T_0$ .

$\beta$  = constante dentro de un intervalo moderado de temperaturas.

Hay que señalar que para obtener una buena estabilidad en los termistores es necesario envejecerlos adecuadamente.

Los termistores se conectan a *puentes de Wheatstone* convencionales o a otros circuitos de medida de resistencia. En intervalos amplios de temperatura, los termistores tienen características no lineales. Al tener un alto coeficiente de temperatura poseen una mayor sensibilidad que las sondas de resistencia

estudiadas y permiten incluso intervalos de medida de 1°C (span). Son de pequeño tamaño y su tiempo de respuesta depende de la capacidad térmica y de la masa del termistor variando de fracciones de segundo a minutos.

### CODIFICACIÓN <sup>[6]</sup>

Las resistencias de pequeña potencia van rotuladas con un código de franjas de colores. Para caracterizar una resistencia hacen falta tres valores: resistencia, corriente máxima y tolerancia.

La corriente máxima de una resistencia viene condicionada por la máxima potencia que puede disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes de potencias son 0,25 W, 0,5 W y 1 W.

Los otros datos se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento, pueden ser tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). La tercera franja es el multiplicador y las dos primeras son las cifras significativas, por ejemplo una resistencia 123, será de 12.000 Ω.

La nomenclatura normalizada emplea las letras **R** (1), **K** (kilo = 1.000) y **M** (mega = 1.000.000) como multiplicadores, en la posición que ocuparía el punto en la escritura del número. La segunda letra hace referencia a la tolerancia M=±20%, K=±10%, J=±5%, G=±2%, F=±1%, en la tabla 1 se puede apreciar el código de colores para identificar el valor de una resistencia.

Color de la banda	Valor de la cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	1	
Marrón	1	10	1%
Rojo	2	100	2%
Naranja	3	1 000	










Amarillo		4	10 000	
Verde		5	100 000	
Azul		6	1 000 000	
Violeta		7		
Gris		8		
Blanco		9		
Dorado			0.1	5%
Plateado			0.01	10%
Ninguno				20%

Tabla 1. Código de colores para las resistencias. [6]

## FUENTES DC

### GENERALIDADES [7]

Todo circuito requiere para su funcionamiento de una fuente eléctrica de energía, y por lo general todos los equipos funcionan con corriente continua, es por eso que se ve obligado a convertir la corriente alterna CA que da la Empresa Eléctrica a corriente continua DC.

### ETAPAS DE UNA FUENTE DE PODER [7]

La función de una fuente de alimentación es convertir la tensión alterna en una tensión continua y que está sea lo más estable posible.

Una fuente de alimentación regulada comprende cuatro etapas de trabajo para que funcione correctamente, las mismas que son: etapa de reducción de voltaje mediante un transformador, etapa de rectificación que convierte la corriente alterna en continua mediante diodos, etapa de filtración el cual elimina el factor de rizado mediante condensadores y la etapa de regulación que permite fijar el



voltaje de salida mediante reguladores de voltaje. En la figura 1.5 se ilustra a manera de bloques las cuatro etapas que integra una fuente de corriente.

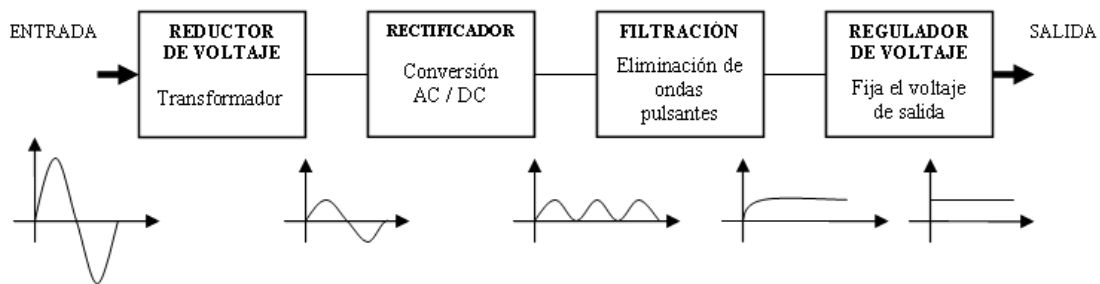


Figura 1.5. Etapas de una Fuente de Poder [7]

Como se puede apreciar en el diagrama de bloques anterior, una fuente de poder regulada posee cuatro etapas, las mismas que se irán explicando de forma detallada como actúa cada una de las etapas, para ello se ha ilustrado en la figura 1.6 un circuito de una fuente de poder con los elementos básicos que intervienen en cada etapa.

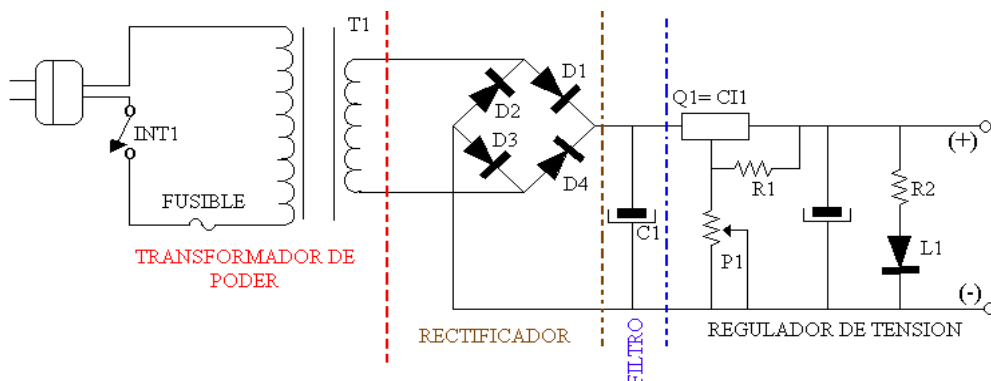


Figura 1.6. Circuito básico de una fuente de alimentación [7]

- **Primera etapa: Transformador de poder**

El transformador es un dispositivo que permite obtener voltajes mayores o menores que los producidos por una fuente de energía eléctrica de corriente alterna.

Un transformador se compone de dos enrollamientos o embobinados eléctricamente aislados entre sí, devanados sobre el mismo núcleo de hierro o de aire.

Una corriente alterna que circula por uno de los devanados genera en el núcleo un campo magnético alterno, del cual la mayor parte atraviesa al otro devanado e induce en él una fuerza electro- motriz también alterna.

La potencia eléctrica es transferida así de un devanado a otro, por medio del flujo magnético a través del núcleo.

El devanado al cual se le suministra potencia se llama primario, y el que cede potencia se llama secundario.

La potencia eléctrica obtenida (potencia de salida) en el transformador será menor a la potencia de entrada o suministrada al mismo, esto se debe a las inevitables pérdidas por calentamiento de las bobinas, vibración por mal ajuste del núcleo, etc.

- ***Segunda etapa: Rectificación.***

La segunda etapa de la fuente de alimentación es la rectificación, en esta sección, la señal inducida al secundario, será nuevamente transformada pero ahora a una señal de una sola polaridad.

En el circuito de la figura 1.6, se utiliza un rectificador de onda completa tipo puente cuyo funcionamiento es el siguiente:

Cuando la tensión  $V_i$  es positiva quedan polarizados en forma directa los diodos D1 y D3 circulando la corriente desde D1 pasando por la resistencia de carga y cerrándose por D3, en el próximo semiciclo se cortan los diodos D1 y D3 pero se polarizan los diodos D2 y D4 estableciéndose una corriente que sale de D4 pasa por la resistencia y se cierra a través de D4 circulando por la resistencia la corriente en una sola dirección.

- ***Tercera Etapa: Filtro***

Esta etapa tiene como función: "suavizar", "alisar" o "reducir" a un mínimo la componente de rizo y elevar el valor promedio de tensión directa.

El elemento adecuado para reducir el factor de rizado en una fuente de alimentación es un elemento pasivo conocido como capacitor o condensador.

El funcionamiento del filtro en una fuente de alimentación es el siguiente: por cada ciclo de la señal rectificada, el capacitor, se carga rápidamente al valor pico, cuando la amplitud del voltaje rectificado comienza a disminuir, el capacitor empieza a descargarse, pero esta descarga es lenta por lo que todavía no se descarga totalmente y ya aparece otra semi onda que carga nuevamente al condensador.

- *Cuarta Etapa: Regulador de Voltaje*

En esta última etapa se fija el voltaje necesario que necesita la carga a ser conectada para poder trabajar.

Un regulador o estabilizador es un circuito integrado que se encarga de estabilizar el voltaje en un determinado valor.

La mayoría de reguladores de voltaje tienen tres terminales que son: el terminal de entrada (Vin), el terminal de tierra (GND) y el terminal de salida (Vout), son corto circuitables, es decir protegen los circuitos cuando existe un sobrecalentamiento o crecimiento de corriente.

Con el fin de mejorar la respuesta a los posibles transitorios, evitar auto oscilaciones y mejorar el filtrado, se añade al circuito unos condensadores electrolíticos o cerámicos de baja capacidad a la entrada y salida del regulador.

Por último se puede ver que en el circuito de la figura 1.6 se ha colocado un LED a la salida del regulador de voltaje, este led cuenta con su respectiva resistencia de protección y la función que cumple el led es permitir visualizar cuando hay voltaje a la salida de la fuente de alimentación.

## CONDENSADORES

### INTRODUCCIÓN [8]

Básicamente, un capacitor, en su expresión más simple, está formado por dos placas metálicas (conductoras de la electricidad) enfrentadas y separadas entre sí por una mínima distancia, y un dieléctrico, que se define como el material no conductor de la electricidad (aire, mica, papel, aceite, cerámica, etc.) que se encuentra entre dichas placas. La magnitud del valor de capacidad de un capacitor es directamente proporcional al área de sus placas e inversamente proporcional a la distancia que las separa. Es decir, cuanto mayor sea el área de las placas, mayor será el valor de capacidad, expresado en micro Faradios [ $\mu\text{F}$ ], y cuanto mayor sea la distancia entre las placas, mayor será la aislación pero menor la tensión de trabajo del capacitor, expresadas en unidades de Voltios, ya que el valor de capacidad disminuye proporcionalmente cuanto más las placas se separan.

### TIPOS DE CONDENSADORES [8]

Existen básicamente dos tipos de condensadores: *Fijos y Variables*. Los fijos se subdividen en dos tipos:

#### *Condensadores no polarizados*

Un condensador no polarizado es aquel en el cual no es necesario fijarse en la posición en que deben conectarse sus terminales en el circuito. En ese sentido es como una resistencia que no tiene polaridad.

#### *Condensadores polarizados*

Un condensador polarizado recibe el nombre de electrolítico y siempre tiene una polaridad definida, o sea, un terminal positivo marcado con cruces (+++++), y otro terminal negativo, marcado con el signo menos (----). Este tipo de condensador debe ser colocado en la posición correcta sobre el circuito.

Para escoger un condensador hay que tener en cuenta dos condiciones:

- Su capacidad en Faradios.
- Su rango de Voltaje.

### **TECNOLOGÍA DE LOS CAPACITORES ELECTROLÍTICOS [9]**

Dentro de la gran variedad de tecnologías de fabricación de capacitores, los electrolíticos son los de mayor capacidad, debido a que se recurre a reducir la separación entre las placas, a aumentar el área enfrentada de las mismas y a la utilización de un dieléctrico de elevada constante dieléctrica.

Los capacitores electrolíticos deben su nombre debido a que el material dieléctrico que contiene en su estructura física es un líquido llamado electrolito. La fabricación de un capacitor electrolítico comienza enrollando dos láminas de aluminio separadas por un papel absorbente humedecido con electrolito. Luego se hace circular una corriente eléctrica entre las placas para provocar una reacción química que producirá una capa de óxido sobre el aluminio, siendo este óxido de electrolito el verdadero dieléctrico del capacitor. Para que pueda ser conectado en un circuito electrónico, el capacitor llevará sus terminales de conexión remachados o soldados con soldadura de punto.

Por último, todo el conjunto se inserta en una carcasa metálica que le da rigidez mecánica y se lo sella herméticamente con un tapón de goma, que evitará que el electrolito se evapore en forma precoz.

Estos capacitores siempre indican la capacidad en microfaradios y la máxima tensión de trabajo en voltios. Dependiendo del fabricante también pueden venir indicados otros parámetros como la temperatura y la máxima frecuencia a la que pueden trabajar.

Se tiene que poner especial atención en la identificación de la polaridad. Las formas más usuales de indicación por parte de los fabricantes se ilustran en la figura 1.7.

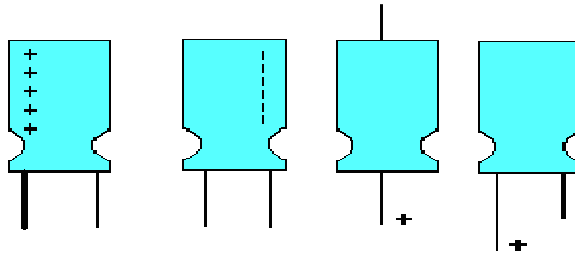


Figura 1.7. Formas de condensadores electrolíticos [9]

## OPTOACOPLOADORES

### GENERALIDADES [10]

Un opto acoplador es un dispositivo semiconductor formado por un foto emisor y un foto receptor los mismos que interactúan entre sí, para acoplar varias etapas o sistemas con fuentes de corriente distintas.

Todos estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP, tal como se ve en la figura 1.8, el cual tiene en su interior un diodo (pines 1 y 2), y un transistor (pines 4, 5, 6).

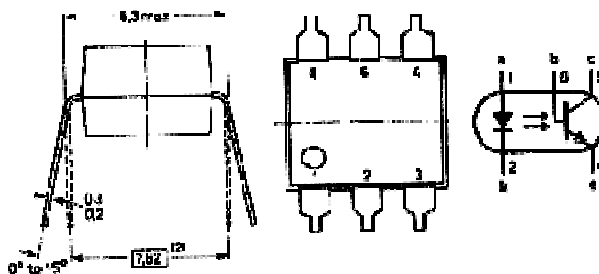


Figura 1.8. El Opto acoplador (Opto transistor) [10]

También se denominan opto aisladores o dispositivos de acoplamiento óptico. Basan su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica.

Fundamentalmente este dispositivo está formado por una fuente emisora de luz, y un fotosensor de silicio, que se adapta a la sensibilidad espectral del emisor luminoso.

## **FUNCIONAMIENTO DEL OPTOACOPLADOR**

La señal de entrada es aplicada al fotoemisor y la salida es tomada del fotoreceptor. Los opto acopladores son capaces de convertir una señal eléctrica en una señal luminosa modulada y volver a convertirla en una señal eléctrica. La gran ventaja de un opto acoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida.

Los fotoemisores que se emplean en los opto acopladores de potencia son diodos que emiten rayos infrarrojos (IRED) y los fotoreceptores pueden ser tiristores o transistores.

Cuando aparece una tensión sobre los terminales del diodo emisor de rayos infrarrojos, este emite un haz de rayos infrarrojo que transmite a través de una pequeña guía-ondas de plástico o cristal hacia el fotoreceptor. La energía luminosa que incide sobre el fotoreceptor hace que este genere una tensión eléctrica a su salida. Este responde a las señales de entrada, que podrían ser pulsos de tensión.

## **TIPOS DE OPTOACOPLADORES [11]**

Existen varios tipos de opto acopladores cuya diferencia entre sí depende de los dispositivos de salida que se inserten en el componente. Según esto existen los siguientes tipos:

### ***Opto transistor***

Como todos los opto acopladores a la entrada tiene el fotodiodo, el cual emite una luz cuando por él circula una corriente entre 8 y 50 mA. Al emitirse dicho haz luminoso, se induce una corriente de base la misma que permite entrar en conducción al transistor. Se utiliza en acoplamientos de líneas telefónicas, periféricos de audio, activación de relés, etc. El símbolo utilizado para este tipo de opto acoplador se puede ver en la figura 1.9.

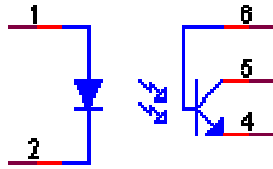


Figura 1.9. Símbolo del Foto transistor [11]

### *Opto tiristor*

Diseñado para aplicaciones donde sea preciso un aislamiento entre una señal lógica y la red. Al igual que el opto tiristor, al circular una corriente mínima de 8mA y/o una corriente máxima de 50 mA, el haz luminoso permite inducir una corriente mínima en la compuerta del SCR el mismo que permite entrar en conducción entre el ánodo y el cátodo. El símbolo utilizado se puede ver en la figura 1.10.

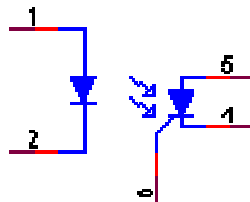


Figura 1.10. Símbolo del Opto tiristor [11]

### *Opto triac*

Es un semiconductor perteneciente a la familia de los opto tiristores el mismo que con una mínima corriente de 10mA aplicada al foto diodo es capaz de emitir luz y dicho haz luminoso es suficiente para dispara el Triac, el mismo que entra en conducción entre sus terminales MT2 (pin 6) y MT1 (pin 1). Al igual que el opto tiristor, se utiliza para acoplar etapas de baja tensión (circuitos lógicos) a etapas de alta tensión (circuitos de potencia), su símbolo es mostrado en la figura 1.11.

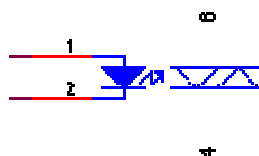


Figura 1.11 Símbolo del Opto triac [11]



Es importante mencionar que el opto triac es uno de los elementos que forma parte del presente proyecto, y es utilizado para realizar el acople eléctrico de las señales lógicas emitidas por el microcontrolador PIC con la red eléctrica comercial suministrado por la empresa eléctrica.

En general los opto acopladores, pueden sustituir a relés ya que tienen una velocidad de conmutación mayor, así como, la ausencia de rebotes.

## **EL TRIAC**

### **INTRODUCCIÓN** <sup>[12]</sup>

El triac es un dispositivo semiconductor que pertenece a la familia de los tiristores, el mismo que consta de tres terminales (Terminal Principal1 MT1, Terminal Principal2 MT2 y compuerta G), siendo su principal aplicación el control de flujo de corriente entre sus terminales principales en un sentido o en el inverso. Tiene dos estados de funcionamiento: bloqueo y conducción, puede ser bloqueado por inversión de la tensión o al disminuir la corriente por debajo del valor de mantenimiento, mientras que puede ser disparado independientemente de la polarización de puerta, es decir, mediante una corriente de puerta positiva o negativa.

### **DESCRIPCIÓN GENERAL** <sup>[12]</sup>

Cuando el triac conduce, hay una trayectoria de flujo de corriente de muy baja resistencia de una terminal a la otra, dependiendo la dirección de flujo de la polaridad del voltaje externo aplicado.

Cuando el voltaje es más positivo en el terminal principal dos (MT2), la corriente fluye de MT2 al terminal principal uno (MT1) en caso contrario fluye de MT1 a MT2. En ambos casos el triac se comporta como un interruptor cerrado. Cuando el triac deja de conducir no puede fluir corriente entre los

terminales principales sin importar la polaridad del voltaje externo aplicado por tanto actúa como un interruptor abierto.

Debe tenerse en cuenta que si se aplica una variación de tensión importante al triac ( $dv/dt$ ) aún sin conducción previa, el triac puede entrar en conducción directa.

### CONSTRUCCIÓN BÁSICA, SÍMBOLO, DIAGRAMA EQUIVALENTE <sup>[12]</sup>

La estructura interna en un triac está compuesta por seis capas de material semiconductor tal como se indica en la figura 1.12, aunque siempre funciona como un tiristor de cuatro capas. En sentido MT2-MT1 conduce a través de P1N1P2N2 y en sentido MT1-MT2 a través de P2N1P1N4. La capa N3 facilita el disparo con intensidad de puerta negativa. La complicación de su estructura lo hace más delicado en cuanto a la capacidad para soportar sobre intensidades. Se fabrican para intensidades de 2 amperios hasta unos 200 A eficaces y desde 400 a 1000 V de tensión de pico repetitivo.

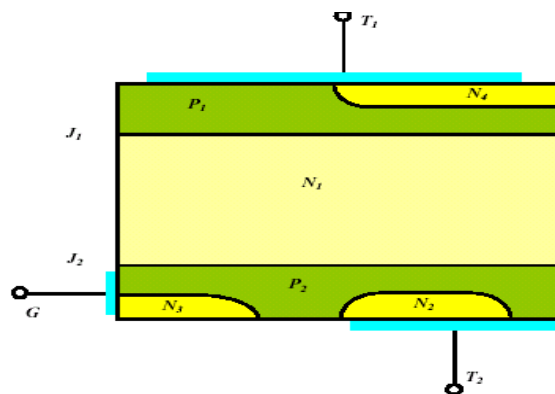


Figura 1.12. Construcción básica del triac <sup>[12]</sup>

En la figura 1.13, se muestra el símbolo esquemático e identificación de los terminales de un triac: Terminal Principal 2 (MT2) y Terminal Principal 1 (MT1) respectivamente.

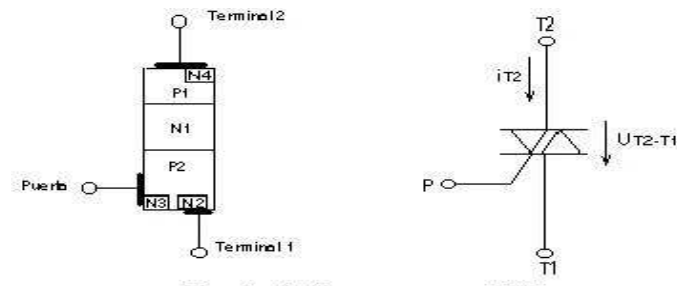


Figura 1.13. Símbolo del triac [12]

El Triac actúa como dos rectificadores controlados de silicio (SCR) en paralelo figura 1.14.

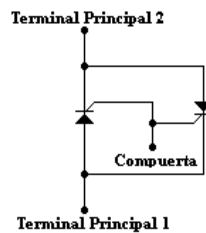


Figura 1.14. Circuito equivalente del triac [12]

## MÉTODOS DE DISPARO [12]

El triac puede ser disparado en cualquiera de los dos cuadrantes I y III mediante la aplicación entre los terminales de compuerta G y MT1 de un impulso positivo o negativo. Esto le da una facilidad de empleo grande y simplifica mucho el circuito de disparo. Ahora se puede analizar cuáles son los fenómenos internos que tienen lugar en los cuatro modos posibles de disparo.

**1** – El primer modo, es aquel en que la tensión del ánodo MT2 y la tensión de la compuerta son positivas con respecto al ánodo MT1 y este es el modo más común (Intensidad de compuerta entrante).

**2** – El Segundo modo, es aquel en que la tensión del ánodo MT2 y la tensión de la compuerta son negativos con respecto al ánodo MT1 (Intensidad de compuerta saliente).

**3** – El tercer modo del es aquel en que la tensión del ánodo MT2 es positiva con respecto al ánodo MT1 y la tensión de disparo de la compuerta es negativa con respecto al ánodo MT1( Intensidad de compuerta saliente).

**4** – El cuarto método de disparo es aquel en el cual la tensión del ánodo MT2 es negativa con respecto al ánodo MT1, y la tensión de disparo de la compuerta es positiva con respecto al ánodo MT1 (Intensidad de compuerta entrante).

En general, la corriente de encendido de la compuerta, dada por el fabricante, asegura el disparo en cualquier método.

## **SENSORES DE TEMPERATURA**

### **INTRODUCCIÓN** <sup>[13]</sup>

La temperatura es un parámetro físico descriptivo de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía térmica, entre ese sistema y otros. Desde un punto de vista microscópico, es una medida de la energía cinética asociada al movimiento aleatorio de las partículas que componen el sistema.

La temperatura es una propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico (Transferencia de calor). Por tanto: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

### **MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA** <sup>[14]</sup>

Se han inventado muchos instrumentos para medir la temperatura. Todo empezó con el establecimiento de escalas de temperaturas, entre ellas están

las escalas: Kelvin, Centígrados y Fahrenheit. Estas escalas permiten asignar un número a cada medida de la temperatura.

### ***GRADOS KELVIN*** [13]

El **kelvin** es la unidad de temperatura de la escala creada por William Thomson, quién más tarde sería Lord Kelvin, sobre la base del grado Celsius, estableciendo el punto cero en el cero absoluto ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y conservando la misma dimensión para los grados. Fue nombrada en honor de Lord Kelvin, quien a sus 24 años introdujo la escala de temperatura termodinámica.

Se toma como la unidad de temperatura en el Sistema Internacional de Unidades y se corresponde a una fracción de  $1/273,16$  partes de la temperatura del punto triple del agua. Se representa con la letra **K**, y no  $^{\circ}\text{K}$ . Además, su nombre no es el de "grado Kelvin" sino simplemente **Kelvin**; no se dice "19 grados Kelvin" sino "19 Kelvin" o "19 K".

### ***GRADOS FAHRENHEIT*** [13]

A principios del siglo XVIII, Gabriel Fahrenheit (1686-1736) creó la escala Fahrenheit. Fahrenheit asignó al punto de congelación del agua una temperatura de 32 grados y al punto de ebullición una de 212 grados. Su escala está anclada en estos dos puntos.

### ***GRADOS CELSIUS (CENTIGRADOS)*** [13]

El grado **Celsius**, denominado grado centígrado entre 1750 y 1948, y también actualmente en algunos países hispanohablantes, representado como **°C**, es la unidad creada por Anders Celsius para su escala de temperatura. Se tomó como base para el Kelvin y es la unidad más utilizada internacionalmente.

Se define asignando el valor 0 a la temperatura de la congelación del agua y el valor 100 a la de temperatura de ebullición del agua, ambas medidas a una atmósfera de presión, y dividiendo la escala resultante en 100 partes iguales, cada una de ellas definida como 1 grado Celsius.

Hay un límite a la temperatura mínima que un objeto puede tener. La escala Kelvin está diseñada de forma que este límite es la temperatura cero.

## CONVERSIÓN DE UNIDADES <sup>[13]</sup>

La magnitud de un grado Celsius (1 °C) es equivalente a la magnitud de un Kelvin (1 K), puesto que esta unidad se define como igual a la primera. Sin embargo, las escalas son diferentes porque la escala Kelvin toma como valor 0 el cero absoluto. Dado que al cero absoluto corresponde un valor de -273,15 °C, la temperatura expresada en °C y K difiere en 273,15 unidades:

$$\text{Temp. (}^\circ\text{C)} = \text{Temp. (K)} - 273,15$$

La conversión de grados Celsius a grados Fahrenheit se obtiene multiplicando la temperatura en Celsius por 1,8 (9/5) y sumando 32:

$$\text{Temp. (}^\circ\text{F)} = 1,8 * \text{Temp. (}^\circ\text{C)} + 32$$

Para convertir Fahrenheit a Celsius:

$$\text{Temp. (}^\circ\text{C)} = (\text{Temp. (}^\circ\text{F)} - 32) / 1,8$$

En el campo industrial para realizar la medición de temperatura se utilizan dispositivos electrónicos que son capaces de detectar el calor que emiten los diferentes equipos y así evitar los sobrecalentamientos de dicho equipos. Entre estos sensores de temperatura se encuentra el famoso semiconductor LM35 que se lo estudiará con mayor detalle más adelante.

## TIPOS DE INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA TEMPERATURA <sup>[13]</sup>

Los diferentes tipos de instrumentos que son usados para la medición de la temperatura son básicamente los siguientes:

1. **Termómetro de Vidrio.**- Es un tubo de vidrio sellado que contiene un líquido, generalmente mercurio o alcohol, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se visualiza

en una escala graduada que por lo general está dada en grados Celsius. El termómetro de mercurio fue inventado por Fahrenheit en el año 1714.

2. **Termómetro Bimetálico.-** Está formado por dos láminas de metales de coeficientes de dilatación muy distintos y arrollados dejando el de coeficiente más alto en el interior.
3. **Termopares.-** Un termopar es un dispositivo utilizado para medir temperaturas basadas en la fuerza electromotriz que se genera al calentar la soldadura de dos metales distintos.
4. **Termoresistencia (RTD).-** El detector de temperatura de resistencia (RTD) se basa en un principio según el cual la resistencia de todos los metales depende de la temperatura. La elección del platino en los RTD de la máxima calidad permite realizar medidas más exactas y estables hasta una temperatura de aproximadamente 500 °C. Los RTD más económicos utilizan níquel o aleaciones de níquel, pero no son tan estables ni lineales como los que emplean platino. En cuanto a las desventajas, el platino encarece los RTD, y otro inconveniente es el autocalentamiento. Para medir la resistencia hay que aplicar una corriente que por supuesto produce una cantidad de calor que distorsiona los resultados de la medida
5. **Pirómetro de Radiación.-** Un pirómetro, también llamado *pirómetro óptico*, es un dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella. El término se suele aplicar a aquellos instrumentos capaces de medir temperaturas superiores a los 600 grados Celsius. Una aplicación típica es la medida de la temperatura de metales incandescentes en molinos de acero o fundiciones.
6. **Sensor LM35.-** Es un dispositivo electrónico capaz de medir la temperatura con mucha precisión ya que entrega linealmente señales de voltaje respecto de la temperatura a la que se encuentre. Este dispositivo es también un elemento que forma parte del presente proyecto, y será analizado de manera detallada mas adelante.

En la tabla 2 se puede apreciar algunos tipos de sensores de temperatura y el rango de trabajo a los que pueden ser sometidos.

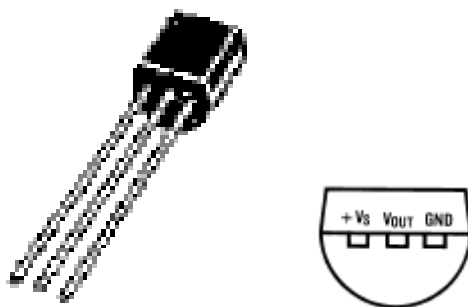
Rangos de temperatura correspondientes a los métodos más  
comunes de medición.

SISTEMA	RANGO EN °C
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetálicos )	-195 a 760
Termoresistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000
Sensor LM35 de Precisión de Temperatura	-55 a +150

*Tabla2. Rango de trabajo de algunos sensores de Temperatura [13]*

### SENSOR DE TEMPERATURA LM 35 [1]

El dispositivo electrónico LM35 es un sensor de temperatura que entrega con mucha precisión 10 mV por cada grado centígrado y un rango que abarca desde -55° a +150°C.



*Figura 1.15. Sensor de temperatura LM35 [DATASHEET Anexo 5.1]*

El sensor de temperatura LM35 se presenta en diferentes encapsulados pero el más común es el to-92, tal como se lo ve en la figura 1.15, de igual forma que un típico transistor con 3 pines, dos de los cuales son de polarización y el tercero entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Con el **LM35** sobre la mesa, los pines hacia el observador y las letras del encapsulado hacia arriba se identifica los pines desde la izquierda hacia la derecha de forma que se tiene: V+ (voltaje positivo de polarización),



$V_{OUT}$  (voltaje ajustable de salida) y V- (tierra), tal como se lo puede ver en la figura 1.16



Figura 1.16. Sensor de temperatura LM35 [DATASHHET Anexo 5.1]

La salida es lineal y equivale a 10 [mV / °C] por lo tanto:

$$+1500\text{mV} = 150^{\circ}\text{C}$$

$$+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$-550\text{mV} = -55^{\circ}\text{C}$$

Más adelante se describe el funcionamiento y el circuito aplicado al presente proyecto, para procesar la señal de temperatura que emite este sensor de temperatura.

## LOS MICROCONTROLADORES

### INTRODUCCIÓN <sup>[15]</sup>

Los microcontroladores están conquistando el mundo. Están presentes en el trabajo, en la casa y en la vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores del hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que se están fabricando y que usan los seres humanos.

## CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR <sup>[15]</sup>

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado. A continuación se puede ver en la gráfica 1.17 la estructura básica de lo que incorpora un microprocesador.

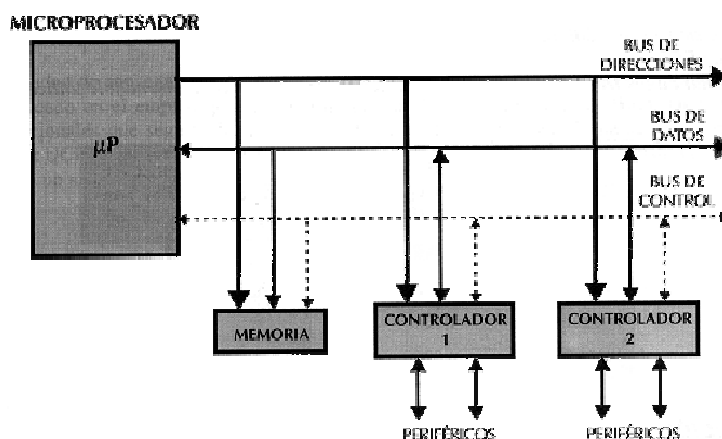


Figura 1.17. Estructura de un sistema basado en un microprocesador. La disponibilidad de los buses en el exterior permite que se configure a la medida de la aplicación. <sup>[15]</sup>

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

## PARTES DE UN MICROCONTROLADOR <sup>[15]</sup>

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.

- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertos Serie y Paralelo, ADC: Conversores Análogo/Digital, DAC: Conversores Digital/Análogo, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

### **IMPORTANCIA DEL MICROCONTROLADOR** <sup>[15]</sup>

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y sobre todo el costo, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo de potencia.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en la vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque del coche, etc.

En fin todos los dispositivos que incorporan en su sistema un microcontrolador, disponen de las siguientes ventajas:

***Aumento de prestaciones:*** un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.

***Aumento de la fiabilidad:*** al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.

***Reducción del tamaño en el producto acabado:*** La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.

***Mayor flexibilidad:*** las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador.

## TIPOS DE MICROCONTROLADORES <sup>[15]</sup>

Los microcontroladores más populares que nombran enseguida se encuentran, sin duda, entre las mejores elecciones:

**8048 (Intel).** Es el padre de los microcontroladores actuales, el primero de todos. Su precio, disponibilidad y herramientas de desarrollo hacen que todavía sea muy popular.

**8051 (Intel y otros).** Es sin duda el microcontrolador más popular. Fácil de programar, pero potente. Está bien documentado y posee cientos de variantes e incontables herramientas de desarrollo.

**80186, 80188 y 80386 EX (Intel).** Versiones en microcontrolador de los populares microprocesadores 8086 y 8088. Su principal ventaja es que permiten aprovechar las herramientas de desarrollo para PC.

**683xx (Motorola).** Surgido a partir de la popular familia 68k, a la que se incorporan algunos periféricos. Son microcontroladores de altísimas prestaciones.

**PIC (MicroChip).** Controlador de Interfaz Periférico, pertenecientes a la familia de microcontroladores tipo RISC (Computadora con Conjunto de Instrucciones Reducido) y fabricados por MicroChip Technology.

Es preciso resaltar que existen innumerables familias de microcontroladores, cada una de las cuales posee un gran número de variantes.

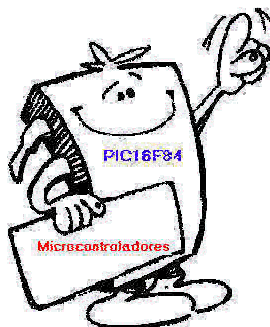
## ¿QUÉ MICROCONTROLADOR EMPLEAR? <sup>[15]</sup>

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores, hay que dar mucha prioridad al diseño que se va a realizar, con esto se concluye que microcontrolador emplear tomando en cuenta el tamaño de memoria que ocupa el programa, el número de pines que se necesita, según la complejidad del programa establecer los

elementos de entrada y salida del proyecto para establecer con cuántos puertos de E/S se va a trabajar, en fin toda la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.). Como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Y no les va demasiado mal ya que sin hacer demasiado ruido venden diez veces más microcontroladores que microprocesadores.

El fabricante para reducir los costos debe tener en cuenta las herramientas de apoyo con que va a contar: emuladores, simuladores, ensambladores, compiladores, etc. Es habitual que muchos de ellos siempre se inclinen por microcontroladores pertenecientes a una única familia.

## EL MICROCONTROLADOR PIC



### INTRODUCCIÓN <sup>[2]</sup>

Un microcontrolador PIC es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, como es: CPU, memorias RAM, EEPROM, circuitos de entrada y salida y además contiene recursos auxiliares como: circuito de reloj, temporizador, perro guardián, conversores A/D – D/A, comparadores analógicos, sistemas de reposo y protección. En fin es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos como compuertas, conversores, temporizadores, comparadores, decodificadores, etc.

Los microcontroladores PIC con los que se va a trabajar en este proyecto, utilizan arquitectura *Harvard* en lugar de la tradicional *Von Neumann*. Ésta se

caracteriza porque tiene dos memorias independientes, una para instrucciones y otra para datos. Cada una dispone de su propio sistema de buses por lo que la CPU puede acceder simultáneamente a las dos, esto agiliza el proceso de lectura y permite adecuar el tamaño de las palabras y los buses a los requisitos de las instrucciones y los datos.

El microcontrolador PIC de Microchip es hoy en día la base importante de lo que será el imperio tecnológico del siglo XXI, dentro de algunos años, se estará rodeado de muchos microcontroladores PIC y serán indispensables para la vida cotidiana. Si por un minuto dejarían de funcionar algunos de los microcontroladores PIC, se verá que no habría comunicación, las centrales telefónicas se colapsarían, celulares y radios dejarían de funcionar, lo mismo sucedería con las computadoras y los satélites. En definitiva sería como que si el mundo se detendría, a pesar que seguiría girando.

### **EL PIC 16F628 Y EL PIC 16F819** [3]

Un microcontrolador que sale de fábrica, no realiza ninguna tarea, primero debe ser programado para que realice desde un simple parpadeo de un led hasta una sofisticada automatización de una fábrica.

Entre la gran variedad de microcontroladores PIC fabricados por la empresa MICROCHIP Technology INC, aparece uno de los más populares, este es el PIC 16F628 y el PIC 16F819, son con estos microcontroladores con los cuales se trabajará el proyecto, estos microcontroladores soportan 1000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y 1'000.000 de ciclos en su memoria EEPROM.

Poseen muchas ventajas como oscilador interno RC de 4 MHz. MCLR programable, 2048 palabras para la memoria de programa, 128 bytes de memoria de datos EEPROM, 224 bytes de memoria RAM, 13 pines de entrada y/o salida, comparadores, conversores A/D, conversores D/A, modulador de ancho de pulsos, puertas de comunicación, entradas analógicas, interrupciones, etc. Todas estas características los hacen como los más ideales para realizar proyectos desde los más sencillos hasta la sofisticación de

máquinas industriales, basta con conectar al pin catorce a cinco voltios y el pin cinco a tierra para que empiece a trabajar.

### DIAGRAMA DE PINES DEL PIC 16F628A Y DEL PIC 16F819 [3]

En la figura 1.18 se puede ver la distribución física del microcontrolador PIC 16F628A el cuál consta de 18 pines. Tiene dos bancos de memoria: RA y RB.

Con este microcontrolador se realizará el control de la secuencia de encendido del juego de luces para la discoteca, mientras que para el sensor de temperatura se utilizará el PIC 16F819.

El voltaje de alimentación del PIC 16F628A, puede establecerse desde tres voltios como mínimo hasta 5.5 V como máximo.

Sus dos puertos A y B entregan un total de 200 mA cada uno, es decir 25mA cada pin, con esta corriente ya se puede acoplar mediante optotriacs hacia la etapa de potencia. Es importante tener en cuenta estos datos importantes ya que si no se las respeta se corre el riesgo de dañar el PIC.

Una vez programado el microcontrolador sólo sirve para atender la tarea para la que ha sido programado.

Las líneas de entrada y salida se conectan a sensores y actuadores para automatizar el control de algún dispositivo.

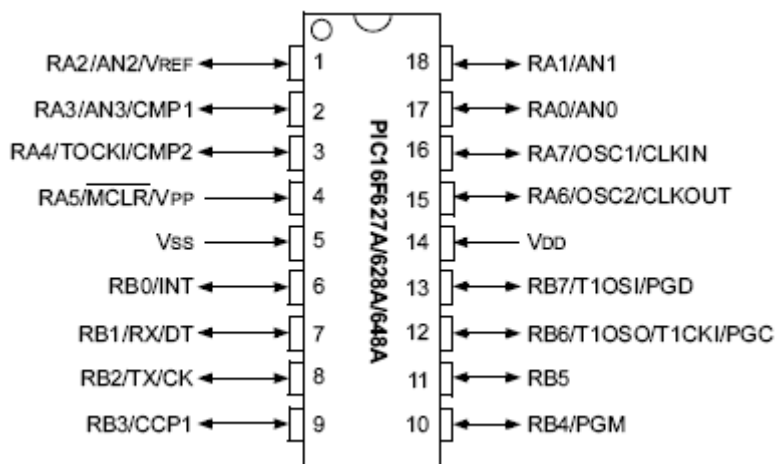


Figura 1.18. Diagrama de Pines del PIC 16F628A [DATASHEET Anexo 5.6]

Ahora en la figura 1.19, se puede observar la distribución de pines del microcontrolador PIC16F819 el mismo que es muy parecido al PIC16F628A con la única diferencia que el PIC 16F819 tiene incorporado en su estructura interna conversores ADC (análogo / digital).

Es precisamente por el conversor que se ha escogido a este microcontrolador, ya que una de las entradas del conversor realizará la tarea de sensar la temperatura ambiente emitida por el sensor de temperatura en forma de señal eléctrica y mediante el programa grabado en el micro se procesa esta señal y permite ver el estado de la temperatura en grados centígrados.

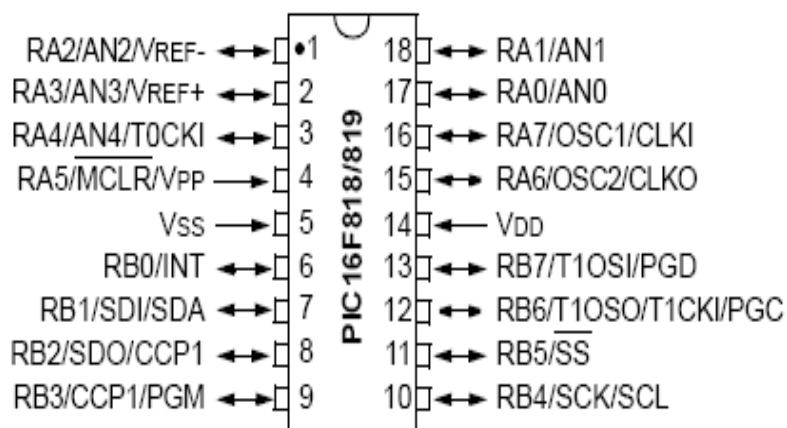


Figura 1.19. Diagrama de Pines del PIC 16F819 [DATASHEET Anexo 5.7]

### CIRCUITOS OSCILADORES PARA PIC'S [3]

Un circuito oscilador es aquel que permite trabajar un dispositivo a una frecuencia de trabajo establecida por los fabricantes. En los microcontroladores PIC's vienen integrados en su interior algunas posibles frecuencias de trabajo.

Los microcontroladores PIC's pueden configurarse la frecuencia de trabajo de manera interna (configurando el registro OSCCON desde 31,25 KHz hasta 8 MHz) o también se puede configurar la frecuencia de trabajo de manera externa mediante la utilización de resistencias, condensadores o cristales de cuarzo tal como se lo describirá brevemente a continuación.



## TIPOS DE OSCILADORES [3]

La frecuencia de trabajo viene dada por el tipo de oscilador externo con el que se trabaje, los PIC admiten cuatro tipos de osciladores:

- **Oscilador RC:** Oscilador de bajo costo ya que se conforma por una resistencia y un condensador, cuyos valores determinan la frecuencia de oscilación entre 31,25 KHz hasta unos 250 KHz. Proporciona una estabilidad mediocre. En la figura 1.20 se puede ver la conexión física de este tipo de oscilador.

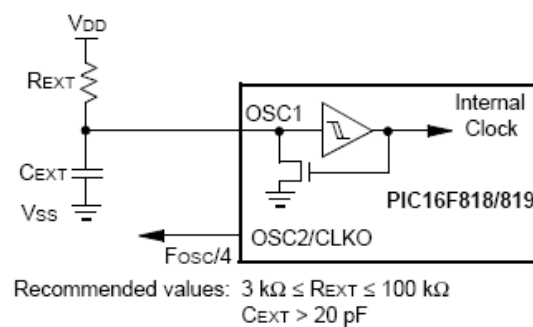


Figura 1.20. Oscilador tipo RC [3]

- **Oscilador HS:** Basado en un cristal de cuarzo de alta velocidad (HS: High Speed), alcanza una velocidad entre 4 y 10 MHz. El circuito correspondiente se lo puede ver en la figura 1.21.

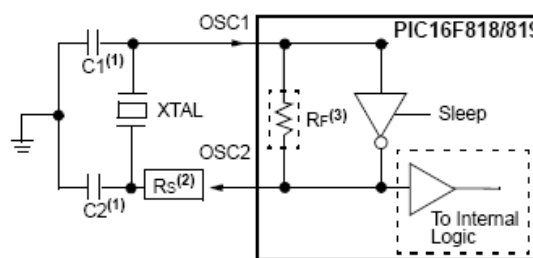


Figura 1.21. Oscilador tipo HS [3]

- **Oscilador XT:** Oscilador de cristal o resonador para frecuencias entre 100 KHz y 4 MHz.
- **Oscilador LP:** Oscilador de bajo consumo, con cristal o resonador para frecuencias entre 35 y 200 KHz.

A continuación se observa en la tabla 3, los valores de capacitancia que se debe colocar al PIC en cualquiera de los modos de operación que necesita el oscilador.

Osc Type	Crystal Freq	Typical Capacitor Values Tested:	
		C1	C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	56 pF	56 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15 pF	15 pF
	20 MHz	15 pF	15 pF

Tabla 3. Valores de los condensadores para el oscilador [3]

## CIRCUITOS DE RESET [2]

La entrada master clear (MCLR) que se encuentra en el pin # 4 del PIC 16F628 y del PIC 16F819, permite reiniciar el estado del micro, llevándose a cabo dos acciones importantes:

- Se carga un 0 en el Contador de Programa, de forma que después de un Reset siempre se ejecuta la instrucción que está en la posición 0 de la memoria de programa.
- Los registros de estado y control toman un estado conocido y determinado

La conexión eléctrica para que se realice el Reset en un PIC se puede ver en la figura 1.22.

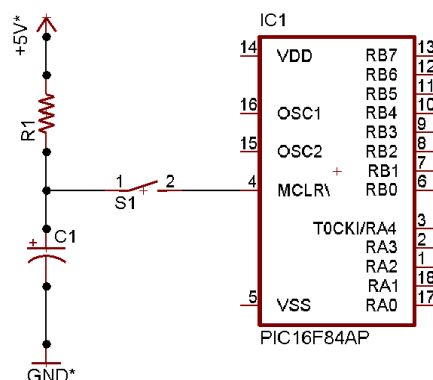


Figura 1.22. Circuito de RESET para el PIC. [2]

Es importante indicar que el condensador está conectado de manera opcional, es decir no es crítico si no se lo pone.

## EL LCD

### INTRODUCCIÓN <sup>[16]</sup>

Antes de aparecer los módulos LCD, (Display de Cristal Líquido) se utilizaban los Display's de siete segmentos para mostrar la información, además de su gran limitación de poder mostrar los caracteres alfa numéricos y símbolos especiales, también consumían demasiada corriente y ocupaban mucho espacio físico. Posteriormente aparecieron otros tipos de display's más complejos que podían mostrar algunos caracteres y símbolos; pero tenían de igual manera mucho consumo de corriente y espacio físico desperdiciado.

Finalmente aparecieron los módulos LCD conocidos también como pantallas de cristal líquido (ver grafico 1.23), tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control pre-programada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no se tiene que organizar tablas especiales como se realizaba anteriormente con los display's de siete segmentos.

Las aplicaciones de los módulos LCD son infinitas ya que podrán ser aplicados en la informática, comunicaciones, telefonía, instrumentación, robótica, automóviles, equipos industriales, etc. Todo queda a su imaginación la gran cantidad de aplicaciones que tiene un módulo LCD.

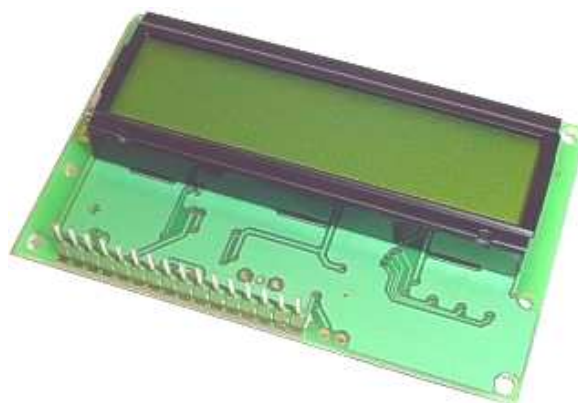


Figura 1.23. Módulo LCD <sup>[16]</sup>

La definición más clara de un LCD es que se trata de una pantalla de cristal líquido que visualiza 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 general se puede visualizar en la pantalla dos 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 que los 16 caracteres son los que se van a visualizar.

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

### **TIPOS DE MÓDULOS LCD** [16]

En la actualidad existen una gran variedad de versiones clasificadas en dos grupos. El primer grupo se refiere a los módulos LCD de caracteres (solamente se podrán presentar caracteres y símbolos especiales en las líneas predefinidas en el módulo LCD) y el segundo grupo se refiere a los módulos LCD matriciales (Se podrán presentar caracteres, símbolos especiales y gráficos). Los módulos LCD varían su tamaño físico dependiendo de la marca, por lo tanto en la actualidad no existe un tamaño estándar para los módulos LCD.

Los primeros módulos LCD tenían los caracteres de color negro y el fondo de la pantalla era de color verdoso claro. Posteriormente se crearon otros colores en donde los caracteres eran de color plata y así sucesivamente fueron variando los colores en el fondo y en los caracteres incluyendo una luz posterior para los módulos LCD denominada Back Light diseñada especialmente para mejorar la visualización de la pantalla sobre todo en lugares muy oscuros.

### ASPECTOS IMPORTANTES PARA CREAR UN CARACTER EN LCD [16]

- 1-. Altura del carácter definida por dos variables: Alto de cada punto que conforma la matriz y longitud de separación entre cada punto que conforma la matriz.
- 2-. Ancho del Carácter definido por dos variables: Ancho de cada punto que conforma la matriz y longitud de separación entre cada punto que conforma la matriz.
- 3-. Calidad gráfica del carácter (A mayor cantidad de puntos dentro de la matriz, mayor será la calidad visual del carácter presentado por el módulo LCD).

El LCD dispone de una matriz de 5x8 puntos para representar cada carácter. En total se pueden representar 256 caracteres diferentes. 240 caracteres están grabados dentro del LCD y representan las letras mayúsculas, minúsculas, signos de puntuación, números, etc. Existen 8 caracteres que pueden ser definidos por el usuario como se ve en la figura 1.24.

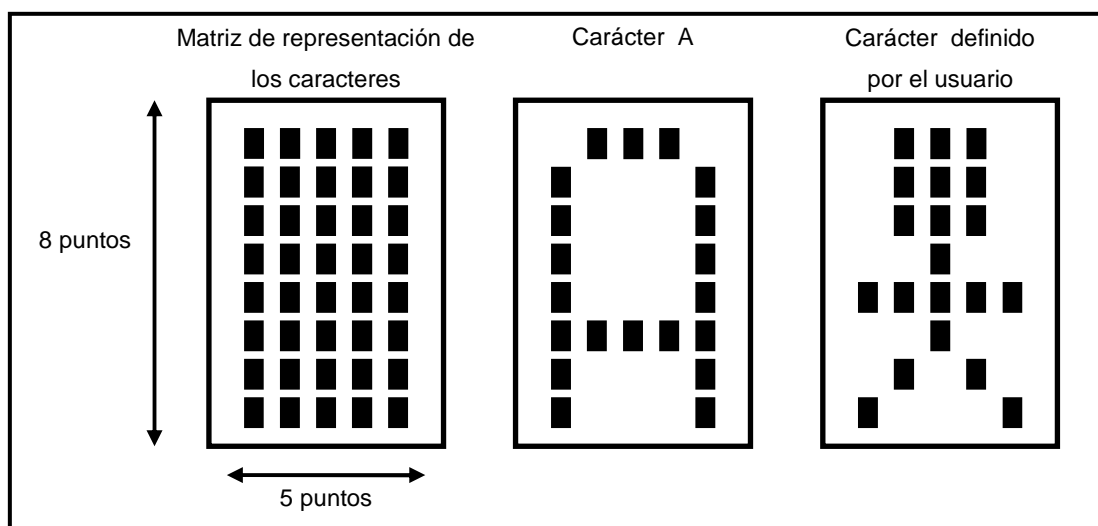


Figura 1.24. Formación de un carácter en el LCD [17]

En la tabla 4, se muestran los caracteres más importantes que es capaz de representar la pantalla LCD. No están representados los caracteres correspondientes a los códigos desde el \$80 hasta el \$FF, que corresponden a

símbolos extraños. Los códigos comprendidos entre el 0 y el 7 están reservados para que el usuario los defina.

Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.
\$20	Espacio	\$30	0	\$40		\$50	P	\$60	`	\$70	p
\$21	!	\$31	1	\$41	A	\$51	Q	\$61	a	\$71	q
\$22	“	\$32	2	\$42	B	\$52	R	\$62	b	\$72	r
\$23	#	\$33	3	\$43	C	\$53	S	\$63	c	\$73	s
\$24	\$	\$34	4	\$44	D	\$54	T	\$64	d	\$74	t
\$25	%	\$35	5	\$45	E	\$55	U	\$65	e	\$75	u
\$26	&	\$36	6	\$46	F	\$56	V	\$66	f	\$76	v
\$27	'	\$37	7	\$47	G	\$57	W	\$67	g	\$77	w
\$28	)	\$38	8	\$48	H	\$58	X	\$68	h	\$78	x
\$29	(	\$39	9	\$49	I	\$59	Y	\$69	i	\$79	y
\$2A	*	\$3A	:	\$4A	J	\$5A	Z	\$6A	j	\$7A	z
\$2B	+	\$3B	:	\$4B	K	\$5B	[	\$6B	k	\$7B	{
\$2C	,	\$3C	<	\$4C	L	\$5C		\$6C	l	\$7C	
\$2D	-	\$3D	=	\$4D	M	\$5D	]	\$6D	m	\$7D	}
\$2E	.	\$3E	>	\$4E	N	\$5E	^	\$6E	n	\$7E	
\$2F	/	\$3F	?	\$4F	O	\$5F	-	\$6F	o	\$7F	

Tabla 1.4. Caracteres que utiliza el LCD [17]

## IDENTIFICACIÓN DE PINES DE UN MÓDULO LCD [16]

Los pines de conexión de un módulo LCD han sido estandarizados por lo cual la mayoría de ellos son exactamente iguales siempre y cuando la línea de caracteres no sobrepase los ochenta caracteres por línea. Por otro lado es de suma importancia localizar exactamente cuál es el pin número uno ya que en algunos módulos se encuentra hacia la izquierda y en otros módulos se encuentra a la derecha. Enseguida se aprecia en la figura 1.25 la configuración de pines de un LCD.

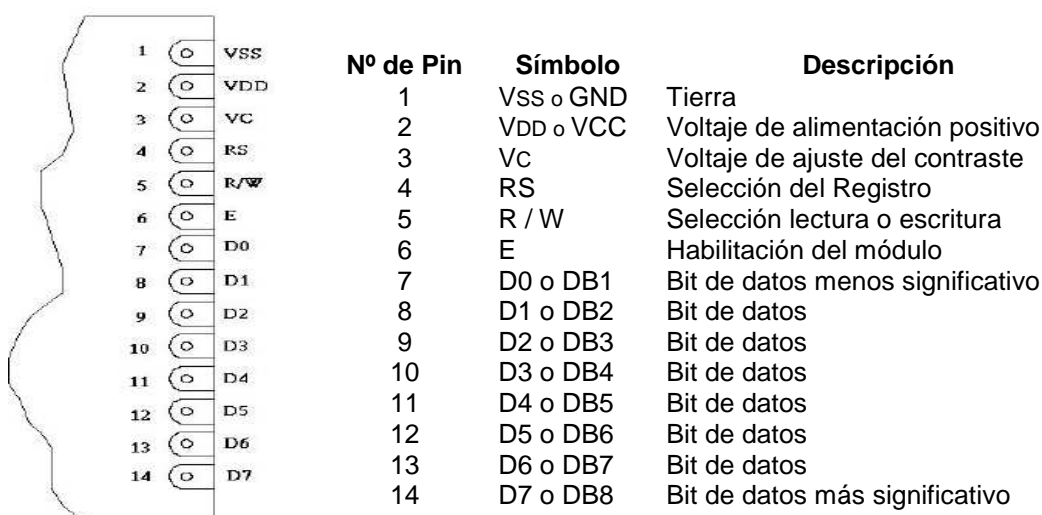
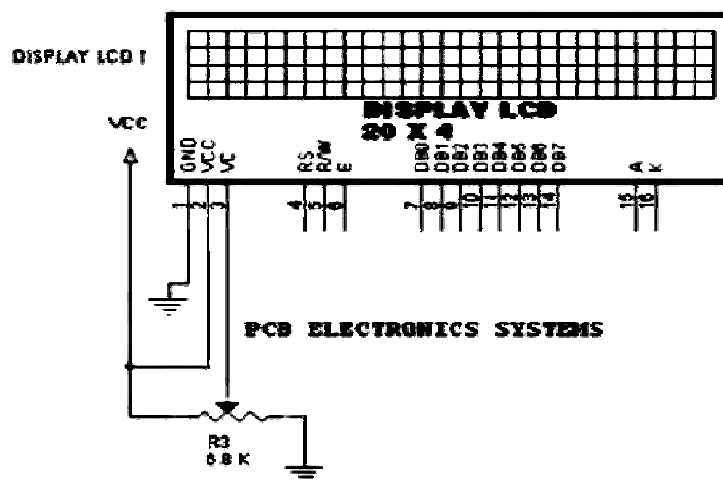


Figura 1.25. Descripción de Pines del LCD [17]

### *Interpretación del significado de los Pines del Módulo LCD [16]*

**El Pin número 1, 2 y 3,** están destinados para polarizar con cinco voltios el módulo LCD para su funcionamiento y el pin número tres es utilizado para ajustar el contraste de la pantalla; es decir colocar los caracteres más oscuros o más claros para poderse observar mejor.

Observe la siguiente figura 1.26 de cómo deben estar conectados los tres primeros pines. La resistencia representada como R3 es un potenciómetro variable que puede oscilar entre 5 K $\Omega$  y 20 K $\Omega$  indiferentemente.



*Figura 1.26. Configuración de la alimentación del módulo LCD [16]*

**El Pin número 4:** denominado "RS" trabaja paralelamente al Bus de datos del módulo LCD (Bus de datos son los Pines del 7 al 14). Este bus es utilizado de dos maneras, ya que se podrá colocar un dato que representa una instrucción o se podrá colocar un dato que tan solo representa un símbolo o un caracter alfa numérico; pero para que el módulo LCD pueda entender la diferencia entre un dato o una instrucción se utiliza el pin número cuatro para tal fin.

Si el pin número 4 es igual a cero le dirá al módulo LCD que está presente en el bus de datos una instrucción, por el contrario, si el pin número 4 es igual a uno le dirá al módulo LCD que está presente un símbolo o caracter alfa numérico.

**El Pin número 5:** denominado "R/W" trabaja paralelamente al Bus de datos del módulo LCD (Bus de datos son los Pines del 7 al 14). También es utilizado de dos maneras, ya que usted podrá decirle al módulo LCD que escriba en

pantalla el dato que está presente en el Bus; por otro lado también podrá leer que dato está presente en el Bus.

Si el pin número 5 es igual a cero el módulo LCD escribe en pantalla el dato que está presente en el Bus; pero si el pin número 5 es igual a uno significa que usted necesita leer el dato que está presente en el bus del módulo LCD.

**El Pin número 6:** denominado "E" que significa habilitación del módulo LCD tiene una finalidad básica: conectar y desconectar el módulo. Esta desconexión no estará referida al voltaje que le suministra la corriente al módulo; la desconexión significa tan solo que se hará caso omiso a todo lo que esté presente en el bus de datos de dicho módulo LCD.

**Los Pines desde el número 7 hasta el número 14:** representan ocho líneas que se utilizan para colocar el dato que representa una instrucción para el módulo LCD o un carácter alfa numérico. El Bus de datos es de ocho Bits de longitud y el Bit menos significativo está representado en el pin número 7, el pin más significativo está representado en el Pin número 14.

**Los Pines 15 y 16:** estarán destinados para suministrar la corriente al Back Light (Iluminación del Display). Es importante conocer que no todos los módulos LCD disponen del Back Light aunque tenga los pines de conexión en el circuito impreso.

## **INTERFACE DEL DISPLAY CON UN MICROCONTROLADOR <sup>[16]</sup>**

Las conexiones entre un microcontrolador y una pantalla LCD, serán la del bus de datos de ocho bits y las de los pines de control, es decir, E, RS y R/W. Debido a esto, el microcontrolador deberá utilizar once bits para controlar la pantalla.

En cambio si únicamente utilizamos los cuatro bits más significativos del bus de datos del display, el microcontrolador deberá utilizar siete bits para el control del LCD.





Para el sensor de temperatura se va a utilizar el Set de Instrucciones que utiliza el compilador PIC BASIC el mismo que fue sacado del manual de referencia que se instala junto con el programa ensamblador y simulador de PIC'S llamado PIC SIMULATOR IDE.

Por otro lado para la etapa del juego de luces, se utilizó el set de Instrucciones que utiliza el compilador PIC BASIC PRO el mismo que se ejecuta junto con el programa ensamblador llamado MICROCODE STUDIO.

Al final de este proyecto como ANEXO # 1, se detalla el set de instrucciones que se utiliza para programar en PIC BASIC.

De igual forma el ANEXO # 2, contiene los comandos más importantes que se utilizaron en el control del juego de luces para programar en PIC BASIC PRO.

### **EL SIMULADOR COMPILADOR “PIC SIMULATOR IDE” [3]**

En la figura 1.28, se puede apreciar la pantalla principal de PIC Simulator Ide, la cual muestra todas las direcciones de memoria de los registros especiales que contiene el microcontrolador PIC, así como también la configuración del reloj interno al que se va a trabajar, el estado en el que se encuentra el contador de programa, el tiempo real que toma la simulación y las direcciones de los registros de propósito general que disponen los microcontroladores.

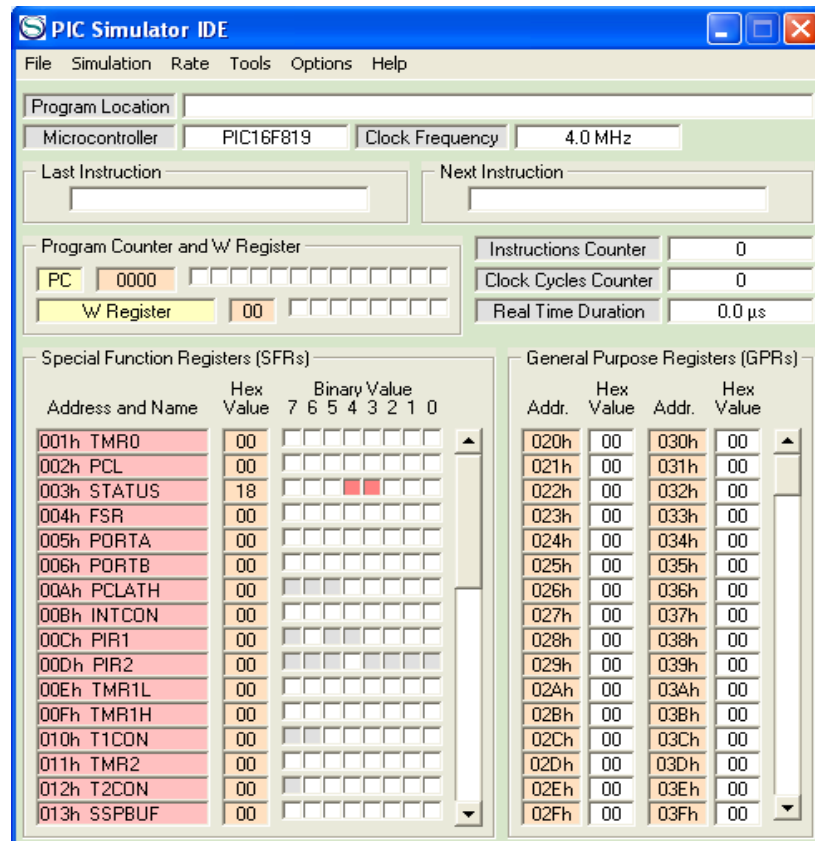


Figura 1.28. Pantalla principal de PIC SIMULATOR IDE [3]

La barra de herramientas mostrada en la figura 1.29, permite realizar todas las tareas necesarias para trabajar con el PIC.

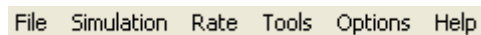


Figura 1.29. Barra de Herramientas de PIC Simulator Ide [3]

El menú **FILE** permite cargar un programa existente o simplemente dejar listo para crear un nuevo.

El menú **SIMULATION** (figura 1.30) tiene tres sub-menús que son:

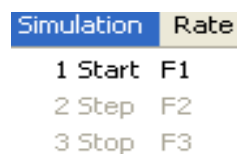


Figura 1.30. Herramientas del menú Simulation [3]

1 START, permite iniciar la simulación, puede ser ejecutado pulsando (F1).

2 STEP, permite avanzar cada instrucción paso a paso.

3 STOP, detiene la simulación.

En el menú **RATE** (figura 1.31) se tiene los distintos tipos de frecuencia con la que el simulador realiza la simulación del programa.

Rate	Tools	Options	Help
1 Step By Step			Ctrl+F1
2 Slow			Ctrl+F2
3 Normal			Ctrl+F3
4 Fast			Ctrl+F4
5 Extremely Fast			Ctrl+F5
✓ 6 Ultimate (No Refresh)			Ctrl+F6

Figura 1.31. Herramientas del menú Velocidad de Simulación [3]

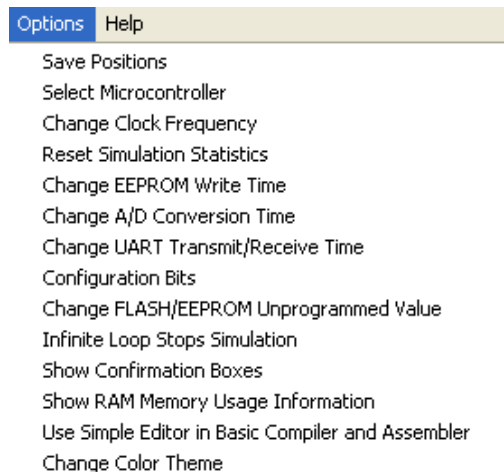
- 1 STEP BY STEP, Simulación paso a paso.
- 2 SLOW, simulación lenta.
- 3 NORMAL, simulación normal.
- 4 FAST, simulación rápida.
- 5 EXTREMELY FAST, simulación muy rápida.
- 6 ULTIMATE, simulación extra rápida, no se repite al terminar el programa.

En el menú **TOOLS** (figura 1.32) se encuentran las herramientas de trabajo para programar el PIC y los accesorios necesarios para ver en la simulación, por ejemplo se puede ver el microcontrolador con su configuración de pines haciendo clic en Microcontroller View.

Tools	Options	Help
Program Memory Viewer		Ctrl+M
EEPROM Memory Editor		Ctrl+E
Hardware Stack Viewer		Ctrl+S
Microcontroller View		Ctrl+V
Disassembler		Ctrl+D
Breakpoints Manager		Ctrl+B
Assembler		Ctrl+A
BASIC Compiler		Ctrl+C
Interactive Assembler Editor		Ctrl+I
8 x LED Board		
Keypad Matrix		
LCD Module		Ctrl+O
Graphical 128x64 LCD Module		
Hardware UART Simulation Interface		Ctrl+U
PC's Serial Port Terminal		Ctrl+T
Software UART Simulation Interface		Ctrl+W
Oscilloscope		Ctrl+P
Signal Generator		Ctrl+G
7-Segment LED Displays Panel		Ctrl+N
External Modules		Ctrl+X
Watch Variables		

Figura 1.32. Menú Herramientas [3]

Por último en el menú Options, figura 1.33, se puede elegir el microcontrolador que se necesita haciendo clic en Select Microcontroller, de ahí se muestra un listado de los PIC's que este simulador permite programar.



*Figura 1.33. Menú Opciones [3]*

## **EL PROGRAMADOR, COMPILADOR “MICROCODE STUDIO” [2]**

MicroCode es un programa editor de texto como el Bloc de notas de Windows, pero con la diferencia que está hecho exclusivamente para facilitar la programación de los microcontroladores PIC, los procedimientos para programar son muy sencillos, primero se selecciona el modelo del PIC, se escribe el programa, se lo guarda y por último se compila, si está bien realizado y sin fallas se compilará y en la parte inferior izquierda se mostrará el espacio en bytes que se necesita para trasladar al PIC, enseguida se crean tres archivos con las extensiones: (.mac), (.asm), (.hex), el archivo con extensión “.hex” es el más importante para el PIC ya que es el que reconoce el microcontrolador para ser grabado.

En la figura 1.34 se puede apreciar la pantalla principal y las partes más importantes de MicroCode Studio, la misma que muestra una pestaña para escoger el PIC, otra pestaña para configurar el puerto al que será conectado el grabador de PIC's, también muestra el editor de texto para elaborar el

programa con su respectiva dirección de línea, además permite crear un encabezado del programa y al final el espacio que ocupa en el PIC.

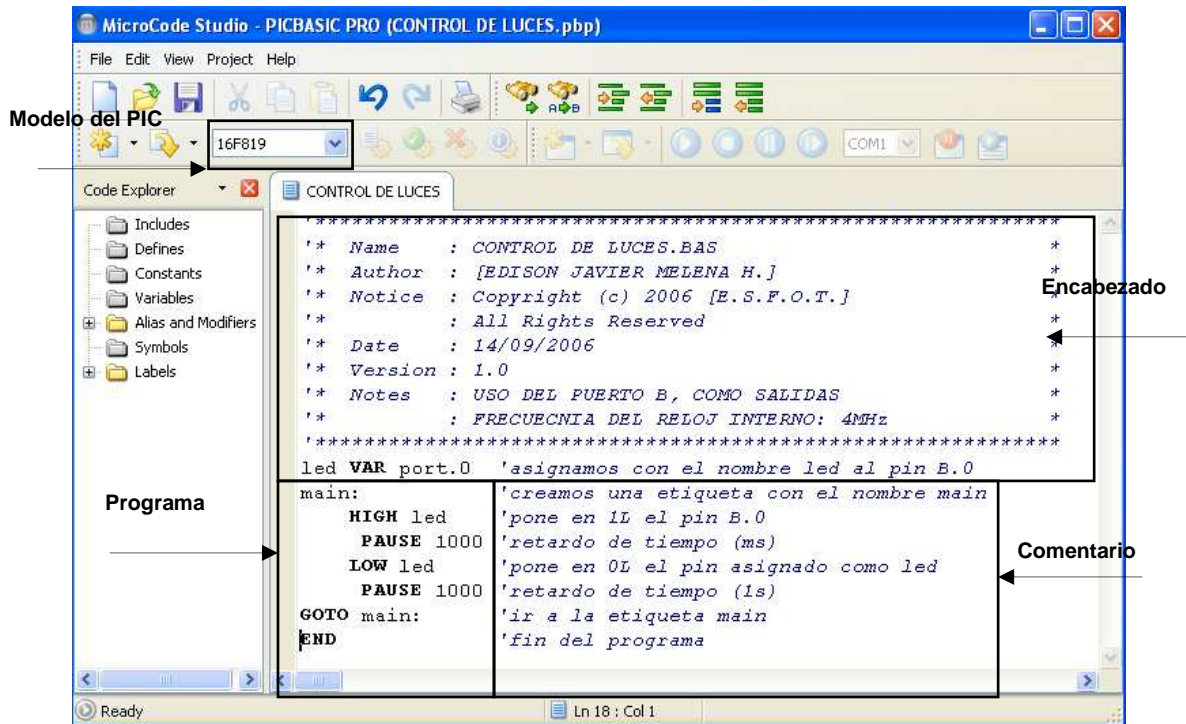


Figura 1.34. Pantalla principal de Microcode [2]

Como se puede ver en la figura 1.34, en la parte donde se escribe el programa, MicroCode reconoce palabras clave como VAR, HIGH, LOW, PAUSE, etc., y los pinta con mayúsculas y negrillas, por lo que no se debe utilizar estas declaraciones como nombres de subrutinas o variables. Si se necesita crear una subrutina hay que tener cuidado de no empezar con números y tampoco debe contener espacios como por ejemplo: 5main:, main 5:, main5 :

En la figura 1.35, se ve el menú principal que contiene MicroCode Studio para trabajar con el PIC, la diferencia de PIC Simulator IDE con MicroCode Studio es que en MicroCode Studio se muestra enseguida el editor del programa, mientras que en el otro se debe sacar desde las herramientas, y la otra gran diferencia es que MicroCode no realiza la simulación del programa creado como lo hace PIC Simulator IDE, la única manera de comprobar es grabando en el PIC.



Figura 1.35. Barra de menús de Microcode [2]

En el menú **FILE**, (figura 1.36), se tiene todas las herramientas iguales a las que ofrece Word, ahí se puede: crear un nuevo programa, abrir un programa existente, cerrar, guardar, imprimir, etc.

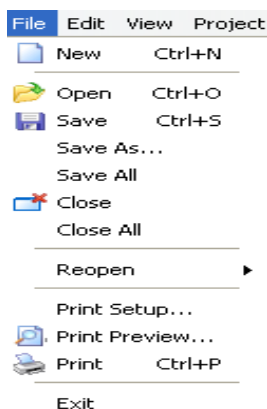


Figura 1.36. Archivo File de MicroCode [2]

Al igual que Word en el archivo **EDIT**, (figura 1.37) hay herramientas como: regresar a la última acción, adelantar, cortar, copiar, pegar, borrar, seleccionar todo, buscar, remplazar, etc.



Figura 1.37. Archivo Edit de MicroCode [2]

De la misma forma en el archivo **VIEW**, (figura 1.38) se tiene accesos a la configuración del editor, opciones para compilar y programar, también para mostrar o no el explorador de códigos, configurar las barras de herramientas para mostrar o no en la pantalla principal.

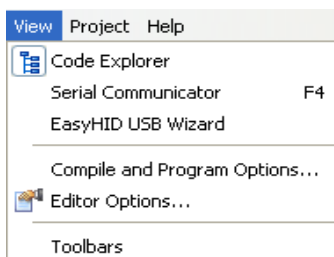


Figura 1.38. Archivo View de MicroCode [2]

Por último en el archivo **PROJECT**, (figura 1.39) se tiene las herramientas para Compilar (F9), compilar y programar (F10) y programar (F11), con los cuales se crea el archivo hexadecimal el cual automáticamente se carga en el grabador de PIC's "**ic-prog**".

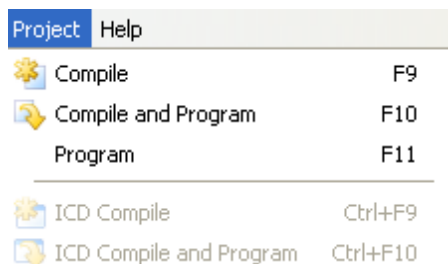


Figura 1.39. Archivo Project de MicroCode [2]

Como se puede notar no es muy complejo el manejo de MicroCode Studio, es por eso que se ha optado por realizar una parte del proyecto en este programador para indicar que cualquier programador puede servir para realizar un proyecto, lo único que se necesita es tener un poco de conocimiento acerca de los PIC's y al menos haber manejado algún lenguaje de programación.



## **CAPÍTULO II: CONSTRUCCIÓN**

El presente capítulo se refiere estrictamente a la construcción del proyecto el mismo que consiste en el control automático de luces para discoteca y al mismo tiempo realizar el control de la temperatura de estos centros de diversión.

Luego de haber visto de forma rápida la forma de manejar los software de programación, simulación, compilación y grabación de los PIC's, programas con los que se desarrollará la programación de los dos microcontroladores, se elaborará los algoritmos que serán compilados y transferidos a los microcontroladores PIC16F819 que controlará la temperatura y al PIC 16F628 que controlará la presentación de las luces.

Luego de la programación se indicará el diseño del circuito esquemático de la etapa de fuente, de control y de potencia realizada en el computador, así como la elaboración del diagrama de pistas (diseño del circuito impreso) que será impreso en la baquelita, y por último se realizará la caja de presentación del prototipo.

### **2.1 PROGRAMACIÓN**

Como se dijo anteriormente este proyecto estará conformado por dos microcontroladores, el microcontrolador PIC 16F819 que controlará la temperatura del ambiente y el microcontrolador PIC 16F628 que controlará la secuencia de encendido de las luces.

Para la programación del PIC de control de temperatura se utilizará el software PIC Simulator IDE con su ensamblador y compilador BASIC Compiler, el mismo que genera el archivo hexadecimal que será grabado en la memoria del PIC.

Para la programación del PIC de control de luces se utilizará el paquete MicroCode Studio que incorpora como ensamblador y compilador al PIC BASIC PRO, que genera el archivo hexadecimal para grabar internamente en el PIC.

Para la grabación de los archivos hexadecimales generados por BASIC Compiler y PIC BASIC PRO se utilizará el software grabador de PIC's "ic.prog", el mismo que se conecta con el grabador de PIC's mediante el puerto serial.

### **2.1.1. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA SENSAR LA TEMPERATURA.**

Para la elaboración del control de temperatura fue necesario utilizar como medio de visualización un display LCD para vigilar la temperatura a la que se encuentra el ambiente. Se usó también como transductor un sensor de temperatura LM35 encapsulado en forma de transistor, la señal que entrega este sensor se amplifica mediante un circuito integrado operacional LM358N para aumentar la ganancia de esta señal a la entrada analógica del PIC 16F819.

El programa grabado en el PIC16F819 para realizar el control de la temperatura fue creado con la ayuda del software PIC SIMULATORE IDE, el mismo que ya se conoció en forma elemental las partes importantes de este importante software de programación en el capítulo anterior.

### **2.1.2. DESARROLLO DEL PROGRAMA "SENSOR DE TEMPERATURA":**

Para la elaboración del programa (algoritmo) es indispensable tener el ensamblador, el mismo que es similar a un editor de texto de Windows, en él se aplican las diferentes declaraciones (comandos) para crear el software, los comandos utilizados en este programa se tiene en el anexo # 3 que se encuentra al final de este proyecto.

En primer lugar se inicia el programa PIC Simulator IDE y en el menú de herramientas, en **Options** se hace clic en **Select Microcontroller** y se elige el PIC16F819, tal como lo indica la figura 2.1.

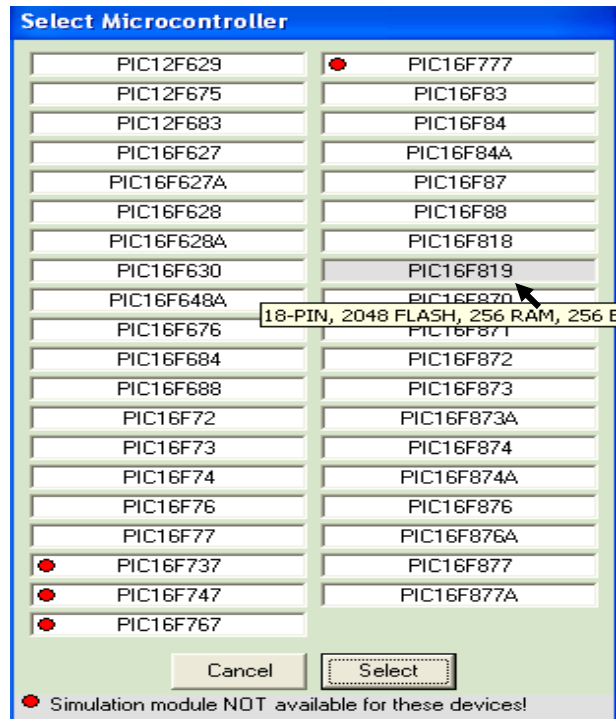


Figura 2.1. Selección del Microcontrolador

Una vez seleccionado el microcontrolador, en el menú **Tools** de PIC Simulator IDE se hace clic en **BASIC Compiler**, para obtener el ensamblador y compilador en una nueva ventana en blanco similar a la figura 2.2.

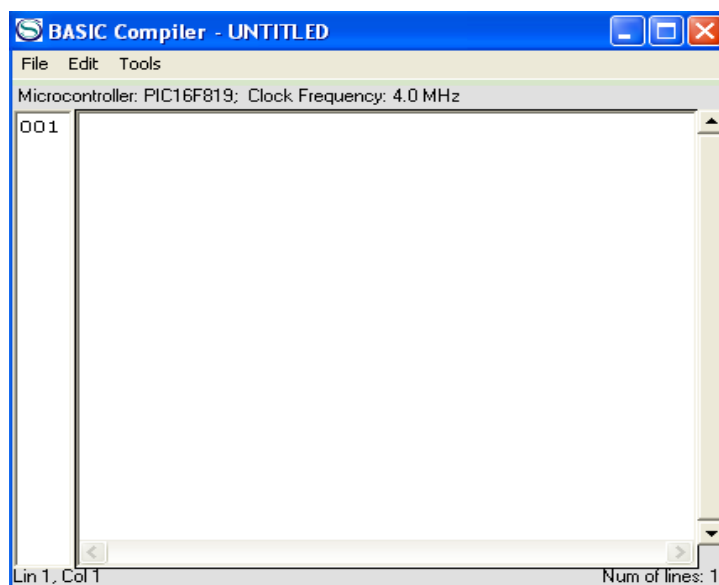


Figura 2.2. Compilador Basic

En el Compilador Basic se crea el programa que sea capaz de detectar una señal análoga de temperatura, procesarla y activar una salida del puerto B cuando la temperatura del ambiente sea mayor a 30° C, al mismo tiempo debe estar monitoreando la temperatura del ambiente a través del módulo LCD.

El programa que fue desarrollado en este compilador BASIC se puede observar detalladamente en el anexo # 3 de este proyecto.

### 2.1.3. PROGRAMA ASSEMBLY PARA SENSAR LA TEMPERATURA

Para entender de una manera clara el funcionamiento del algoritmo que realiza el control para sensar la temperatura se ha realizado un diagrama de flujo (figura 2.3) en el cual se interpreta el proceso que se sigue para realizar el control. Este diagrama de flujo (diagrama de bloques) ayuda a interpretar de manera visual y rápida lo que se realiza en la programación.

#### *Diagrama de Flujo para el control de Temperatura*

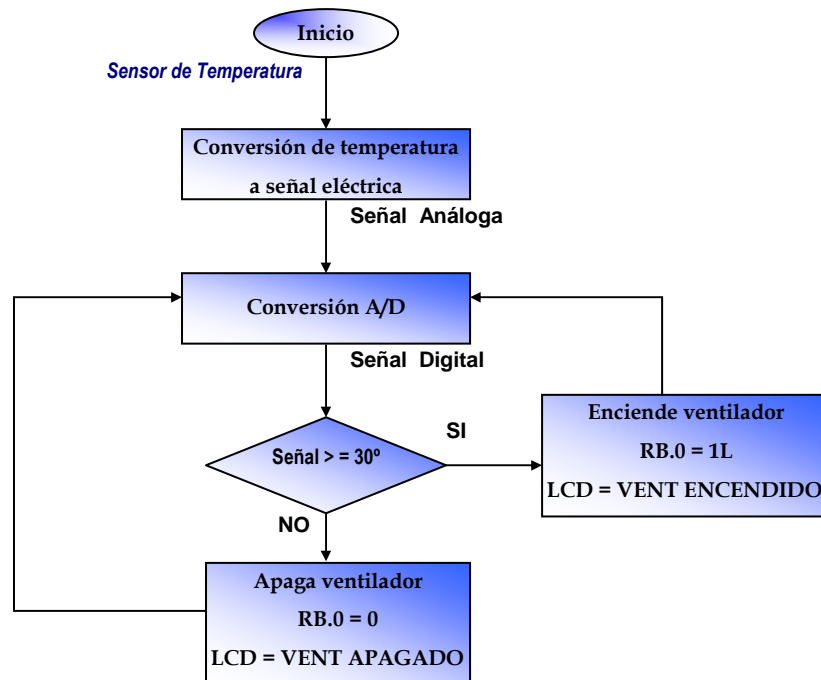


Figura 2.3. Diagrama de Flujo para el control de la temperatura

**Explicación:**

Cuando el PIC no se encuentra energizado (apagado), este no realiza ninguna tarea, el LCD no muestra nada en la pantalla.

En el instante en que se enciende el equipo de control se polariza el sensor de temperatura con cinco voltios, en ese momento comienza a sensar la temperatura en grados centígrados a la que se encuentra el medio donde está ubicado el sensor y envía una señal eléctrica análoga de 10mV por cada grado centígrado hacia la entrada del conversor. El rango de trabajo de este sensor es de -55 °C hasta 155 °C, es decir a la salida del sensor se tiene un valor de 0 a 2,1 voltios de acuerdo al valor de temperatura a la que se encuentre.

Una vez que la señal del sensor ingresa al conversor análogo digital del PIC 16F819 por el pin # 17 (RA0, AN0), se convierte la señal análoga en una señal digital la misma que es comparada internamente con el programa tal que si la señal digital es menor a un valor de 30 (valor de referencia de 30 °C), el programa le comunica al PIC16F819 que no active la salida RB2 pin # 8 (se pone en estado bajo 0V) y al mismo tiempo le ordena al módulo LCD que muestre en la primera fila el valor de la temperatura en grados centígrados a la que se encuentra en el momento que hace la conversión y de acuerdo a ese valor que ponga en la fila dos el aviso "VENT APAGADO" (figura 2.4) que indica que el ventilador se encuentra en estado de reposo, luego de esta comparación el programa regresa nuevamente a verificar si ha modificado la señal análoga de entrada y si la entrada no ha variado se mantiene en un lazo cerrado con el ventilador apagado.

En cambio si el valor de la señal análoga supera el valor asignado de 30 °C, el programa le comunica al PIC16F819 que debe activar la salida RB2 pin # 8 (se pone en estado alto 5V) y al mismo tiempo tiene que mostrarse en la primera fila del módulo LCD el valor de la temperatura a la que se encuentra el conversor en grados centígrados y en la segunda fila debe mostrar la palabra "VENT ENCENDIDO" (figura 2.5), seguidamente el programa regresa nuevamente a verificar en que valor se encuentra en la conversión y si dicho

valor continúa siendo mayor a 30 °C, el programa continua en ese lazo cerrado con el ventilador encendido hasta que la temperatura del medio se encuentre por abajo de los 30 °C.

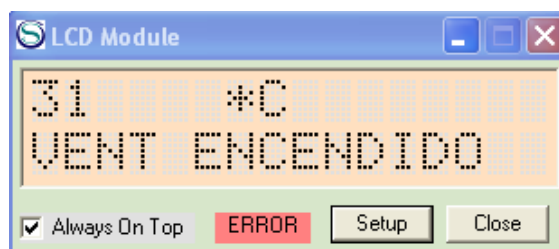


Figura 2.4. Respuesta del LCD

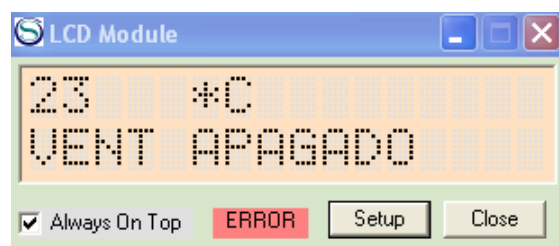


Figura 2.5. Respuesta del LCD

Una vez que se ha terminado el desarrollo del programa en Basic Compiler, se guardó el archivo con el nombre SENSOR DE TEMPERATURA y automáticamente se crea el archivo assembly (.asm) con el mismo nombre, luego se procede a compilar el programa y confirma que tuvo éxito o que contiene errores, también indica el tamaño del código generado, por ejemplo en el programa para controlar la temperatura se ha utilizado 374 bytes de un total de 2048 bytes que posee el PIC16F819, todo este reporte se lo puede observar en la figura 2.6, y si todo está bien, se crea un archivo hexadecimal (.hex), este archivo generado es el único que reconocen los microcontroladores para que puedan ser grabados internamente en la memoria del PIC, esta grabación se realiza mediante el programa “ic.prog” con la ayuda de un dispositivo grabador de PIC`s (figura 2.15) que se conecta a través del puerto serial de la computadora.

```
The compilation process was successful.
The size of the generated code is 374 program words.
Total 2048 program words available.
Output saved as C:\Documents and Settings\TLGO. JAVIER MELENA\Escritorio\tesis\AVANCES TESIS\ejercicios
pics\simulator\Sensor de Temperatura.asm
Listing file: C:\Documents and Settings\TLGO. JAVIER MELENA\Escritorio\tesis\AVANCES TESIS\ejercicios
pics\simulator\Sensor de Temperatura.lst
```

Figura 2.12. Confirmación de la compilación

#### **2.1.4. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA PARA CONTROLAR LAS LUCES.**

Para la elaboración del control del encendido de las luces se utilizó el microcontrolador PIC16F628A por las buenas características que posee en su estructura interna, y para realizar el programa se utilizó el software programador de PIC's "MicroCode Studio", con esto se comprobó que para programar PIC's no es necesario registrarse a un solo programador, pueden existir muchas maneras de programar un PIC para llegar al mismo objetivo.

El PIC 16F628A mediante tres programas grabados internamente permite cambiar la secuencia de presentación de las luces, la selección de uno de estos programas se lo realiza manualmente desde tres pulsadores normalmente abiertos los cuales cambian el estado lógico a las entradas: RB0 pin #6, RB1 pin #7 y RB2 pin #8 del PIC16F628A, y de acuerdo al programa elegido se van activando las salidas: RB4–RB7 del PIC16F628A. Todo este proceso se lo puede ver gráficamente en el siguiente diagrama de flujo creado en la figura 2.13.

Diagrama de Flujo para el control del juego de luces

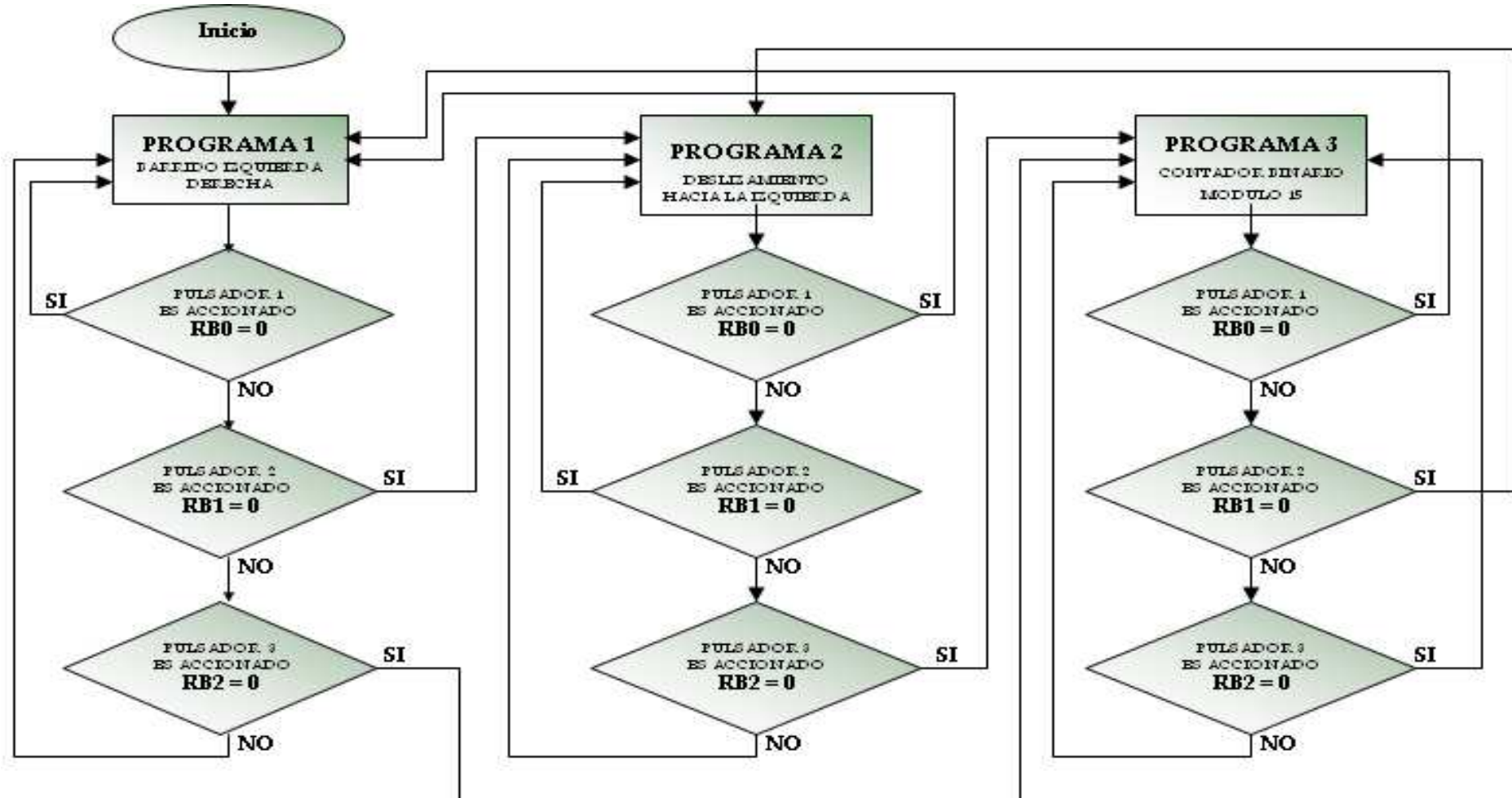


Figura 2.13. Diagrama de Flujo para el control de luces



**Explicación:**

Cuando se enciende el equipo de control, el PIC 16F628A se energiza y por defecto ingresa al programa uno, en cada instrucción que se va ejecutando siempre está comprobando si uno de los tres pulsadores ha sido presionado, mientras no es presionado ningún pulsador entra a un lazo cerrado y se mantiene siempre en el programa uno hasta que cambie la condición de los pulsadores. Si se mantiene en este lazo y se presiona el pulsador uno, el programa no cambia, en cambio si se presiona el pulsador dos o el pulsador tres se cambia al programa dos o al programa tres respectivamente y después de ingresar a cualquiera de los programas se queda siempre en un lazo cerrado hasta que la condición de los pulsadores le haga salir del lazo, tal como se ve con las líneas de flujo en el diagrama de bloques de la figura 2.13.

El programa uno está diseñado para que realice una secuencia de presentación de luces de desplazamiento de un bit de izquierda a derecha, es decir se van activando de uno en uno las salidas RB4, RB5, RB6, RB7 del PIC 16F628A y luego se regresa. Cada cambio de secuencia se ejecuta en un tiempo de 0,5 segundos.

El programa dos realiza una secuencia de encendido de luces de tres en tres, tal que da una sensación de desplazamiento de un bit en estado bajo de izquierda a derecha, es decir en primer lugar se activan las salidas RB7, RB6 y RB5 y la salida RB4 está apagada, en segundo lugar se activan las salidas RB7, RB6 y RB4 ahora se apaga la salida RB5 y así va rotando sucesivamente. Cada cambio de secuencia se va ejecutando en un tiempo establecido de 1,5 segundos.

El programa tres realiza la presentación de luces en forma binaria y lo hace como un contador ascendente módulo 16. Ahora el tiempo de retardo para cada cambio es de 3 segundos.

Cuando una de las salidas del PIC 16F628A se activa (se pone en uno lógico 5V), sale del PIC una señal de corriente de 15mA que hace conducir el fotodiodo del opto triac (NTE3048) permitiendo la conducción entre los

terminales MT2-MT1 para de esta manera activar las compuertas de los triac's (NTE5637) que son los elementos de potencia que controlan el encendido de las luces de alta potencia, todo esto será detallado más adelante en las distintas etapas que integran el equipo de control.

### 2.1.5. DESARROLLO DEL PROGRAMA “CONTROL DE LUCES”:

Para la elaboración del programa (algoritmo), es indispensable tener el ensamblador, en él se aplican las diferentes declaraciones (comandos), que se han elaborado en el anexo #2 para poder crear el software.

En primer lugar se inicia el software programador desde la computadora en menú Inicio → Todos los programas → MicroCode Studio.

Una vez abierto el programador, se escoge el microcontrolador a ser programado, en este caso se escoge el PIC16F628A, y el puerto COM1 con el que se va a comunicar el software programador “ic.prog” con el grabador de PIC's, a través del puerto serial de comunicaciones tal como se lo ve en la figura 2.14.

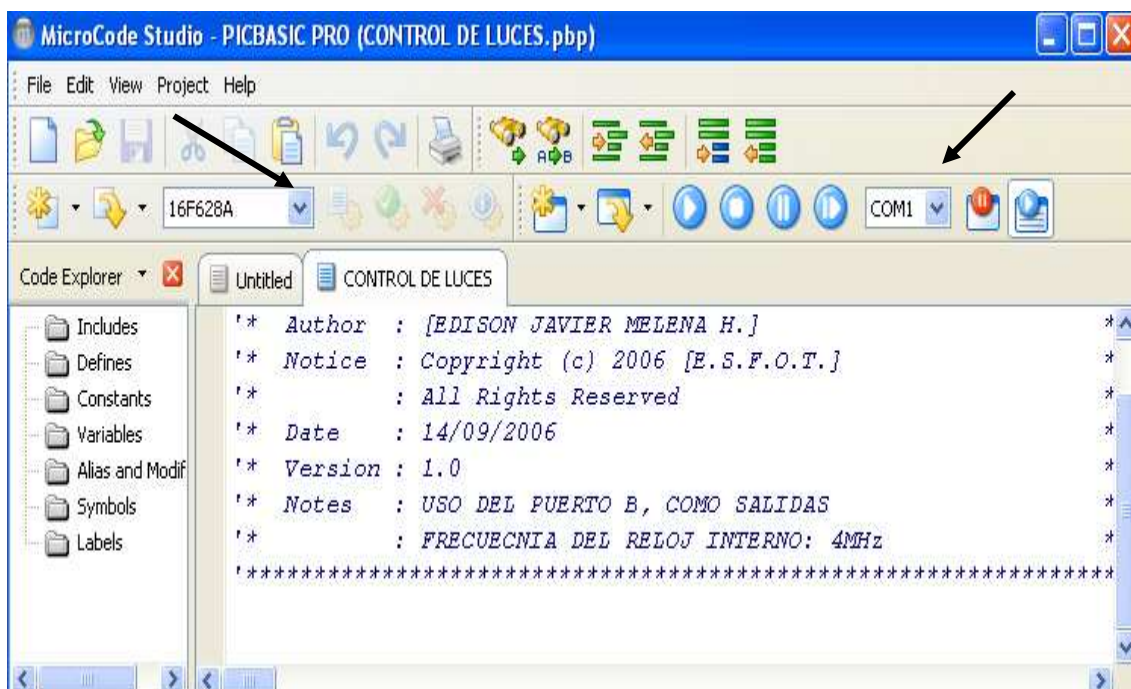


Figura 2.14. Selección del Microcontrolador y el puerto COM1

Una vez que se tiene a la mano el compilador PICBASIC PRO, se comienza a desarrollar el programa que sea capaz de generar una secuencia de valores lógicos a los pines de salida del PIC16F628A, y a su vez cambiar la frecuencia de encendido de las luces cuando es accionado manualmente uno de los tres programas mediante los pulsadores normalmente abiertos.

### 2.1.6. PROGRAMA ASSEMBLY PARA EL CONTROL DE LUCES

El programa fue desarrollado en PIC BASIC PRO, y la estructura de este algoritmo para realizar el control del juego de luces está escrita detalladamente en el **ANEXO # 4**, luego de que se terminó de crear el programa se guardó este texto con el nombre CONTROL DE LUCES con extensión (.PBP) que significa archivo creado en Pic Basic Pro, de la misma forma que en el sensor de temperatura una vez que se ha guardado se procedió a compilar el programa entrando en el menú *Project >> Compile*, y si está elaborado correctamente nos indica que la compilación tuvo éxito y el tamaño que se requiere en la memoria del PIC (Success: 147 words used), tal como indica la figura 2.15, al mismo tiempo se crea automáticamente el archivo CONTROL DE LUCES con extensión (.hex), este archivo es el que se graba internamente en la memoria del PIC 16F628A con la ayuda del grabador de PIC's *ic.prog*.

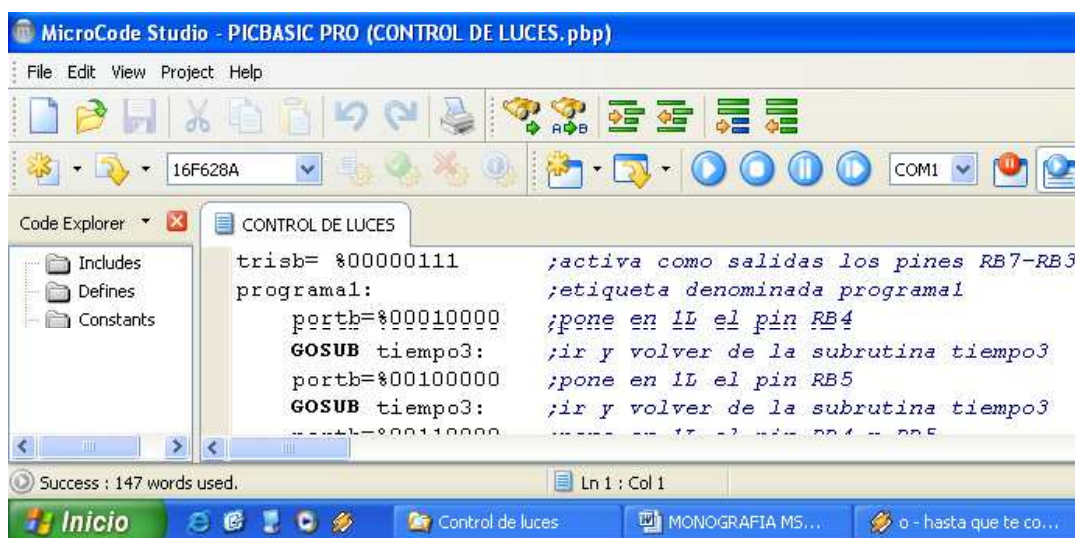


Figura 2.15 Resultado de la compilación en PICBASIC PRO

### 2.1.7. GRABACIÓN EN EL PIC

Para trasladar los programas creados en assembly, al momento de compilar se generan automáticamente archivos del mismo programa en código hexadecimal, son estos archivos los que se graban en la memoria del PIC.

Para el proyecto se ha utilizado el grabador de microcontroladores PIC que facilita la compañía MicroChip conjuntamente con el software de grabación **ic.prog 1.05C**, el cual se lo puede ver en la figura 2.16. Este programador se conecta al computador con un conector DB-9 al puerto de comunicaciones COM1 (puerto serial).

Este programador es capaz de grabar PIC's encapsulados de 40 pines, 28 pines y 18 pines, el grabador contiene dos led's que indican el estado del grabador, el led verde cuando se enciende indica que está en proceso de lectura, mientras que si se prende el led rojo indica que está grabando o borrando datos de la memoria del PIC.

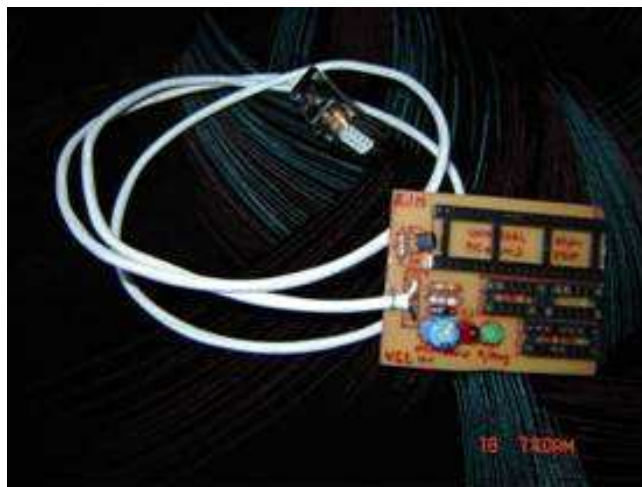


Figura 2.16 Grabador de PIC's

### 2.1.8. EL SOFTWARE GRABADOR DE PROTOTIPOS “IC-PROG 1.05C”

Si al compilar los programas ya sea en PIC SIMULATOR IDE o en MICROCODE STUDIO, indica que la compilación fue correcta y sobre todo el espacio que se va a ocupar en el PIC, entonces se inicia el software grabador de PIC's desde el icono de acceso directo que se instala en el escritorio, en ese

instante se presenta la pantalla principal de ic-prog, la misma que se configura antes de proceder a grabar.

En primer lugar se debe seleccionar nuevamente el microcontrolador que se va a utilizar en este caso se selecciona el PIC 16F628, seguidamente se configura el oscilador interno debe estar en IntRC I/O, la protección de código debe estar en CP OFF, y el MCLR (Master Clear) en los bits de configuración debe estar deshabilitado. En la figura 2.17, se puede ver la pantalla principal de ic-prog.

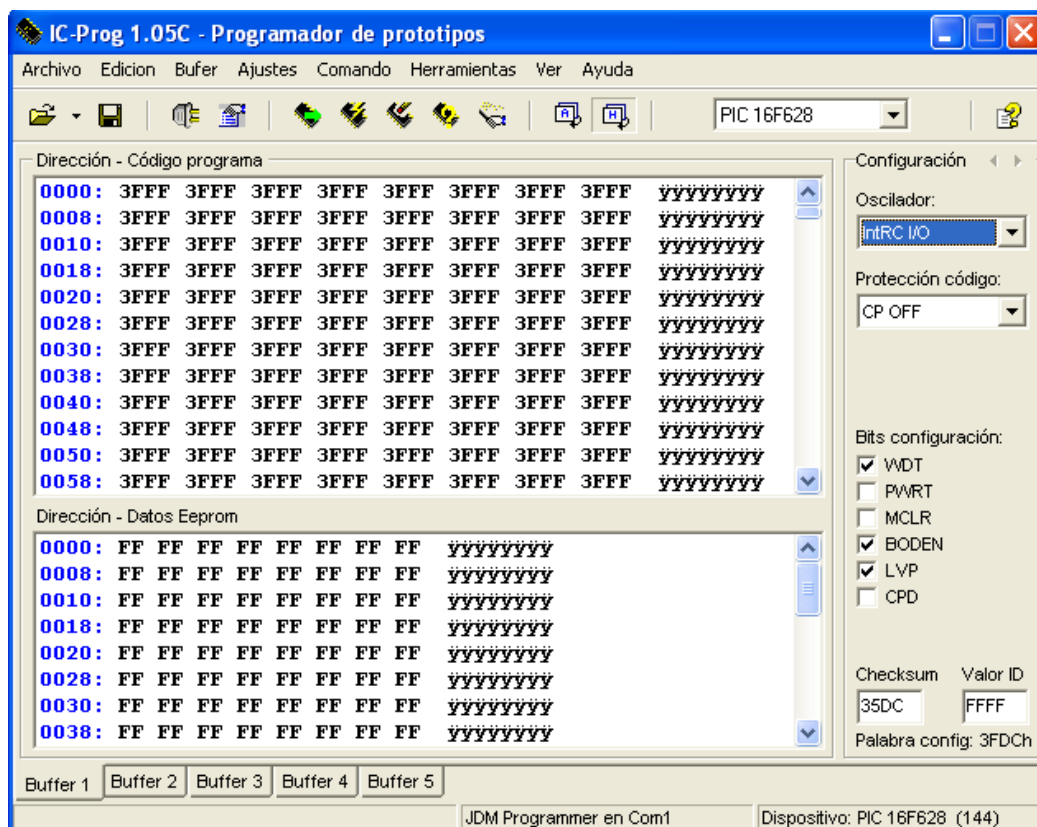


Figura 2.17. Pantalla principal de IC-Prog

Una vez hecho estos ajustes se carga el archivo hexadecimal que se generó cuando se realizó la compilación, en este instante cambian los códigos hexadecimales que estaban inicialmente en 3FFF al nuevo generado por el ensamblador, tal como se lo ve en la figura 2.18.

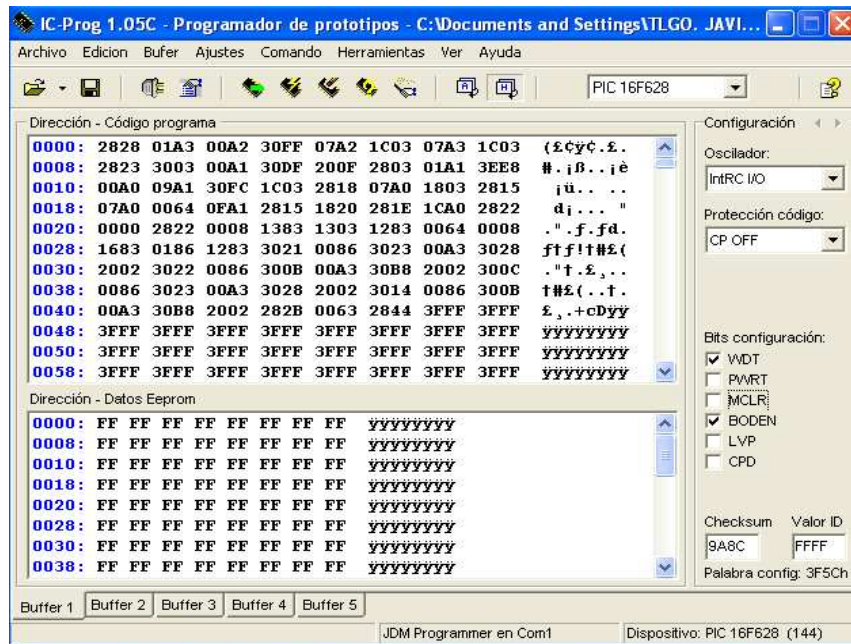


Figura 2.18. Programador cargado con un archivo .hex

Cuando ya está cargado el archivo hexadecimal y configurado los parámetros indicados anteriormente se procede a grabar, para lo cual se da un clic en el menú **COMANDO** y luego en **programar todo** (F5), tal como lo ilustra la figura 2.19, en este archivo también se puede leer la información de un PIC y de igual forma se puede borrar y dejar listo para grabar otro programa.



Figura 2.19. Menú Comando del ic-prog

Si todo sale bien muestra un mensaje igual a la figura 2.20, caso contrario avisa que ha fallado como lo indica la figura 2.21.



Figura 2.20. Grabación correcta



Figura 2.21. Falla en la grabación

Los motivos por los que sale el mensaje error en el código 0000h podrían ser los siguientes:

1. Si el led del grabador no se encendió mientras estaba programando revise si está conectado en el puerto COM correcto.
2. Si dispone de dos puertos COM cambie al otro puerto hasta que se encienda el led rojo del grabador.
3. Si el led rojo del grabador se enciende pero de todas maneras sale el mismo mensaje de error revise si el PIC está correctamente insertado en el grabador.
4. Si analizado los tres puntos anteriores sigue saliendo el mismo mensaje, es muy probable que el PIC se encuentre dañado, reemplace por otro e intente grabar nuevamente.

## 2.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS

### 2.2.1 DISEÑO DE LA FUENTE DE PODER

La fuente de alimentación que se necesita para el correcto funcionamiento del proyecto está conformada por cuatro etapas integradas entre si, en la figura 2.22 se ilustra a manera de bloques.

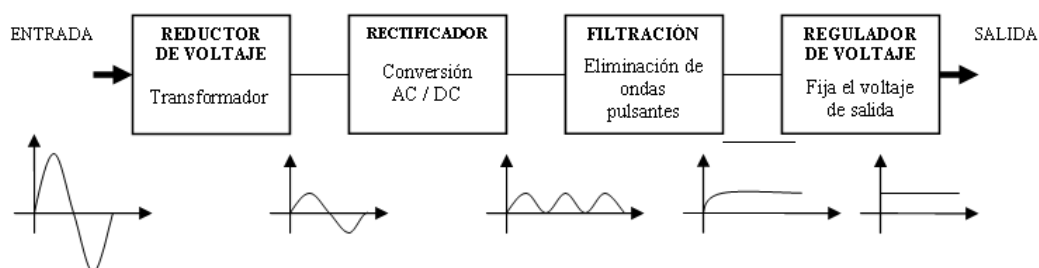


Figura 2.22. Bloques que conforman una Fuente de poder

Para realizar los diferentes cálculos y encontrar el valor de los elementos, se parte desde la carga que es la que indica que voltaje se necesita y que corriente debe manejar dicha carga hasta llegar al transformador.

Las fórmulas empleadas en el siguiente cálculo fueron tomados de los apuntes de Electrónica I, que se tomo en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.

***Diseño de una fuente regulada que proporcione 5 V a la salida y una corriente de 250mA, el factor de rizado no debe exceder el 5% sabiendo que la empresa eléctrica brinda en su red un voltaje alterno de 110V CA a una frecuencia de 60 Hz.***

### DESARROLLO:

Valor de la resistencia de carga ( $R_L$ )

$$R_L = \frac{V_{OUT}}{I_{CC}} = \frac{5V}{250mA} = 20\Omega$$

Cálculo de la capacitancia del condensador (C):

$$\gamma \leq \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L} \text{ (Factor de rizado) de donde despejamos C}$$

$$C = \frac{1}{4\sqrt{3}(60Hz)(0,05)(20\Omega)} = 2405\mu F$$

$$C = 2200\mu F \text{ (Valor normalizado)}$$

Cálculo del voltaje del secundario del transformador:

$$V_s = V_{cc} \left( 1 + \frac{1}{4fCR_L} \right) + 2(V_d) \text{ (Voltaje en el secundario del transformador)}$$

$$V_s = 5V \left( 1 + \frac{1}{4(60Hz)(2200\mu F)(20\Omega)} \right) + 1.2 = 6.67V$$

$$V_s = 6V \text{ (Valor que se encuentra en tiendas electrónicas)}$$

Cálculo del voltaje del condensador:

$$V_c = V_s + 20\% = 6V + 1.2 = 7.2V$$

$$V_c \approx 16V \text{ (Valor disponible en tiendas electrónicas)}$$

VALOR DEL DIODO:

$$I_o = \frac{I_{cc}}{2} = \frac{250mA}{2} = 125mA$$



$$\theta_i = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{4fCR_L - 1}{4fCR_L + 1}\right) = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{4(60)(2200\mu F)(20\Omega) - 1}{4(60)(2200\mu F)(20\Omega) + 1}\right) = \text{Sen}^{-1}0.826 = 55.8^\circ$$

$$id = V_s(wCC\cos\theta_1 + \frac{\text{Sen}\theta_i}{R_L}) = 6((2\pi)(60)(2200\mu)C\cos55.8^\circ + \frac{\text{Sen}55.8^\circ}{20\Omega})$$

$$id = 2.8 + 0.24 = 3.04$$

$$I_0 = \frac{id}{10} = \frac{3.04}{10} = 304mA$$

$I_d \approx 1A$  (Valor disponible en tiendas electrónicas)

POR LO TANTO SE NECESITA:

Un transformador reductor de corriente alterna de 110 V CA a 6 v CA

Un diodo rectificador tipo puente de 1 A

Un condensador para el filtraje de 2200 $\mu$ F / 16V

Un regulador de voltaje de 5V

### 2.2.1.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Ahora se puede ver el diagrama esquemático (figura 2.23) de la fuente con cada uno de los elementos que se ha calculado y que conforman esta etapa. El diagrama fue creado en el programa EAGLE con el propósito de obtener el diagrama de pistas y el diagrama del circuito al mismo tiempo.

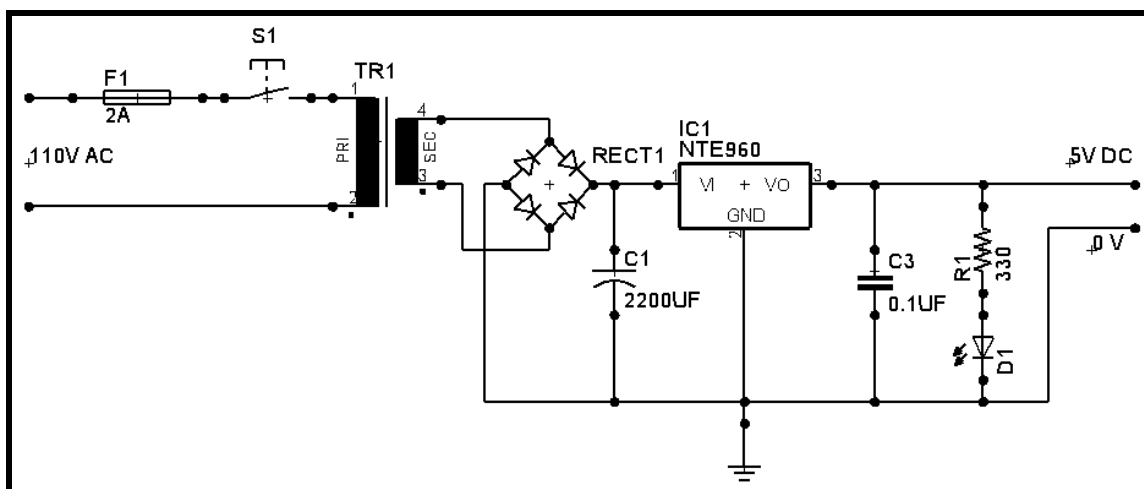


Figura 2.23. Diagrama Esquemático de la Fuente

**Funcionamiento:** El transformador (TR1), es el que permite bajar el voltaje alterno de la red eléctrica (110V AC) a 6V AC, El transformador se compone de dos bobinados eléctricamente aislados entre sí, devanados sobre el mismo núcleo de hierro o de aire. La potencia eléctrica es transferida de un devanado (primario) a otro (secundario), por medio del flujo magnético a través del núcleo.

Luego del transformador se pasa a la rectificación el mismo que está constituido por 4 diodos integrados en un solo cuerpo (tipo puente), por lo que su rectificación es de onda completa (RECT1), que soporta una corriente máxima de 1A y un voltaje de 24V pico inverso.

A la salida del rectificador se pone un condensador electrolítico (C1), el cual tiene la función de reducir a un mínimo la componente de rizo y elevar el valor promedio de tensión directa. Su eficiencia depende de la constante de tiempo, puesto que una carga de bajo valor pide más corriente haciendo que el capacitor se descargue más rápidamente y el filtraje sea menor.

Luego de filtrar la corriente continua el siguiente paso es obtener el voltaje fijo de 5V para polarizar al PIC, para lo cual se pone un regulador de voltaje (IC1), el cual proporciona alta fiabilidad, robustez y seguridad, ya que es corto circuitable.

Al final del circuito para mejorar la respuesta a los posibles transitorios, evitar auto oscilaciones y mejorar el filtrado, se colocó un condensador cerámico (C3) de baja capacidad a la salida del regulador de voltaje.

### **2.2.1.2 DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN**

Una vez que se ha creado el diagrama esquemático en el programa EAGLE, automáticamente se crea un archivo con extensión (.brd) que permite diseñar el circuito impreso, solo hay que ubicar los elementos de la mejor manera y

automáticamente, va trazando las pistas, tal como se lo puede ver en la figura 2.24.

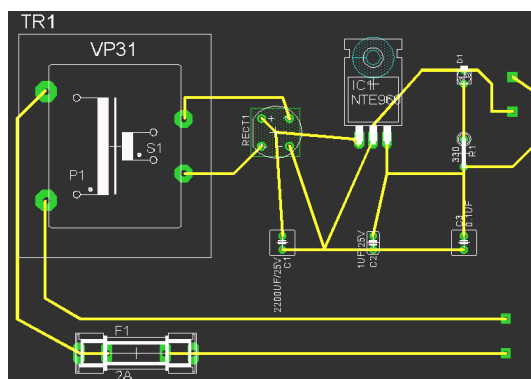


Figura 2.24. Diagrama del circuito impreso de la fuente

## 2.2.2 DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL

Para la etapa de control se va a conectar dos microcontroladores, el PIC16F819 (IC1) y el PIC 16F628 (IC2) a la fuente de voltaje que se diseñó en la etapa de la fuente de alimentación, así como también se polarizará al integrado LM358N y al sensor de temperatura LM35.

Para sensar la temperatura se ha utilizado como transductor el dispositivo electrónico LM35, (SENSOR) el cual es capaz de generar una señal eléctrica de 10 mV por cada grado centígrado, por ejemplo a una temperatura de 25°C tendremos a la salida del LM35 un voltaje de 250mV, esta señal es muy baja para ser procesada en el conversor análogo digital del PIC, es por eso que se ha amplificado la señal emitida por el sensor con ayuda de dos amplificadores operacionales encapsulados en un solo circuito integrado identificado como LM358N (IC3), el mismo que es controlado la ganancia de amplificación por el potenciómetro de 25K (R2), los dos amplificadores están conectados en cascada, la señal emitida por el LM35 llega a la entrada no inversora del amplificador B, de aquí sale y se va al amplificador A el mismo que está configurado como amplificador no inversor, en la figura 2.25 se ve la sección amplificadora de la señal del sensor.

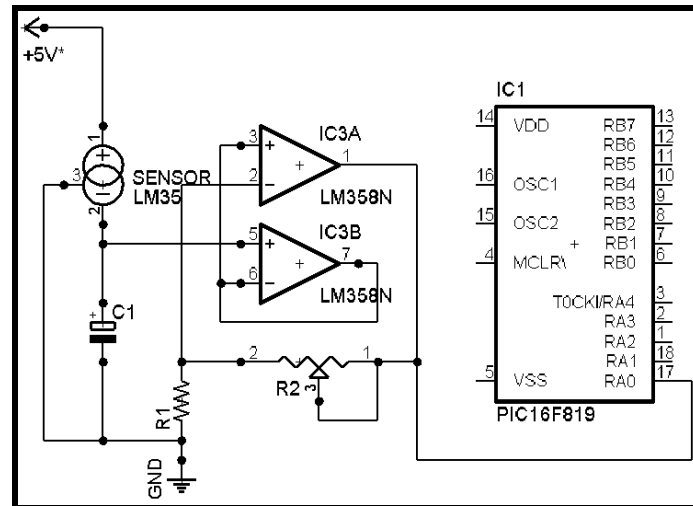


Figura 2.25. Diagrama esquemático del amplificador de señal del sensor

**Explicación del Control de la Temperatura:** La señal transformada por el sensor LM 35 (pin #2) de temperatura a señal eléctrica es llevada al amplificador operacional LM358N (pin #5) y al mismo tiempo es controlado el factor de amplificación a través del potenciómetro R2, ahora la señal amplificada sale del integrado operacional LM358N (pin #1), y es conectado a la entrada del puerto RA.0 del PIC 16F819 (pin #17) el cual está configurado como conversor A/D de 8 bits. Aquí se procesa la señal eléctrica enviada desde el sensor de temperatura y mediante el programa grabado en el PIC se realiza el control de temperatura, tal que si la señal del sensor es mayor a 30 °C se produce un cambio de estado en el pin de salida RB2 del PIC16F819.

En el diagrama esquemático de la etapa de control (figura 2.26), los pines de salida del PIC 16F819 (RB.4 – RB.7) van conectados al bus de datos del módulo LCD a través de un bornero de conexiones, los pines de control del PIC 16F819 (RB3, RB1), y de polarización están también conectados al LCD a través del mismo bornero. El potenciómetro de 25 K (R3), es el que permite regular la intensidad del contraste del módulo LCD. Por último la salida RB.2 es la que permite encender o apagar el ventilador en la etapa de potencia.

### 2.2.2.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONTROL

Para una mejor visualización se ha trasladado todo el diagrama circuital a la siguiente página (figura 2.26) y explicar de mejor manera el funcionamiento.

### DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONTROL

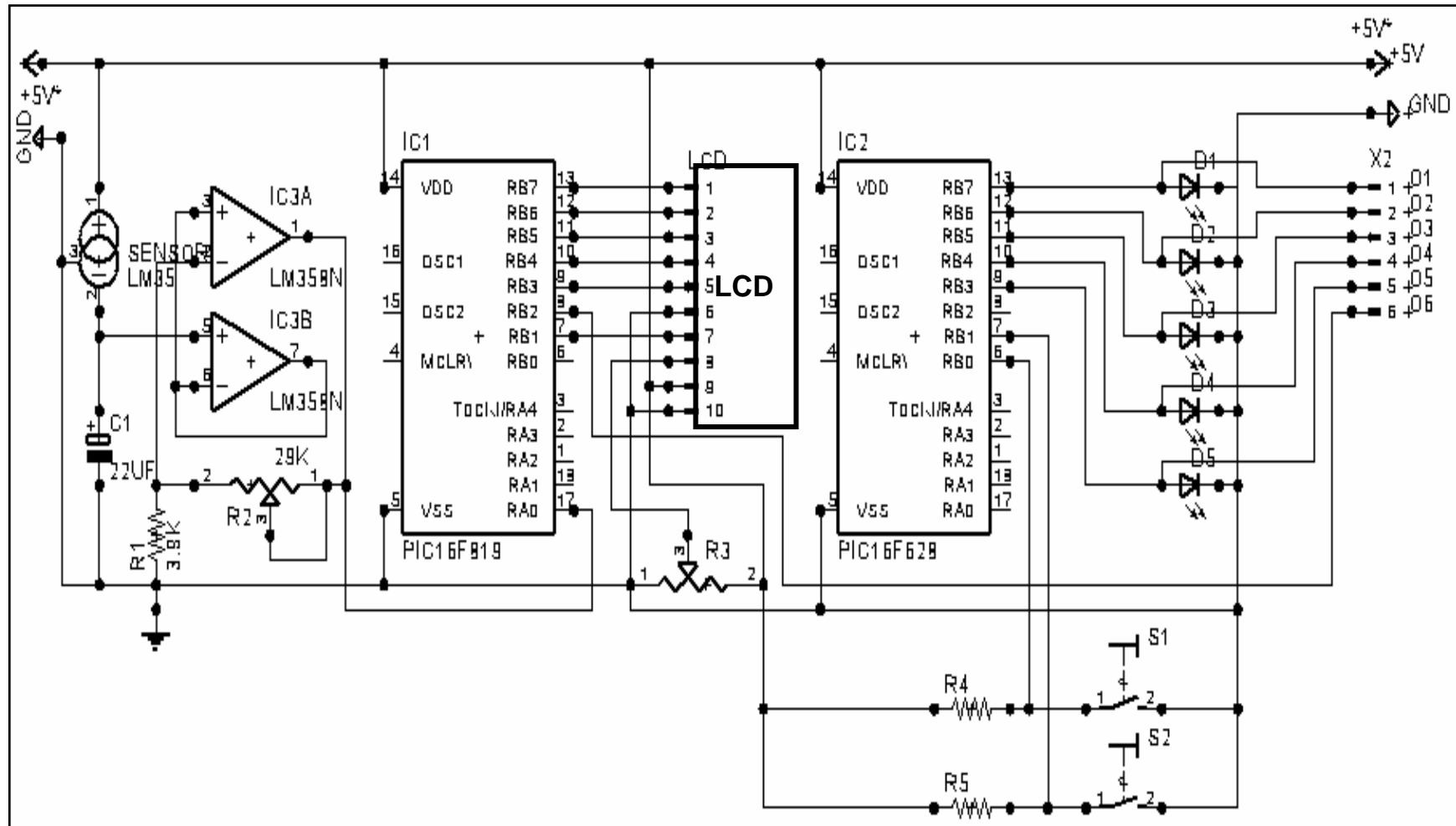


Figura 2.26. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE CONTROL

**Explicación del Control de luces:** Como se puede ver en el circuito esquemático (figura 2.26), el PIC 16F628 tiene acoplado a los pines de entrada: RB0, RB1 y RB2 los pulsadores S1, S2 y S3 que son normalmente abiertos, estos permiten cambiar el estado de estas entradas (de 1L a 0L) y así elegir uno de los tres programas que se encuentran grabados en el PIC como ya se dijo anteriormente.

Por medio del programa que se esté ejecutando el PIC16F628 activa o desactiva los pines de salida (RB.4 - RB.7), ya sea el programa 1 que realiza el desplazamiento de un bit de izquierda a derecha en un tiempo de 0,5 segundos, o el programa 2 que realiza un barrido de un bit de izquierda a derecha en un tiempo de 1 segundo o por último el programa 3 que presenta un contador binario ascendente módulo 16 en un tiempo de 3 segundos en cada cambio.

Para visualizar que los pines de salida (RB.4 – RB.7) del puerto B del PIC 16F628A se están activando, se ha colocado en dichas salidas como dispositivos de visualización unos led's (D1, D2, D3, y D4). El led D5 permite visualizar si la salida RB2 del PIC 16F819 está activado o desactivado. Cada uno de estos led's están protegidos con una resistencia de  $470\Omega$  para limitar la corriente que circula por el led, a pesar que el PIC16F628A y el PIC 16F819 entrega por sus pines de salida una corriente máxima de 25 mA, cabe indicar que estas resistencias de protección no se encuentran en las placas del circuito de control, si no que se han conectado directamente en los led's los mismos que están colocados en la caja del equipo de control.

Por último la salida del PIC 16F819 (RB.2), conjuntamente con las salidas del PIC 16F628 (RB4 – RB7), son llevados a la etapa de potencia a través del bornero o conector X2 de seis terminales.

### 2.2.2.2 DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA ETAPA DE CONTROL.

En el circuito del diagrama impreso (figura 2.27) elaborado con el software de diseño de circuitos "EAGLE", se puede ver además de las pistas y los elementos que intervienen en el circuito, el conector de 10 pines el mismo que es el medio de conexión entre el LCD y el circuito.

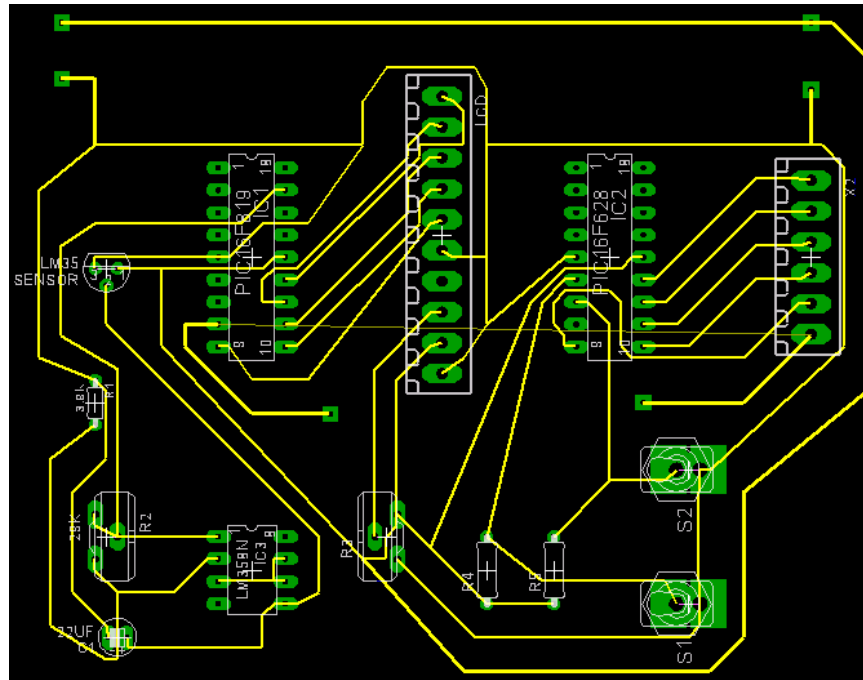


Figura 2.27. Diagrama del circuito impreso de la etapa de control

### 2.2.3 DISEÑO DE LA ETAPA DE POTENCIA

En esta sección es en la que más cuidado se debe tener ya que trabajar con corrientes o voltajes grandes implica realizar cualquier diseño con mucho cuidado, ya que si se llegará a tener un cortocircuito en los semiconductores de potencia podría ocasionar grandes pérdidas e incluso lesiones graves como quemaduras si el arco voltaico logra alcanzar la piel del ser humano.

En el diagrama esquemático que se verá en la figura 2.28, se puede apreciar como están conectados cada uno de los elementos, son 5 opto triac's los utilizados en este proyecto, basta con analizar a uno de ellos ya que los otros trabajan de igual forma porque la conexión es idéntica.

En primer lugar se realiza el cálculo del valor de la resistencia que permite que se encienda el led del opto acoplador cuando existe un valor lógico alto en el dato de entrada (pin #1) que viene desde el PIC.

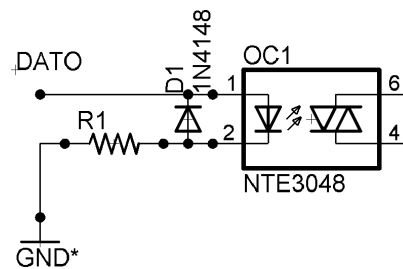


Figura 2.28. Configuración del opto acoplador

### CÁLCULO DE R1:

La primera condición viene impuesta por el LED del opto acoplador y la segunda por la capacidad de absorber intensidad en bajo del PIC ( $I_{OLmax}$ ). La condición más restrictiva es ésta última. La intensidad  $I_F$  se calcula fácilmente del circuito de la figura 2.28.

La corriente que viene desde el PIC ( $I_F$ ) hacia el ánodo del fotodiodo es de 25 mA, con un voltaje de 5V (1L) siempre y cuando el pin de salida del PIC se ha activado.

$$I_F = \frac{V_{PIC} - V_{fotodiodo}}{R1} \quad (I_F: \text{Corriente que emite el PIC})$$

Aplicando la condición más restrictiva a la ecuación anterior se obtiene el límite inferior para  $R1$ .

$$I_F < I_{OLMAX}, \text{ donde: } I_{OLMAX} \text{ es la corriente que necesita el led}$$

Por lo tanto:

$$R_1 \geq \frac{5V - 1.2V}{25mA} = 253\Omega$$

En el presente proyecto se ha colocado una resistencia de 560 $\Omega$ , ya que es un valor comercial que se lo puede adquirir en una tienda electrónica.



El opto acoplador (opto triac) contiene en su estructura interna un led y un triac, el triac puede conducir hasta voltajes de 400V y una corriente de 1A (datos del fabricante) desde el terminal principal (pin 6) hacia el otro terminal principal (pin 4), únicamente cuando el led emite luz, esta se emite cuando por el led circula una corriente de 25mA (datos del fabricante) desde el ánodo hacia el cátodo, la resistencia que permite circular esa corriente es R1 (560Ω) que está conectado entre GND y el cátodo. Además el diodo D1 (1N4148), protege el led del opto acoplador de las posibles corrientes inversas.

Cuando el opto triac conduce circula entre sus terminales una corriente de 250mA a través de la resistencia de 560Ω, esta corriente es la que permite activar el TRIAC (NTE5436) por medio de la compuerta, en ese instante que conduce el TRIAC circula la corriente de la red eléctrica (absorbida por la carga) entre los terminales MT2-MT1 y se va directamente a los tomacorrientes que son el medio de acople con la carga (luces).

Los elementos de potencia (TRIAC NTE5436), en sus datos técnicos permiten controlar cargas de hasta 10 amperios. La potencia de disipación debe ser considerada ya que existen pérdidas que se transforman en calor.

A continuación se verá el diagrama esquemático (figura 2.29) de la parte de potencia en la siguiente página, con todos los semiconductores que intervienen en esta etapa de gran importancia.

El diagrama fue elaborado en el software de diseño de circuitos "EAGLE" que en el transcurso de la carrera fue estudiado en la materia "Taller de Circuitos Impresos".

### 2.2.3.1 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA ETAPA DE POTENCIA

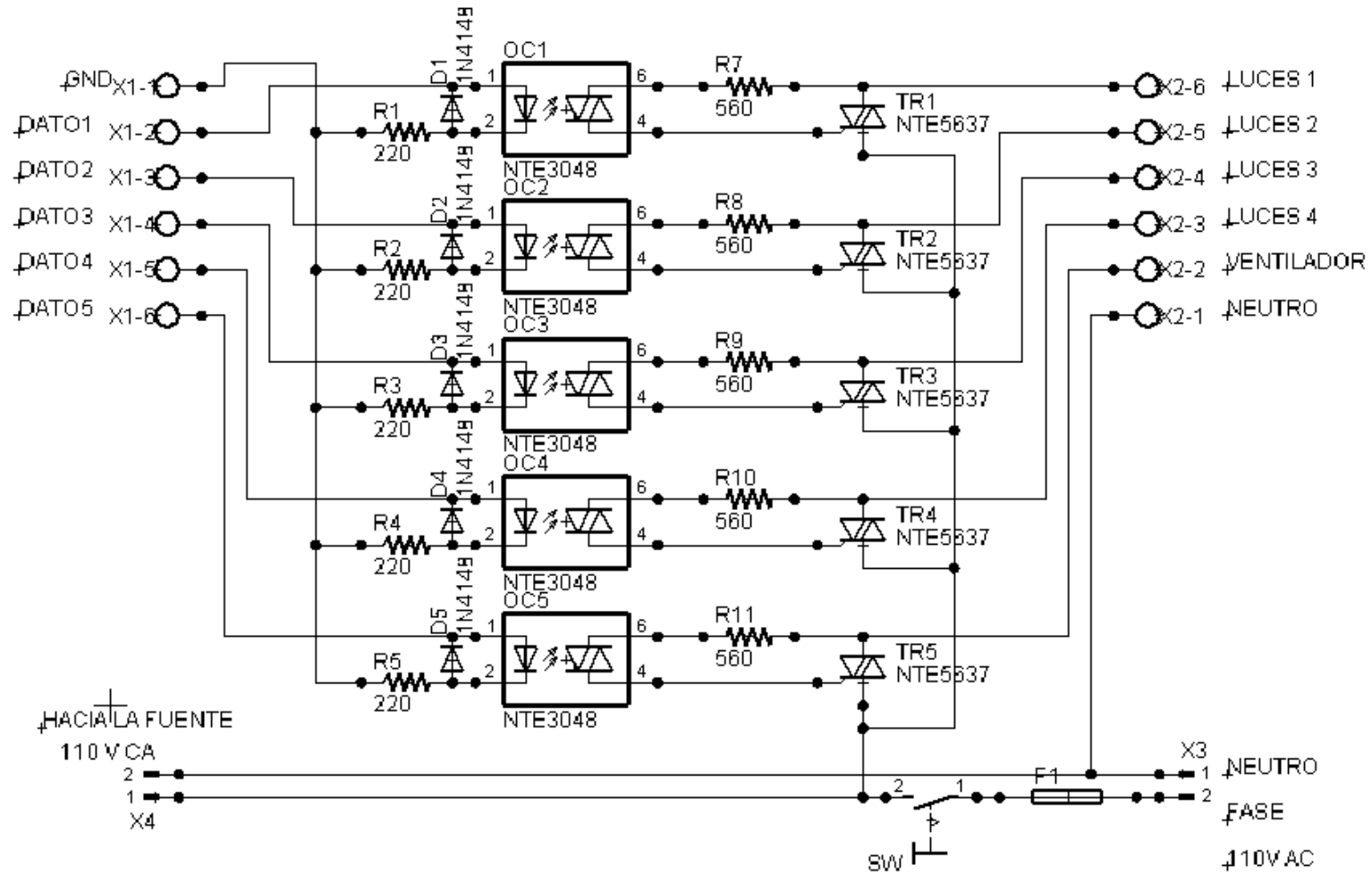


Figura 2.29. Diagrama esquemático de la etapa de potencia

### 2.2.3.2 DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA ETAPA DE POTENCIA

En la figura 2.30 se puede ver el diagrama de pistas de la etapa de potencia, este diagrama fue elaborado con la ayuda del software especial de diseño de circuitos electrónicos llamado EAGLE versión 4.15C, el mismo que permite crear el diagrama esquemático (.sch) figura 2.29 y automáticamente crear el diagrama de pistas (.bhd) figura 2.30, lo único que toca es optimizar las líneas de las pista ya que en ocasiones salen muy pegadas entre sí.

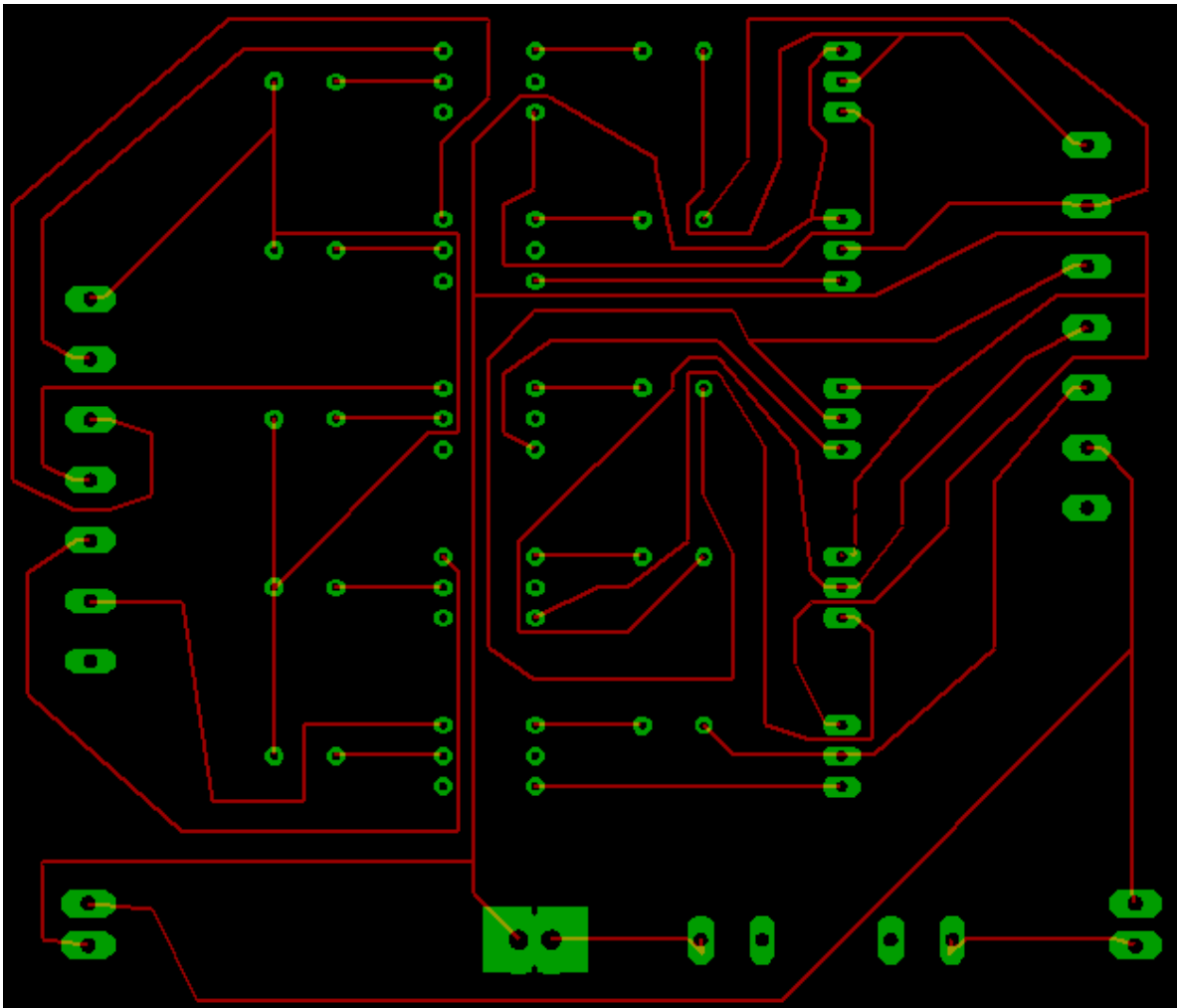


Figura 2.30. Diagrama del circuito impreso de la etapa de potencia.

## 2.2.4 DISEÑO DE LA CAJA



Figura 2.31. Presentación de la caja

La caja no es más que un cubo metálico en el que se instalará en la parte interna las tres etapas diseñadas anteriormente, es decir en la caja irá ensamblado los circuitos de potencia, de control y de la fuente de alimentación, una vista previa de la caja puede verse en la figura 2.31.

En primer instante la caja viene intacta, para este proyecto se ha adquirido una caja con las siguientes dimensiones, alto: 11cm, ancho: 16cm, profundidad: 18cm.

En la Parte frontal se colocó el módulo LCD, el switch de encendido, el fusible de protección, los led's que indican el estado de salidas de los microcontroladores y los tres pulsadores normalmente abiertos que permiten cambiar manualmente de programa para variar el juego de las luces, tal como se ve en la figura 2.32.



Figura 2.32. Parte frontal de la caja

En la parte posterior figura 2.33, se trabajó manualmente para acoplar cinco tomacorrientes simples, cada uno es controlado individualmente por el circuito de potencia para energizar o quitar la energía a los diferentes equipos de iluminación o ventilador si es el caso, para la perforación de estos agujeros fue indispensable la ayuda de herramienta de cerrajería como son: cincel, cortafrió, martillo, taladro, brocas de metal, lima de tipo mediacaña, rayador, regla, marcador, etc.



Figura 2.33. Parte posterior de la caja

## 2.2.5 CONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS

Existen diferentes técnicas que pueden ser utilizadas para la elaboración de las pistas sobre la capa de cobre que cubre a la baquelita, entre las más utilizadas son el dibujo a mano con marcador indeleble, y la más práctica que es la transferencia térmica.

Para empezar se debe crear el diseño correspondiente a las pistas de cobre y los pads en donde irán alojados los elementos, esto es conseguido con la ayuda del computador y de distintos software de diseño electrónico como son: EAGLE, PROTEL, ORCAD, COREL DRAW, etc.

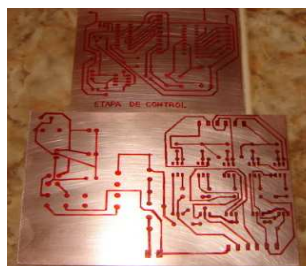
Luego de haber obtenido el diseño, se imprime en una hoja especial conocida como lámina termo transferible para elaboración de circuitos impresos, esta lámina tiene que ser imprimida sobre la cara brillante estrictamente con impresora láser o una fotocopiadora ya que son las únicas que utilizan tonner.

Seguidamente se procede a recortar la baquelita con una cierra de arco o con la ayuda de una caladora de acuerdo a las dimensiones que sale del diseño.

Para transferir el diseño a la placa virgen de cobre se necesita de una plancha bien caliente y se lo tiene aproximadamente 6 minutos presionado la plancha sobre la lámina y el cobre.

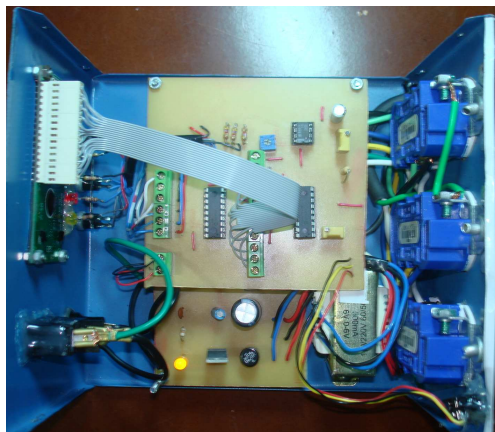
Después que se tiene impregnado el diseño de las pistas en la baquelita ya sea por dibujo con marcador a mano o por transferencia térmica, se procede a retirar el cobre de la baquelita, para ello se utiliza Cloruro Férrico, el cual es combinado con agua hasta que tome una coloración parecida a la del té en un recipiente plástico, en esta solución se introduce los circuitos dibujados, y al cabo de algunos minutos ya se tiene listo las placas electrónicas. Para acelerar el proceso de eliminación del cobre se debe agitar el recipiente de un lado a otro, con esto se logra que el químico pueda disolver más rápido el cobre de la placa y dar mayor calidad al circuito impreso final.

Una vez que el cloruro férrico haya consumido todo el cobre, se procede a retirar la tinta con thiñer y un trapo y como paso final se lava las placas con esponjilla y jabón desengrasante de lavaplatos para dar mayor presentación al circuito impreso final, una parte de este proceso se muestra en la figura 2.34.



*Figura 2.34. Elaboración de pistas en la baquelita*

La última fase de este proceso es colocar los elementos en la placa, para lo cual primero se realiza los agujeros en donde van insertados los pines de cada elemento, para este proyecto se utilizó una broca de 1/64", después con la ayuda de un caudín, pomada de soldar y suelda, se procedió a poner los elementos teniendo cuidado de colocar en posición correcta. En la figura 2.35 se puede ver desde la parte superior las placas de control, de la fuente de alimentación y de potencia con sus respectivos elementos.



*Figura 2.35. Placas en su fase final*

### **2.2.6 PRUEBAS DE LAS LUCES Y EL VENTILADOR**

Luego de haber terminado el proceso de construcción de cada una de las placas que integran el control de la temperatura y el control de las luces, se acoplaron las tres etapas en una sola, para ello se utilizó cable sólido #20 para transmitir las señales desde la etapa de control hacia la etapa de potencia, y se utilizó cable flexible #12 para conectar la etapa de potencia con los tomacorrientes. La sección transversal de los cables se escogió de acuerdo al estándar que existe para la corriente máxima que puede soportar un cable.

Después de haber conectado todos los elementos y placas, se energizó el equipo de control obteniendo los resultados esperados en el control de luces, es decir se inició el primer programa y se quedó únicamente en esa secuencia de presentación de luces realizando el desplazamiento de un bit de izquierda a derecha a la frecuencia de medio segundo, luego se presionó el pulsador número dos (P2), y se comprobó que se cambió a otra secuencia es decir se escogió el programa dos y se quedó ahí realizando la presentación de luces de un barrido de izquierda a derecha, y por último se presionó el pulsador número tres (P3) y también se verificó que se cambia de secuencia y las luces conjuntamente con los led's indicadores en la parte frontal comenzaban a realizar el cambio de bits de un contador binario ascendente módulo 16, es decir se iniciaba en cero, luego de tres segundos cambiaba al uno, pasaba tres segundos y subía a dos y así sucesivamente hasta llegar al quince y retornar al

cero y se quedaba en este lazo hasta que sea presionado otro pulsador y la secuencia cambie al programa escogido.

El control de la temperatura tuvo un pequeño inconveniente al momento de realizar la prueba, y era que el módulo LCD mostraba una temperatura por encima de los 60°C cuando en el ambiente reinaba una temperatura de 17 °C aproximadamente, este inconveniente fue superado rápidamente ya que se procedió a recalibrar el potenciómetro (POT2) de la figura 2.26, el mismo que ajusta la ganancia del amplificador operacional LM358N, y se logró llegar al valor real al que se encuentra el sensor de temperatura, tal que al darle calor al sensor (el calor del cuerpo humano) este comenzaba a subir y al momento de sobrepasar los 30°C se iluminaba el led #1 en la parte frontal y se encendía el ventilador conectado en el tomacorriente correspondiente a la salida 1 en la parte posterior del equipo, de igual forma al bajar la temperatura de los 30°C se apagaban el led y el ventilador.

### **2.2.7 RESULTADOS DEL PROYECTO**

El objetivo principal del proyecto que se está desarrollando es automatizar el sistema de luces y ventilación en un ambiente de discoteca para aumentar el tiempo de vida útil de los equipos de iluminación, reducir el calor generado en el ambiente, y evitar que una persona realice continuamente el cambio de luces.

Al finalizar la construcción del equipo de control se comprobó que el cambio de luces ya no es necesario que la este realizando continuamente una persona por lo que se puede concluir que el trabajo se ha reducido para una persona, ya que los microcontroladores son los que realizan el cambio automático de las luces y presentan tres diferentes secuencias de encendido de los equipos de iluminación con solo presionar uno de los tres pulsadores, es decir la automatización del control ha reemplazado a un ser humano.



Anteriormente el Disc Jockey se encargaba de poner la música y otra persona se encargaba de realizar el cambio de luces, con la realización de este proyecto se reduce el personal de trabajo y únicamente el Disc Jockey de la discoteca se encarga de cambiar de programa con solo presionar uno de los tres pulsadores sin preocuparse que un solo equipo de iluminación quede energizado, con este prototipo de control se regula el tiempo de encendido de hasta cuatro equipos de iluminación, evitando así que otra persona quién era designada para que realice manualmente el cambio de equipos siga realizando esta función o si el mismo Disc Jockey era el encargado de realizar todo el trabajo, con este sistema se le reduce el trabajo.

Con el cambio automático de las luces se logra mejorar el ambiente de discoteca ya que con este sistema los equipos de iluminación se prenden de acuerdo a los diferentes juegos de luces que son generados por los tres programas que se encuentran grabados en el PIC16F628A y que son elegidos a través de los pulsadores.

La mayoría de lámparas utilizadas en los distintos equipos de iluminación son fabricadas de neón que funcionan a 110V con una potencia de consumo de 500 vatios, es por eso que cuando a un equipo se lo energiza, este comienza a calentarse a temperaturas muy elevadas y si el operador que realiza el cambio de las luces se descuida las lámparas se queman. En un ambiente normal de trabajo estas lámparas se cambian cada dos meses, con este sistema automático de cambio de luces se puede llegar a mantener las lámparas en buen estado hasta seis meses o más, optimizando los recursos económicos del propietario que por dar mantenimiento a estos equipos resultan muy costosos.

Por otro lado con el control de la temperatura se puede encender automáticamente uno o dos ventiladores conectados a este equipo (Salida 1 de los tomacorrientes), cuando el sensor detecta que el ambiente se encuentra sobre los 30°C, logrando así consumir energía solo cuando sea necesario y de igual forma aumentar el tiempo de vida útil de los ventiladores ya que al no trabajar todo el tiempo se mantiene en buen estado estos equipos de ventilación, es decir lo que antes un ventilador duraba un año con este sistema aumenta el tiempo de vida útil a unos dos o tres años.

## **CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **3.1. CONCLUSIONES:**

- Con la implementación de tres programas que funcionan a diferente frecuencia se consiguió tener una diferente secuencia de encendido para cuatro equipos de iluminación que se conecten en este equipo de control evitando que dichos equipos queden energizados por largo tiempo y así aumentar al doble el tiempo de vida útil.
- Con este sistema automático de control se reduce el trabajo de una persona que estaba dedicada exclusivamente a estar cambiando manualmente las luces en una discoteca, con la automatización el mismo disc jockey puede estar cambiando de programa solamente con presionar uno de los pulsadores en la parte frontal del equipo sin tener que preocuparse por estar cambiando de luces.
- Para sensar la temperatura fue necesario utilizar como elemento transductor (convierte la temperatura en señal eléctrica), el dispositivo electrónico LM35, ya que posee buenas características por su tamaño, por el costo y sobre todo por la precisión de conversión de temperatura a señal eléctrica (10mV por cada grado centígrado), además el rango de operación para sensar la temperatura (-55°C a 150°C) es el adecuado para ser montado en una discoteca o en ambientes donde excede el calor.
- Fue necesario e importante poner una etapa de amplificación entre el sensor de temperatura y el PIC16F819, ya que la señal que emite el sensor de temperatura está entre 100 y 400 mili voltios (10°C – 40°C) lo cual es demasiado pequeño para que pueda trabajar el conversor análogo digital del PIC16F819, con este amplificador se pudo mejorar la

ganancia y filtrar el ruido que siempre está presente al transmitir una señal. Como elemento amplificador se utilizó el integrado operacional LM358N ya que posee muy buenas características como: doble amplificador, alta ganancia, siendo la más importante que no necesita de una fuente de polarización positiva y negativa.

- Para el control de la potencia en el encendido de las luces, se utilizó el triac NTE5637, ya que también posee muy buenas características y sobre todo la corriente que soporta entre sus terminales principales es grande, (10A como máximo) y los equipos de iluminación para discotecas no exceden de los 5 amperios.
- Para el control de la temperatura se escogió al PIC16F819 ya que es entre otros más económico, de reducido tamaño y lo más importante es que tiene cinco canales de conversión análogo digital de 10 bits, lo cual ofrece una buena conversión con mayor resolución y precisión.
- Para el control del juego de luces se escogió al PIC16F628A que igual al PIC16F819 es económico, de reducido tamaño y con suficiente memoria para realizar el control, además de su excelente reloj de oscilación incorporado es el que se encuentra con mayor facilidad en las tiendas electrónicas.

### 3.2. RECOMENDACIONES

- Se puede mejorar la estabilidad de la temperatura mostrada en el LCD, poniendo osciladores de cristal externos al PIC16F819, para que la conversión de la señal análoga en digital sea a una mayor frecuencia.
- Para sensor la temperatura se puede optar por otros dispositivos transductores como son las Termocuplas tipo “J” que también entregan una señal eléctrica muy baja, en el orden de un milivoltio cuando la temperatura en la termocupla se incrementa.
- La etapa de potencia debe ser tomada muy en cuenta, pueden haber circuitos más eficientes, que controlen mejor la carga o que no permita perder potencia en disipaciones, es por eso que hay que dimensionar y escoger bien los semiconductores de potencia para no tener problemas de calentamiento o quemaduras de dichos elementos.
- Hay que indicar que el control de la temperatura utiliza un circuito básico para realizar el control y no utiliza etapas complejas de tratamiento de señales, por lo que la lectura de la temperatura puede variar un poco, pero esta variación será la mínima posible y en la mayoría de los casos no será apreciado a través del módulo LCD, por lo que se recomienda investigar más a fondo el tema sobre tratamiento de señales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- **PHILIPS ECG, (1991).** Manual de Semiconductores, guía de repuestos de elementos. Edición # 15.
- 2.- **REYES, CARLOS.(2004)** Aprenda rápidamente a programar Microcontroladores PIC.
- 3.- **COSTALES, ALCIVAR “EPN” (2006).** Curso Avanzado de Microprocesadores PIC’s, DataSheet PIC16F819, PIC16F628, EL SOFTWARE PIC SIMULATOR IDE
- 4.- **GONZALES, FELIPE “CEKIT”, (1993).** Curso practico de luces y sonido.  
Folleto # 19
- 5.- **[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_resistencia/ke\\_resistencia\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_1.htm)**  
www.asifunciona.com >> ¿Qué es? >> Resistencia Eléctrica
- 6.- **[http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_el%C3%A9ctrica)**  
http://es.wikipedia.org >> buscar:resistencia >> Resistencia eléctrica >> código de colores
- 7.- **<http://perso.wanadoo.es/chyryes/tutoriales/fuentes10.htm>**  
http://perso.wanadoo.es >> tutoriales >> fuentes de alimentación lineal
- 8.- **<http://www.comunidadelectronicos.com/articulos/electroliticos.htm>**  
www.comunidadelectronicos.com >> buscar:capacitores >> conozca los capacitores
- 9.- **<http://www.cienciasmisticas.com.ar/electronica/rlc/capacitores/index.php>**  
http://www.cienciasmisticas.com.ar >> Capacitores, Tipos y características
- 10.- **[http://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo\\_potencia/opto.htm](http://www.ugr.es/~amroldan/enlaces/dispo_potencia/opto.htm)**  
http://electrónicayautomatas >> optoacopladores
- 11.- **<http://electronred.iespana.es/nomenclatura1.htm>**  
http://electronred.iespana.es >> prototipos >> los componentes >> optoacopladores
- 12.- **<http://www.monografias.com/trabajos14/triac/triac.shtml#intro>**  
http://www.monografias.com >> buscar: El triac >> El triac, Ciencia y Tecnología
- 13.- **<http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura>**  
http://es.wikipedia.org >> buscar: Temperatura
- 14.- **[http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/measure\\_sp\\_06sep01.html](http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/measure_sp_06sep01.html)**  
http://www.spitzer.caltech.edu >> spitze en español >> educación >> Como se mide la Temperatura
- 15.- **<http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml#DIFER>**  
http://www.monografias.com >> buscar: microcontroladores >> Introducción a los microcontroladores
- 16.- **<http://www.monografias.com/trabajos11/infcinc/infcinc.shtml>**  
www.monografias.com >> buscar: LCD >> control de un módulo LCD con PIC

## **ANEXOS**

**ANEXO No. 1 COMANDOS MÁS IMPORTANTES DE PIC BASIC  
UTILIZADOS PARA PROGRAMAR EN PIC SIMULATOR IDE**

COMANDO	APLICACIÓN
DIM AS	Permite declarar una variable de tamaño definible
BIT	Tamaño de un bit 0 o 1 para una variable
BYTE	Tamaño de un byte de 0 o 255 para una variable
WORD	Tamaño de un byte de 0 o 255 para una variable
HIGH	Permite manipular un bit del puerto poniéndole en 1
LOW	Permite manipular un bit del puerto poniéndole en 0
SYMBOL	Cambia de nombre a un pin del PIC
TOGGLE	Permite manipular un bit de un puerto
ALLDIGITAL	Cambia de estado a todo un puerto en digital
NOT, AND, OR, XOR, NAND, NOR, NXOR	Permite realizar operaciones lógicas entre bits
GOTO	Permite ir directamente hacia una etiqueta
WAITMS, WAITUS	Rutina de tiempo de espera de cada instrucción en ms o $\mu$ s
FOR, TO, STEP, NEXT	Lazo de repetición funciona como contador, ejecuta un número n de veces una línea de programa.
WHILE, WEND	Lazo de comparación, mientras un valor sea verdadero, ejecuta una serie de instrucciones caso contrario sale del lazo
IF, THEN, ELSE, ENDIF	Sirve de condicionante, si es verdadera ejecuta la operación que sigue al THEN, y si es falsa salta a la siguiente línea después del THEN.
SHIFLEFT	Permite rotar el valor del bit de un puerto hacia la izquierda
SHIFTRIGHT	Permite rotar el valor del bit de un puerto hacia la derecha
END	Finaliza el programa
GOSUB, RETURN	Permite ir y retornar de una subrutina de tiempo
ON INTERRUPT	Arranca un lazo de interrupción
ADCIN	La instrucción ADCIN está disponible como un soporte para el convertidor A/D interno. El primer argumento es el

	número del canal ADC y el segundo argumento es una variable que será usada para guardar el resultado de la conversión A/D.
ADC_CLOCK	Determina la fuente de reloj escogida para el ADC (el rango permitido es 0-3 o 0-7 dependiendo del dispositivo usado).
ADC_SAMPLEUS	Setea el tiempo de adquisición deseado del ADC en milisegundos (0-255).
ON INTERRUPT, RESUME	Inicia la subrutina de conversión y termina con resume
LCD_DREG	define el pórtillo donde se conecta el bus de datos (por defecto es PORTB)
LCD_BITS	define el número de líneas del bus de datos (se permite los valores 4 y 8; por defecto es 4)
LCD_DBIT	define la posición de las líneas de datos para la interfaz de 4-bits (0 or 4; por defecto es 4), se ignora para la interfaz de 8-bits
LCD_RSREG	define el pórtillo donde se conecta la línea RS (por defecto es PORTB)
LCD_RSBIT	define el pin a donde se conecta la línea RS (por defecto es 3)
LCD_EREGL	define el pórtillo a donde se conecta la línea E (por defecto es PORTB)
LCD_EBIT	define el pin a donde se conecta la línea E (por defecto es 2)
LCD_COMMANDUS	define el retardo después de la instrucción LCDCMDOUT (por defecto el valor es 5000)
LCD_COMMANDUS	define el retardo después de la instrucción LCDCMDOUT (por defecto el valor es 5000)
LCD_DATAUS	define el retardo después de la instrucción LCDOUT (por defecto el valor es 50)
LCD_INITMS	define el retardo para la instrucción LCDINIT (el valor por defecto es 100)
LCDINIT	Debe ponerse en el programa antes de cualquier



	instrucción LCDOUT (usada para enviar datos) y LCDCMDOUT (usada para enviar comandos). Su argumento se usa para definir el tipo de cursor: 0 = no cursor (por defecto), 1 = blink, 2 = subrayado, 3 = blink + subrayado.
LCDOUT, LCDCMDOUT	Son comandos que permiten mostrar los textos y pueden tener múltiples argumentos separados por ','. Strings, constantes and variables pueden usarse como argumentos de la instrucción LCDOUT. Si se usa el signo '#' antes del nombre de una variable entonces su representación decimal se envía al módulo LCD
LCDLINE1HOME, LCDLINE2HOME, LCDLINE1CLEAR, LCDLINE2CLEAR, LCDLINE1POS(), LCDLINE2POS()	El argumento de Lcdline1pos() y Lcdline2pos() puede ser un número en el rango (1-40) o una variable de datos tipo Byte. El valor contenido en esta variable debe estar en el mismo rango.

## ANEXO No. 2 DECLARACIONES MÁS IMPORTANTES DE PIC BASIC PRO UTILIZADOS PARA PROGRAMAR EN MICROCODE STUDIO

DECLARACION	APLICACIÓN
ADCIN	Lee el conversor analógico
CALL	Llamada a subrutina de ensamblador
CLEAR	Hace cero el contador del Watchdog Timer
COUNT	Cuenta el número de pulsos en un pin
DISABLE	Deshabilita el procesamiento ON INTERRUPT
DISABLE INTERRUPT	Deshabilita el procesamiento de ON INTERRUPT
DTMFOUT	Produce tonos telefónicos en un pin
ENABLE	Habilita el procesamiento de ON INTERRUPT
ENABLE INTERRUPT	Habilita el procesamiento de ON INTERRUPT
END	Detiene la ejecución e ingresa en modo de baja potencia
FOR....NEXT	Ejecuta declaraciones en forma repetitiva
GOSUB	Llama a una subrutina BASIC en la línea especificada
HIGH	Saca uno lógico (5V) por un pin
HSERIN	Entrada serial asincrónica
HSEROUT	Salida serial asincrónica
IF..THEN..ELSE..ENDIF	Ejecuta declaraciones en forma condicional
INPUT	Convierte un pin en entrada
LCDIN	Lee caracteres desde una RAM de un LCD
LCDOUT	Muestra caracteres en un LCD
LOW	Hace 0 lógico (0V) un pin específico
NAP	Apaga el procesador por un corto periodo de tiempo
ON INTERRUPT	Ejecuta una subrutina BASIC en un interrupt
OUTPUT	Convierte un pin en salida
PAUSE	Demora con resolución de un milisegundo
PAUSEUS	Demora con resolución de un microsegundo
POT	Lee el potenciómetro en el pin especificado

PWM	Salida modulada en ancho de pulso en un pin
RANDOM	Genera número pseudo-aleatorio
RESUME	Continúa la ejecución después de una interrupción
RETURN	Continúa en la declaración que le sigue al último GOSUB
REVERSE	Convierte un pin de salida en entrada o viceversa
SLEEP	Apaga al procesador por un periodo de tiempo
SOUND	Genera un ruido o tono blanco en un pin
STOP	Detiene la ejecución del programa
SWAP	Intercambia los valores de dos variables
TOGGLE	Hace salida a un pin y cambia su estado
WHILE...WEND	Ejecuta declaraciones mientras la condición sea cierta

## ANEXO No. 3 PROGRAMA PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA

```

Symbol ini_conver = ADCON0.GO_DONE 'Nombre del bit de arranque del convertidor A/D
OSCCON = %01100100      'Configuración del reloj de oscilación en 4MHz
TRISB = %00000000      'Establece los pines del PORTICO B como salidas
TRISA = %1111111       'Establece los pines de PORTICO A como entradas
Define LCD_BITS = 4      'Se define que se utiliza los 4 bits más significativos del LCD
Define LCD_DREG = PORTB 'Define que se va a conectar al puerto B en bus de datos
Define LCD_DBIT = 4      'Indica que es el bit menos significativo del bus de datos
Define LCD_RSREG = PORTB 'El Puerto B controla el Selector de Registro
Define LCD_RSBIT = 2     'El bit 2 del Puerto B controla Selector de registro
Define LCD_EREG = PORTB 'Con el puerto B se realiza el control de habilitación
Define LCD_EBIT = 1      'El bit 1 controla la habilitación del LCD
Define LCD_COMMANDUS = 100 'Tiempo de retardo para cada instrucción (ms)
Define LCD_DATAUS = 100  'Tiempo de grabación de datos en el LCD (default = 200 ms)
Define LCD_INITMS = 100  'Tiempo para la inicialización del LCD (default 1000ms)
Lcdinit                    'Inicializa el software
WaitUs 2000                'retardo de tiempo
Lcdcmdout LcdLine1Pos(3)  'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición3
Lcdout "E.P.N."            'Texto a ser visualizado
WaitUs 2000                'Retardo de tiempo
Lcdcmdout LcdLine2Home    'Muestra el siguiente texto al inicio de la línea 2
Lcdout "ESFOT"            'Texto a ser visualizado
ADCON0 = 0xc0              'Setea la conversión A/D con el reloj interno
ADCON1 = 0x8e              'Setea pin RA0 como entrada análoga
High ADCON0.ADON          'Activa el módulo convertir A/D
main:                      'inicio del programa principal
Gosub convertir           'Llamado a rutina de conversión
If ADRESL < 30 Then      'Si ADRESL es < a 30 siga después de Then caso contrario salte a else
    PORTB.4 = 0              'ponga en 0 el pin B4
    Lcdcmdout LcdClear      'limpie el LCD
    Lcdcmdout LcdLine1Pos(3) 'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición 3
    Lcdout #ADRESL          'Muestra el valor de ADRESL
    Lcdcmdout LcdLine1Pos(6) 'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición 6
    Lcdout "*C"            'Muestra el signo *C en el LCD
    Lcdcmdout LcdLine2Home  'Muestra el siguiente texto al inicio de la línea 2
    Lcdout "VENT APAGADO"  'Muestra el texto VENT APAGAGO en el LCD

```

```

Else
    PORTB.4 = 1           'ponga en 0 el pin B4
    Lcdcmdout LcdClear    'limpie el LCD
    Lcdcmdout LcdLine1Pos(3) 'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición 3
Lcdout #ADRESL         'Muestra el valor de ADRESL
    Lcdcmdout LcdLine1Pos(7) 'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición 7
    Lcdout "*C"          'Muestra el signo *C en el LCD
    Lcdcmdout LcdLine2Home 'Muestra el siguiente texto en la línea 1 posición 3
    Lcdout "VENT ENCENDIDO" 'Muestra el texto VENT APAGAGO en el LCD
Endif                  'Fin de lazo de condición
Goto main              'Ir a main para repetir
End                    'fin del programa
-----
convertir:            'Rutina de conversión
High ini_conver       'Arrancar la conversión
    While ini_conver    'Espere hasta que la conversión termine
    WaitMs 1000        'Tiempo de retardo
Wend                  'Fin de lazo while
Return                 'retornar
=====

```

## ANEXO No. 4 PROGRAMA PARA CONTROLAR LA SECUENCIA DE ENCENDIDO DE LAS LUCES

```

trisb= %00000111 ;activa como salidas los pines RB7-RB3 y como entradas RBO,RB1 y RB2
programa1: ;etiqueta denominada programa1
  portb=%00010000 ;pone en 1L el pin RB4
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
  portb=%00100000 ;pone en 1L el pin RB5
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
  portb=%01000000 ;pone en 1L el pin RB6
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
  portb=%10000000 ;pone en 1L el pin RB7
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
  portb=%01000000 ;pone en 1L el pin RB6
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
  portb=%00100000 ;pone en 1L el pin RB5
  gosub tiempo1: ;ir y volver de la subrutina tiempo1
goto programa1: ;ir a la etiqueta programa1
programa2: ;etiqueta llamada programa2
  portb=%11100000 ;pone en 1L el pin RB4
  gosub tiempo2: ;ir y volver de la subrutina tiempo2
  portb=%11010000 ;pone en 1L el pin RB4 y RB5
  gosub tiempo2: ;ir y volver de la subrutina tiempo2
  portb=%10110000 ;pone en 1L el pin RB5 y RB6
  gosub tiempo2: ;ir y volver de la subrutina tiempo2
  portb=%01110000 ;pone en 1L el pin RB6 y RB7
  gosub tiempo2: ;ir y volver de la subrutina tiempo2
goto programa2: ;ir a la etiqueta programa2
programa3: ;etiqueta llamada programa3
  portb=%00010000 ;pone en 1L el pin RB4
  gosub tiempo3: ;ir y volver de la subrutina tiempo3
  portb=%00100000 ;pone en 1L el pin RB5
  gosub tiempo3: ;ir y volver de la subrutina tiempo3
  portb=%00110000 ;pone en 1L el pin RB4 y RB5
  gosub tiempo3: ;ir y volver de la subrutina tiempo3
  portb=%01000000 ;pone en 1L el pin RB6
  gosub tiempo3: ;ir y volver de la subrutina tiempo3
  portb=%01010000 ;pone en 1L el pin RB4 y RB6

```

```

gosub tiempo3:      ;ir y volver de la subrutina tiempo3
portb=%01100000    ;pone en 1L el pin RB5 y RB6
gosub tiempo3:      ;ir y volver de la subrutina tiempo3
portb=%01110000    ;pone en 1L el pin RB4, RB5 y RB6
gosub tiempo3:      ;ir y volver de la subrutina tiempo3
portb=%10000000    ;pone en 1L el pin RB7
gosub tiempo3:      ;ir y volver de la subrutina tiempo3
portb=%00000000    ;pone en 0L todo el puerto B
gosub tiempo3:      ;ir y volver de la subrutina tiempo3
goto programa3:    ;ir a la etiqueta programa 3
tiempo1:           ;subrutina de tiempo
    PAUSE 500         ;retardo de 500 milisegundos
if portb.0 = 0 then programa1 ;Compara si el pin RB0=0L para ir a la etiqueta programa1
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.1 = 0 then programa2 ;Compara si el pin RB1=0L para ir a la etiqueta programa2
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.2 = 0 then programa3 ;Compara si el pin RB2=0L para ir a la etiqueta programa3
                                caso contrario continua a la siguiente línea
    RETURN           ;sale de la subrutina tiempo1 y vuelve al GOSUB que le envió
tiempo2:           ;subrutina de tiempo
    PAUSE 1500       ;retardo de 1,5 segundos
IF portb.0 = 0 then programa1 ;Compara si el pin RB0=0L para ir a la etiqueta programa1
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.1 = 0 then programa2 ;Compara si el pin RB1=0L para ir a la etiqueta programa2
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.2 = 0 then programa3 ;Compara si el pin RB2=0L para ir a la etiqueta
                                programa3 caso contrario continúa a la siguiente línea
    RETURN           ;sale de la subrutina tiempo2 y vuelve al GOSUB que le envió
tiempo3:           ;subrutina de tiempo
    PAUSE 3000       ;retardo de 3 segundos
if portb.0 = 0 then programa1 ;Compara si el pin RB0=0L para ir a la etiqueta programa1
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.1 = 0 then programa2 ;Compara si el pin RB1=0L para ir a la etiqueta programa2
                                caso contrario continua a la siguiente línea
if portb.2 = 0 then programa3 ;Compara si el pin RB2=0L para ir a la etiqueta programa3
                                caso contrario continua a la siguiente línea
    RETURN           ;sale de la subrutina tiempo3 y vuelve al GOSUB que le envió
end                 ;fin del programa

```



## ANEXO No. 5 HOJAS DE DATOS TÉCNICOS DE LOS DIFERENTES SEMICONDUCTORES EMPLEADOS EN ESTE TRABAJO

### 5.1. HOJA DE DATOS DEL SENSOR LM 35



July 1999

## LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

### General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  at room temperature and  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  over a full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only  $60\ \mu\text{A}$  from its supply, it has very low self-heating, less than  $0.1^\circ\text{C}$  in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40$  to  $+110^\circ\text{C}$  range ( $-10$  with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in

hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

### Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear  $+ 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$  scale factor
- $0.5^\circ\text{C}$  accuracy guaranteeable (at  $+25^\circ\text{C}$ )
- Rated for full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than  $60\ \mu\text{A}$  current drain
- Low self-heating,  $0.08^\circ\text{C}$  in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  typical
- Low impedance output,  $0.1\ \Omega$  for 1 mA load

### Typical Applications

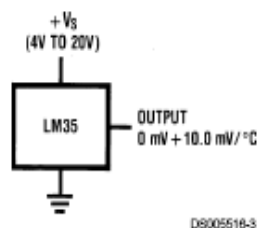
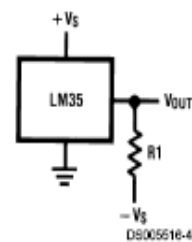


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor  
( $+2^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$ )



Choose  $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$   
 $V_{\text{OUT}} = +1,500\ \text{mV}$  at  $+150^\circ\text{C}$   
 $= +250\ \text{mV}$  at  $+25^\circ\text{C}$   
 $= -550\ \text{mV}$  at  $-55^\circ\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor



## Connection Diagrams

TO-46  
Metal Can Package\*

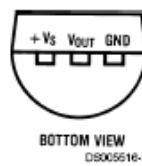


\*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH

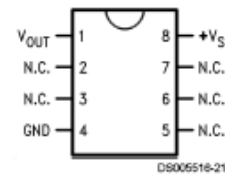
See NS Package Number H03H

TO-92  
Plastic Package



Order Number LM35CZ,  
LM35CAZ or LM35DZ  
See NS Package Number Z03A

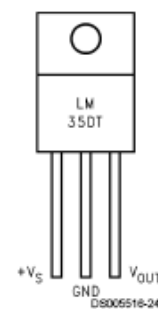
SO-8  
Small Outline Molded Package



N.C. = No Connection

Order Number LM35DM  
See NS Package Number M08A

TO-220  
Plastic Package\*



\*Tab is connected to the negative pin (GND).

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT  
See NS Package Number TA03F

## Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C

TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ (Note 2)	
LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

## 5.2. HOJA DE DATOS DEL REGULADOR DE VOLTAJE LM7805



www.fairchildsemi.com

# MC78XX/LM78XX/MC78XXA

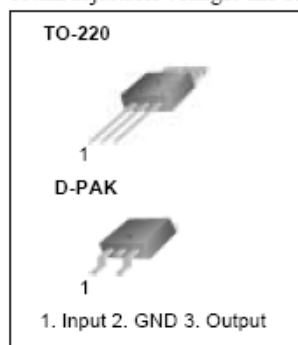
## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

### Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



### Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

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

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5.0\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	9	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4	50	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	42	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{\text{Drop}}$	$I_O = 1\text{A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
Output Resistance	$r_O$	$f = 1\text{kHz}$	-	15	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	$I_{\text{SC}}$	$V_I = 35\text{V}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
Peak Current	$I_{\text{PK}}$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

## Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$ ) (for $V_O = 24V$ )	$V_I$	35	V
	$V_{I1}$	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	TOPR	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	TSTG	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

## Typical Applications

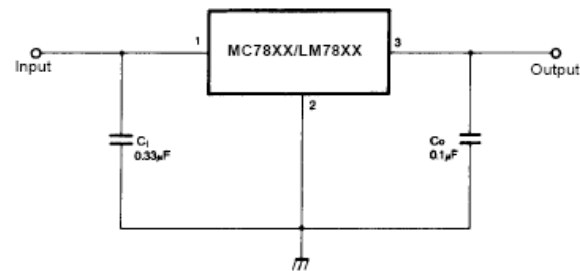
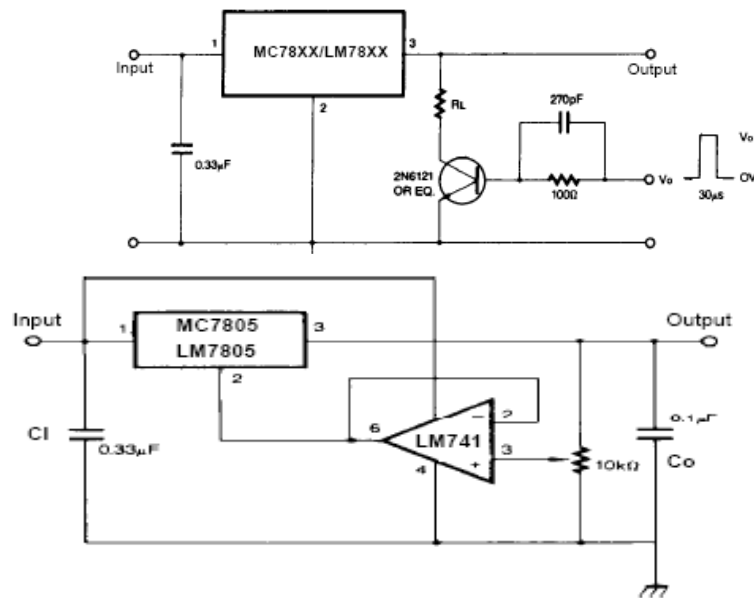


Figure 5. DC Parameters



$$I_R \geq 5 I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1)+I_Q R_2$$

Figure 11. Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

## 5.3. HOJA DE DATOS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL LM358N



### Dual Low Power Operational Amplifiers

Utilizing the circuit designs perfected for recently introduced Quad Operational Amplifiers, these dual operational amplifiers feature 1) low power drain, 2) a common mode input voltage range extending to ground/ $V_{EE}$ , 3) single supply or split supply operation and 4) pinouts compatible with the popular MC1558 dual operational amplifier. The LM158 series is equivalent to one-half of an LM124.

These amplifiers have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. They can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V, with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.

- Short Circuit Protected Outputs
- True Differential Input Stage
- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V
- Low Input Bias Currents
- Internally Compensated
- Common Mode Range Extends to Negative Supply
- Single and Split Supply Operation
- Similar Performance to the Popular MC1558
- ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness of the Device without Affecting Operation

#### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	LM258 LM358	LM2904 LM2904V	Unit
Power Supply Voltages Single Supply Split Supplies	$V_{CC}$ $V_{CC}, V_{EE}$	32 $\pm 16$	26 $\pm 13$	Vdc
Input Differential Voltage Range (Note 1)	$V_{IDR}$	$\pm 32$	$\pm 26$	Vdc
Input Common Mode Voltage Range (Note 2)	$V_{ICR}$	-0.3 to 32	-0.3 to 26	Vdc
Output Short Circuit Duration	$t_{SC}$	Continuous		
Junction Temperature	$T_J$	150		$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to +125		$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	$T_A$			$^\circ\text{C}$
LM258		-25 to +85	-	
LM358		0 to +70	-	
LM2904		-	-40 to +105	
LM2904V		-	-40 to +125	

- NOTES: 1. Split Power Supplies.  
2. For Supply Voltages less than 32 V for the LM258/358 and 26 V for the LM2904, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Order this document by LM358/D

### LM358, LM258, LM2904, LM2904V

#### DUAL DIFFERENTIAL INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

#### SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

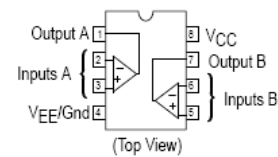


N SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 626



D SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 751  
(SO-8)

#### PIN CONNECTIONS



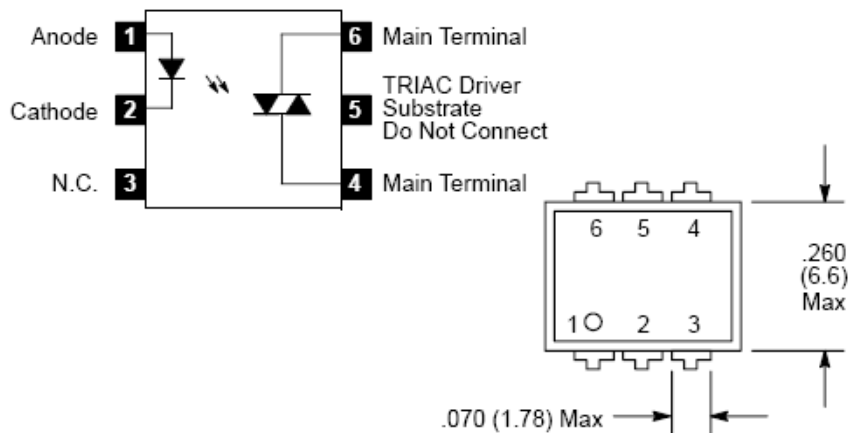
#### ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM2904D	$T_A = -40^\circ$ to $+105^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904N		Plastic DIP
LM2904VD	$T_A = -40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$	SO-8
LM2904VN		Plastic DIP
LM258D	$T_A = -25^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$	SO-8
LM258N		Plastic DIP
LM358D	$T_A = 0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$	SO-8
LM358N		Plastic DIP

## 5.4. HOJA DE DATOS DEL OPTO ACOPLADOR NTE 3048



### NTE3048 Optoisolator TRIAC Driver Output



#### **Description:**

The NTE3048 consists of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a silicon bilateral switch in an 6-Lead DIP type package. This device is designed for use in applications requiring isolated TRIAC triggering.

#### **Features:**

- Output Driver Designed for 240VAC Line
- $V_{ISO}$  Isolation Voltage of 7500V Peak
- Standard 6-Lead Plastic DIP Package

#### **Absolute Maximum Ratings:** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

##### **Infrared Emitting Diode**

Reverse Voltage, $V_R$ .....	3V
Continuous Forward Current, $I_F$ .....	60mA
Total Power Dissipation (Negligible Power in TRIAC Driver, $T_A = +25^\circ\text{C}$ ), $P_D$ .....	100mW
Derate Above $25^\circ\text{C}$ .....	1.33mW/ $^\circ\text{C}$

##### **Output Driver**

Off-State Output Terminal Voltage, $V_{DRM}$ .....	400V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1ms, 120pps), $I_{TSM}$ .....	1.0A
Total Power Dissipation ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ ), $P_D$ .....	300mW
Derate Above $25^\circ\text{C}$ .....	4.0mW/ $^\circ\text{C}$

**Total Device**

Isolation Surge Voltage (Peak AC Voltage, 60Hz, 5sec Duration, Note 1), $V_{ISO}$ .....	7500V
Total Power Dissipation ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ ), $P_D$ .....	330mW
Derate Above $25^\circ\text{C}$ .....	4.4mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range, $T_J$ .....	$-40^\circ$ to $+100^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range, $T_A$ .....	$-40^\circ$ to $+85^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range, $T_{stg}$ .....	$-40^\circ$ to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (During Soldering, 1/16" from Case, 10sec), $T_L$ .....	$+260^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics:** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
<b>Input LED</b>						
Reverse Leakage Current	$I_R$	$V_R = 3\text{V}$	–	0.05	100	$\mu\text{A}$
Forward Voltage	$V_F$	$I_F = 10\text{mA}$	–	1.15	1.5	V
<b>Output Detector (<math>I_F = 0</math> unless otherwise specified)</b>						
Peak Blocking Current	$I_{DRM}$	Either Direction, $V_{DRM} = 400\text{V}$ , Note 2	–	10	100	nA
Peak On-State Voltage	$V_{TM}$	Either Direction, $I_{TM} = 100\text{mA}$ peak	–	1.8	3.0	V
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage	dv/dt	Note 3	–	10	–	V/ $\mu\text{s}$
<b>Coupled</b>						
LED Trigger Current (Current Required to Latch Output)	$I_{FT}$	Main Terminal Voltage = 3V, Note 4	–	8	15	mA
Holding Current	$I_H$	Either Direction	–	100	–	$\mu\text{A}$

Note 2. Test voltage must be applied within dv/dt rating.

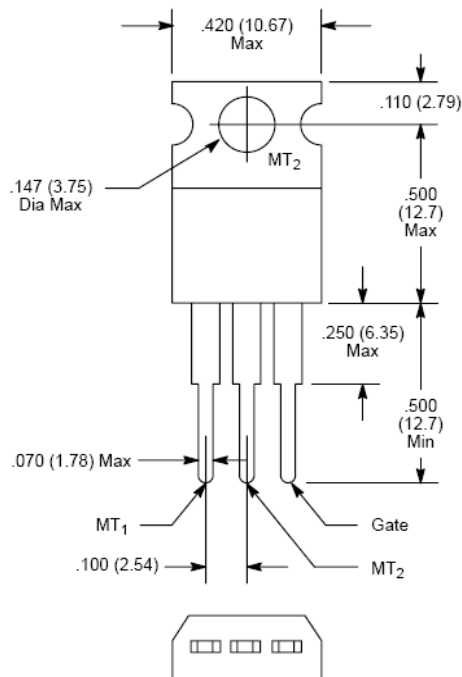
Note 3. This is static dv/dt. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

Note 4. The NTE3048 is guaranteed to trigger at an  $I_F$  value less than or equal to max  $I_{FT}$ . Therefore, recommended operating  $I_F$  lies between max  $I_{FT}$  (15mA) and absolute max  $I_F$  (60mA).

## 5.5. HOJA DE DATOS DEL TRIAC 5637



### TRIAC 8 Amp



#### **Description:**

The NTE5608 through NTE5610 series of TRIACs are high performance glass passivated PNPN devices in a TO220 type package designed for general purpose applications where moderate gate sensitivity is required.

#### **Absolute Maximum Ratings:** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Repetitive Peak Off-State Voltage ( $T_J = -40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$ , $R_{GK} = 1\text{k}\Omega$ ), $V_{DRM}$	
NTE5608 .....	400V
NTE5609 .....	600V
NTE5610 .....	800V
On-State Current (All Conduction Angles, $T_C = +85^\circ\text{C}$ ), $I_{T(RMS)}$ .....	8A
Non-Repetitive On-State Current (Half Cycle), $I_{TSM}$	
60Hz .....	77A
50Hz .....	70A
Fusing Current ( $t = 10\text{ms}$ ), $I^2t$ .....	24A <sup>2</sup> s
Peak Gate Current ( $t = 10\mu\text{s}$ Max), $I_{GM}$ .....	4A
Peak Gate Dissipation ( $t = 10\mu\text{s}$ Max), $P_{GM}$ .....	10W
Gate Dissipation ( $t = 20\text{ms}$ Max), $P_{G(AV)}$ .....	1W
Operating Junction Temperature Range, $T_J$ .....	$-40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range, $T_{stg}$ .....	$-40^\circ$ to $+125^\circ\text{C}$
Thermal Resistance, Junction-to-Case, $R_{thJC}$ .....	3K/W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient, $R_{thJA}$ .....	60K/W
Lead Temperature (During Soldering, 1.6mm from case, 10sec max), $T_L$ .....	$+250^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics:** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Off-State Leakage Current	$I_{\text{DRM}}$	$V_D = V_{\text{DRM}}, R_{\text{GK}} = 1\text{k}\Omega, T_J = +25^\circ\text{C}$	-	-	5	$\mu\text{A}$
		$V_D = V_{\text{DRM}}, R_{\text{GK}} = 1\text{k}\Omega, T_J = +125^\circ\text{C}$	-	-	2	$\text{mA}$
On-State Voltage	$V_T$	$I_T = 12\text{A}, T_J = +25^\circ\text{C}$	-	-	1.85	V
On-State Threshold Voltage	$V_{\text{T(TO)}}$	$T_J = +125^\circ\text{C}$	-	-	1	V
On-State Slope Resistance	$r_T$	$T_J = +125^\circ\text{C}$	-	-	80	$\text{m}\Omega$

**Electrical Characteristics (Cont'd):** ( $T_A = +25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Gate Trigger Current	$I_{\text{GT}}$	$V_D = 12\text{V}$ , Note 1	-	-	10	$\text{mA}$
Gate Trigger Voltage	$V_{\text{GT}}$	$V_D = 12\text{V}$ , All Quadrants	-	-	2.5	V
Holding Current	$I_H$	$R_{\text{GK}} = 1\text{k}\Omega$	-	-	10	$\text{mA}$
Critical Rate-of-Rise	$dv/dt$	$V_D = 0.67 \times V_{\text{DRM}}, R_{\text{GK}} = 1\text{k}\Omega, T_J = +125^\circ\text{C}$	50	-	-	$\text{V}/\mu\text{s}$
Critical Rate-of-Rise, Off-State	$dv/dt_c$	$I_T = 8\text{A}, di/dt = 3.55\text{A}/\text{ms}, T_C = +85^\circ\text{C}$	2	-	-	$\text{V}/\mu\text{s}$

Note 1. For either polarity of gate voltage with reference to electrode  $\text{MT}_1$ .



## 5.6. HOJA DE DATOS DEL PIC 16F6268A



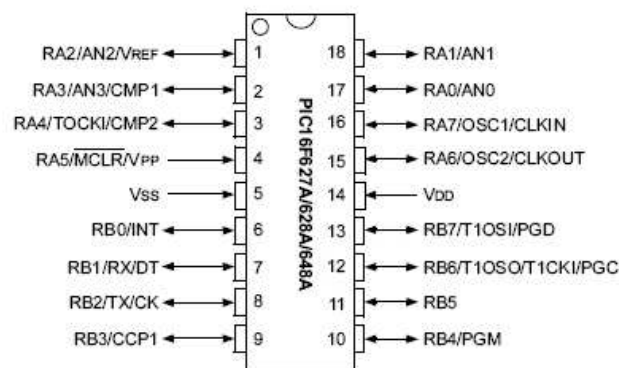
# PIC16F627A/628A/648A

## Data Sheet

FLASH-Based

8-Bit CMOS Microcontrollers

PDIP, SOIC



Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	FLASH (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1



# PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers

### High Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC - 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single word instructions
  - All instructions single cycle except branches

### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options
  - Precision Internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Low Power Internal 37 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators.
- Power saving SLEEP mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range. (2.0 - 5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High Endurance FLASH/EEPROM Cell
  - 100,000 write FLASH endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 100 year data retention

### Low Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical
- Timer1 oscillator current:
  - 1.2  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual Speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 37 kHz
  - 4  $\mu$ s wake-up from SLEEP, 3.0V, typical

### Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

## 5.7. HOJA DE DATOS DEL PIC 16F819



# PIC16F818/819

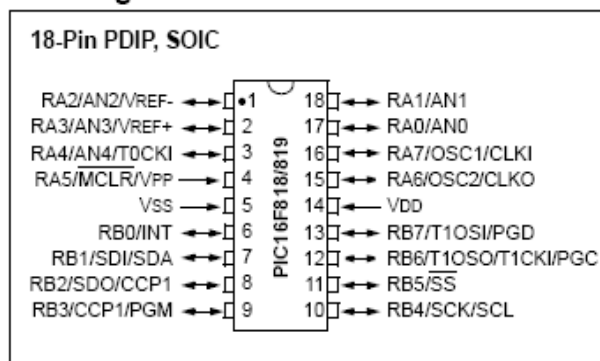
## Data Sheet

### 18/20-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology

#### Low-Power Features:

- Power-Managed modes:
  - Primary Run: XT, RC oscillator, 87  $\mu$ A, 1 MHz, 2V
  - INTRC: 7  $\mu$ A, 31.25 kHz, 2V
  - Sleep: 0.2  $\mu$ A, 2V
- Timer1 oscillator: 1.8  $\mu$ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 0.7  $\mu$ A, 2V
- Wide operating voltage range:
  - Industrial: 2.0V to 5.5V

#### Pin Diagram



Device	Program Memory		Data Memory		I/O Pins	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	SSP		Timers 8/16-bit
	Flash (Bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)				SPI™	Slave I <sup>2</sup> C™	
PIC16F818	1792	1024	128	128	16	5	1	Y	Y	2/1
PIC16F819	3584	2048	256	256	16	5	1	Y	Y	2/1



# PIC16F818/819

## 18/20-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology

### Oscillators:

- Three Crystal modes:
  - LP, XT, HS: up to 20 MHz
- Two External RC modes
- One External Clock mode:
  - ECIO: up to 20 MHz
- Internal oscillator block:
  - 8 user selectable frequencies: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

### Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High sink/source current: 25 mA
- 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
- Capture, Compare, PWM (CCP) module:
  - 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
- 10-bit, 5-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master/Slave) and I<sup>2</sup>C™ (Slave)

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycles Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory typical
- EEPROM Data Retention: > 40 years
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Low-Voltage Programming
- In-Circuit Debugging via two pins

## **ANEXO NO. 6 MANUAL DEL USUARIO**

### ***PRECAUCIONES IMPORTANTES***

Esta unidad ha sido diseñada y fabricada tal que, en operación normal se pueda asegurar su seguridad personal, pero el uso indebido puede ocasionar que sufra descargas eléctricas potenciales o si se ocasiona un corto circuito puede poner el equipo en peligro de incendio. Para no destruir los dispositivos de seguridad en este control automático de luces y ventilación, observe las siguientes reglas básicas para su instalación, uso y servicio. También siga todas las advertencias e instrucciones marcadas en este manual.

### ***EN CUANTO A SU SEGURIDAD***

Utilice únicamente el cable de energía conectado a esta unidad. En caso de utilizar otro cable de alimentación, compruebe que está certificado por los estándares nacionales aplicables, por ejemplo para realizar una extensión se deberá utilizar un cable 12 AWG ya sea sólido o flexible.

Opere esta unidad únicamente con la energía indicada en este proyecto, es decir 110 V CA que entrega la Empresa Eléctrica Quito S.A. Si usted no está seguro del tipo de fuente de energía que tiene en su hogar, consulte con su distribuidor.

Las salidas de corriente alterna (CA) sobrecargadas y las extensiones de los cables son muy peligrosas. También lo son los cables de energía desgastados y los enchufes rotos. Ello puede resultar en una sacudida eléctrica o en un peligro de incendio. Llame a un técnico para su reemplazo o consulte el manual de mantenimiento entregado en este proyecto en el anexo #7.

### ***NO ABRA LA CAJA.***

- No hay componentes adentro que se puedan utilizar o manipular para el uso.
- Hay voltaje de alto peligro en la etapa de potencia en la que no se puede topar con las manos.

***PARA EVITAR LESIONES PERSONALES***

- No coloque esta unidad en repisas inclinadas, al menos que esté apropiadamente asegurada.
- No trate de mover esta caja cuando este conectado las luces y/o el cable de alimentación, peor aún si está en funcionamiento.

***PARA PREVENIR INCENDIO O RIESGOS:***

- Siempre apague la caja y si es posible desconecte la alimentación de la toma de energía si usted no le va a poner en servicio por más de un periodo corto de tiempo.
- Nunca deje encendido esta unidad luego de haber terminado una actividad social o trabajo normal.
- Evite que los niños hagan caer esta unidad o traten de meter objetos dentro de las ranuras de los tomacorrientes (salidas hacia las luces y el ventilador) o no permita que ingrese algún tipo de metal conductor al interior de la caja.
- No conecte luces que consuman por encima de los 8 amperios, puede resultar sobrecalentamientos de los semiconductores de potencia.
- Si usted va a realizar un trabajo de mantenimiento en una de las luces conectadas a este equipo, es recomendable que desconecte totalmente dicho equipo de iluminación de este prototipo de control.

***SOBRE LA INSTALACIÓN***

- No permita que nada descansa encima o rueda sobre el cable de alimentación, y no coloque esta caja donde el cable de energía pueda causar daño.
- No use este dispositivo cerca del agua o cerca de una bañera, lavamanos, fregador de cocina, fregador de ropa, en un sótano húmedo, o cerca de una piscina.
- Esta unidad tiene orificios de ventilación en la parte inferior para permitir la liberación de calor generada durante su trabajo normal. Si estos

orificios son obstruidos, el calor en aumento puede causar fallas que pueden resultar en peligro de incendio.

### ***SOBRE LA LIMPIEZA***

- Desenchufe el dispositivo de control, antes de limpiar la parte externa de la caja.
- Utilice una tela suave húmeda (levemente mojada). No use aerosoles directamente sobre el módulo LCD o sobre los tomacorrientes, porque el aerosol en exceso puede causar una sacudida eléctrica.

### ***INSTRUCCIONES OPERATIVAS***

- En primer lugar asegure la caja en una base firme que no se mueva, y que sea accesible al operador para encender, apagar, conectar o desconectar los cables.
- Conecte los cuatro equipos de iluminación que deben trabajar a un voltaje alterno de 110 V CA en la parte posterior de la caja, ahí está especificado como salidas vea figura 6.2 (5), ahí le indica claramente: salida2 (luces 1), salida3 (luces 2), salida4 (luces 3), salida 5 (luces 4), y (6) salida1 (ventilador). Estos equipos no deben ser el consumo mayor a 10 A. es decir cada equipo no debe sobrepasar los 1100 Watts de consumo aproximadamente.
- Conecte el cable de alimentación (7) de esta unidad a un tomacorriente polarizado, es decir que tenga bien identificado la fase, el neutro y la tierra.
- Encienda el equipo, el interruptor está localizado en la parte frontal superior derecha. Presionar el interruptor principal (se enciende el foco de este interruptor) para alimentar a toda la caja de energía. Vea la figura 6.1(1).



Figura 6.1. Parte frontal del control externo



Figura 6.2. Parte posterior del control externo

- Al momento de energizar el control de luces, se enciende el módulo LCD (2), y empieza una secuencia de encendido de luces, los LEDs (3) indica el estado de salidas de los tomacorrientes indicando cual equipo de iluminación se enciende.
- Si el equipo no se enciende y si existe energía en el tomacorriente a donde se conectó el prototipo de control, verificar el estado del fusible (4), para realizar el cambio de fusible, desconecte esta unidad de la toma de energía eléctrica.
- Para cambiar de programa presione cualquiera de los 3 pulsadores (8) por dos segundos y escoja entre tres programas de diferente frecuencia los diferentes juegos de luces.



***SERVICIO***

Desconecte esta unidad del tomacorriente de la pared y solicite servicio a personal calificado cuando:

- El cable o enchufe de energía está dañado o desgastado.
- Se ha derramado líquido en el interior de la caja
- El control no funciona normalmente, aunque se hayan seguido las instrucciones de operación, y no activan los equipos de iluminación aún cuando el LED indica que si se activa.
- La temperatura del módulo LCD muestra un valor fuera de lo normal.
- No se enciende el módulo LCD.
- No funciona todo el equipo.

---

No trate de arreglar usted mismo el control de luces, ya que abrir el equipo de control pueden exponerlo a niveles de voltaje peligrosos. Consulte el arreglo a personal técnico calificado.

## ANEXO NO. 7 MANUAL DE MANTENIMIENTO

La siguiente tabla está orientada para que un técnico pueda resolver rápidamente una posible falla que se pueda ocasionar en el futuro. En esta guía de reparación se interpreta la posible avería y al frente se detalla las posibles causas y los pasos a seguir para dar solución al problema, de igual forma al final se insertará las fotografías de las placas de control, de potencia y de la fuente de alimentación.

POSIBLE DAÑO	SOLUCIÓN
<b>DAÑO 1</b>  <i>NO SE PRENDE EL EQUIPO DE CONTROL</i>	<p>Revisar que el equipo este conectado a una toma de alimentación de 110 V de corriente alterna, Revisar con un voltímetro que ingrese energía al equipo de control, debe haber 110v en el conector doble de color verde que se encuentra junto al transformador, caso contrario revisar el estado del cable de alimentación y el enchufe de conexión al tomacorriente. (ver figura 7.2)</p> <p>Si existe los 110V en el conector de entrada, puede ser que uno de los fusibles este abierto, revisar los fusibles de protección de entrada al equipo (parte frontal), y los fusibles de protección de la fuente y de la etapa de control que se encuentran internamente en las placas (ver figura 7.1).</p> <p>Comprobar el estado del switch principal ubicado en la parte frontal, es el que permite energizar a todo el equipo puede estar dañado (ver figura 7.4).</p>
<b>DAÑO 2</b>  <i>SE PRENDE LA LÁMPARA DEL SWITCH PERO NO FUNCIONA</i>	<p>Si al poner en ON el switch principal se enciende la lámpara del switch indica que si esta alimentado el equipo, pero no muestra nada el LCD ni se enciende ningún led de la parte frontal el problema puede estar en la fuente de alimentación en primer lugar ver de manera visual si esta encendido el led en la placa de la fuente de alimentación, este led indica que esta funcionando correctamente, si no está encendido con el multímetro comprobar el estado del transformador, el bobinado primario en buen estado marca <math>320\Omega</math> y energizado debe estar 110V, mientras que en el bobinado secundario la resistencia marca <math>1.8\Omega</math> y energizado debe salir 6,9 V AC (ver figura 7.1).</p> <p>Comprobar el estado del diodo rectificador tipo puente para eso tiene dos terminales de entrada que viene del transformador es decir entra al diodo 6,9v y sale del diodo 7,7 V DC, si es así revisar el regulador de voltaje NTE960 de igual forma a el ingresa por el pin uno los 7,7VDC y sale por el pin tres 5 V DC (ver figura 7.1).</p>
<b>DAÑO 3</b>  <i>SE ENCIENDE EL MÓDULO LCD Y LOS LEDS</i>	<p>Si el módulo LCD esta trabajando normalmente al igual que los led's frontales, la etapa de control está trabajando correctamente, el problema se encuentra en la etapa de potencia puede ser que los triac's se encuentren en mal estado, para ello se comprueban con el</p>

<p><i>FRONTALES PERO NO FUNCIONAN LAS LUCES</i></p>	<p>multimetro que no exista cortocircuito entre las compuertas del triac y los terminales principales, su comprobación es similar a la del SCR (ver figura 7.2).</p> <p>Comprobar el estado de los opto triac's para ello se necesitan dos multimetros uno para polarizar directamente al led y otro para verificar la conducción entre los terminales principales (ver figura 7.2).</p> <p>Verificar si las resistencias R1-R5 de 560Ω y las resistencias R7-R11 de 220Ω están en buen estado en la etapa de potencia (ver figura 7.2).</p> <p>Ver si están bien conectados los cables que vienen de la etapa de control a la etapa de potencia.</p>
<p><b>DAÑO 4</b></p> <p><i>SE ENCIENDEN LAS LUCES PERO EL LCD NO MUESTRA NINGÚN MENSAJE</i></p>	<p>Comprobar que el módulo LCD está polarizado con 0 y 5 voltios en los pines 1 y 2 del LCD respectivamente, el pin 3 controla el contraste de la pantalla el mismo que es regulado por el potenciómetro POT3 en la etapa de control (ver figura 7.3).</p> <p>Verificar que los cables del bus de datos entre el LCD y el bornero de conexiones estén bien conectados (ver figura 7.3).</p> <p>Si el problema persiste puede ser que el PIC16F819 se encuentre en mal estado, en ese caso hay que suplantarlos por otro y grabar el programa que controla la temperatura que viene en el CD entregado con el trabajo práctico (ver figura 7.3).</p>
<p><b>DAÑO 5</b></p> <p><i>LA TEMPERATURA MOSTRADA EN EL MÓDULO LCD NO ES REAL</i></p>	<p>Cuando el sensor de temperatura no está conectado, el PIC16F819 toma lecturas falsas y los muestra en la pantalla, en ese caso hay que verificar si el sensor está trabajando, para lo cual con un multimetro verificamos que el sensor este polarizado con 0 y 5 voltios en los pines 1 y 3 respectivamente, y por el pin 2 tiene que dar un valor de salida de acuerdo a la temperatura a la que se encuentre el sensor. En 10°C el sensor emite una señal de 100mV, en 15 °C entrega un valor de 150 mV, cuando llega a los 30°C el sensor entrega un voltaje de 300 mV (ver figura 7.3).</p>
<p><b>DAÑO 6</b></p> <p><i>LA TEMPERATURA ESTÁ BIEN PERO NO SE ENCIENDEN LAS LUCES</i></p>	<p>En primer lugar chequear si los led's en la parte frontal se encienden, si es así seguir las instrucciones del daño 3.</p> <p>Si no se encienden las luces, el daño se concentra en la etapa de control, verificar si el PIC 16F628 está energizado con 0 y 5 voltios en los pines 5 y 14 respectivamente, si hay dicho voltaje comprobar que está variando los estados en las salidas RB.4, RB.5, RB.6, y RB.7, para esto se pone la punta negativa del multimetro en tierra y la punta positiva se pone en cualquiera de estas salidas y se va viendo si hay el cambio de estado de 0 a 5 voltios. Si no se produce ese efecto el PIC se encuentra en mal estado y hay que reemplazarlo por otro, al nuevo PIC hay que grabarle el programa que viene en el CD que será entregado conjuntamente con el equipo de control. Para transferir los programas a los microcontroladores se necesita de un grabador de PIC's con su respectivo software, en el CD se encuentran los archivos "CONTROL DE TEMPERATURA.hex" Y "CONTROL DE LUCES.hex" que cualquier grabador necesita para transferir los programas a los PIC's (ver figura 7.3).</p>

<p style="text-align: center;"><b>DAÑO 7</b></p> <p><i>NO SE CAMBIA DE PROGRAMA AL PRESIONAR LOS PULSADORES</i></p>	<p>En primer lugar hay que tener presionado los pulsadores por unos dos segundos si de ahí no se cambia, hay que revisar si los contactos de los pulsadores normalmente abiertos se cierran al ser presionados, si no es así hay que cambiarlos (ver figura 7.4).</p> <p>Si están en buen estado los pulsadores, con el multímetro verificamos si al presionar se cambia de estado las entradas RB.0, RB.1 y RB.2 del PIC 16F628A, sin pulsar estas entradas se encuentran en 5 voltios y al ser presionado un pulsador cambia a 0 voltios únicamente el tiempo que se mantiene presionado el pulsador (ver figura 7.3).</p> <p>Revisar los cables que conectan los pulsadores con la placa de control, puede ser que no estén transmitiendo los pulsos (ver figura 7.4).</p>
---	---

▪ **FOTOGRAFIA DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PLACA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.**

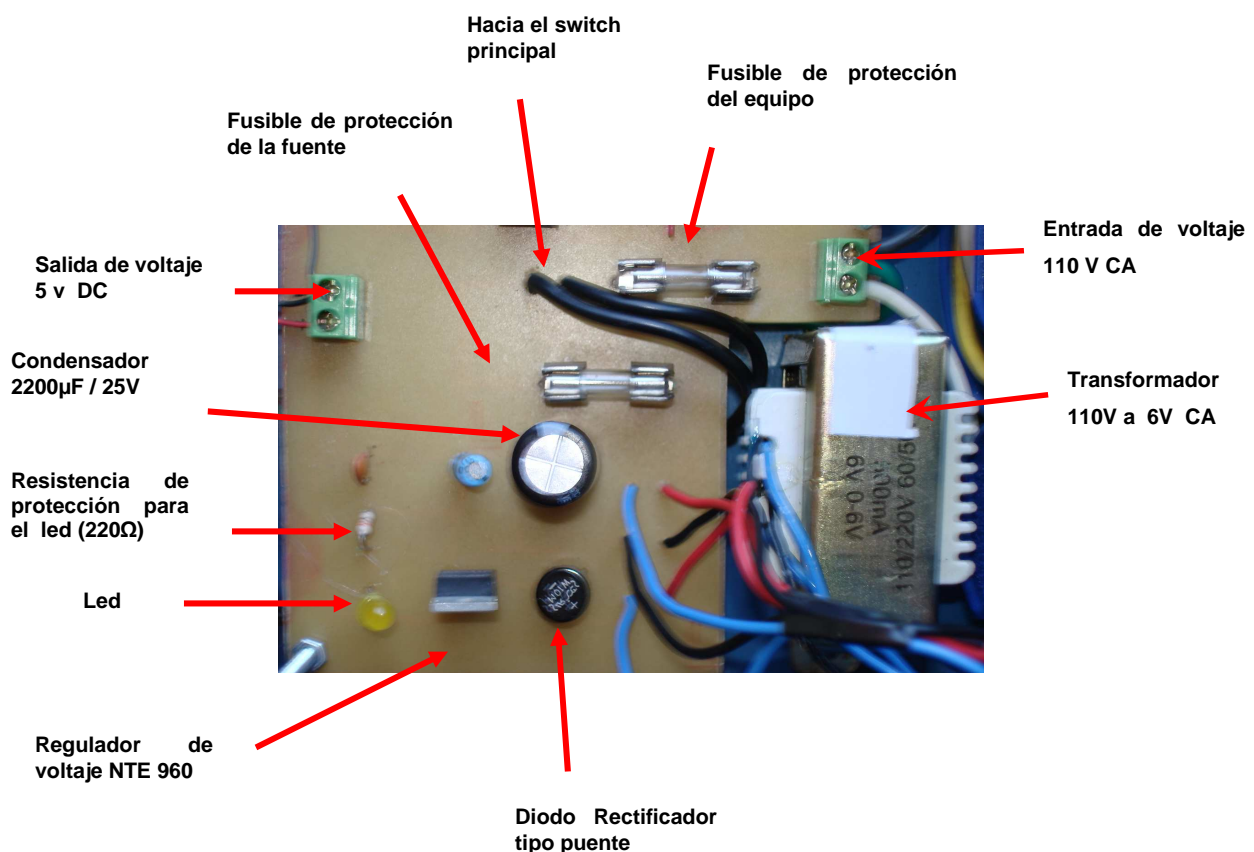
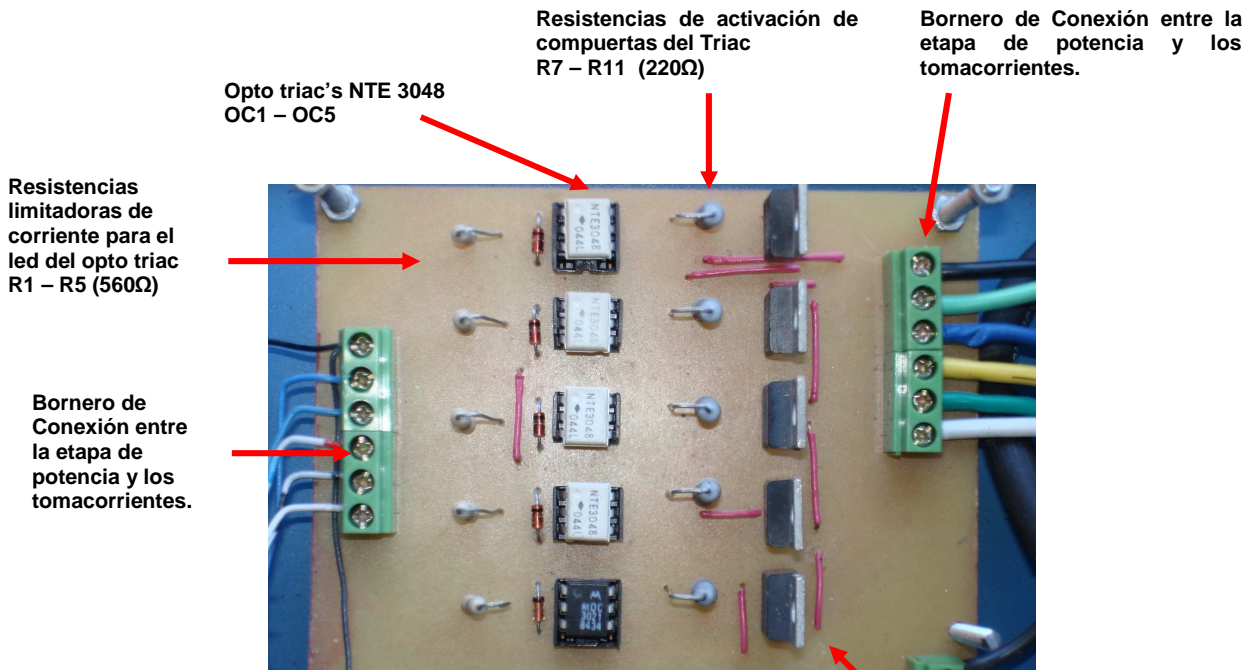


Figura 7.1. Placa de Elementos de la Fuente de Alimentación

▪ **FOTOGRAFIA DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PLACA DE POTENCIA.**



Diodos de protección de corrientes inversas para el led del opto triac D1 – D5 (1N4148)

Triac's de Potencia TR1 – TR5 NTE5637

Figura 7.2. Placa de Elementos de la Etapa de Potencia

▪ **FOTOGRAFIA DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PLACA DE CONTROL.**

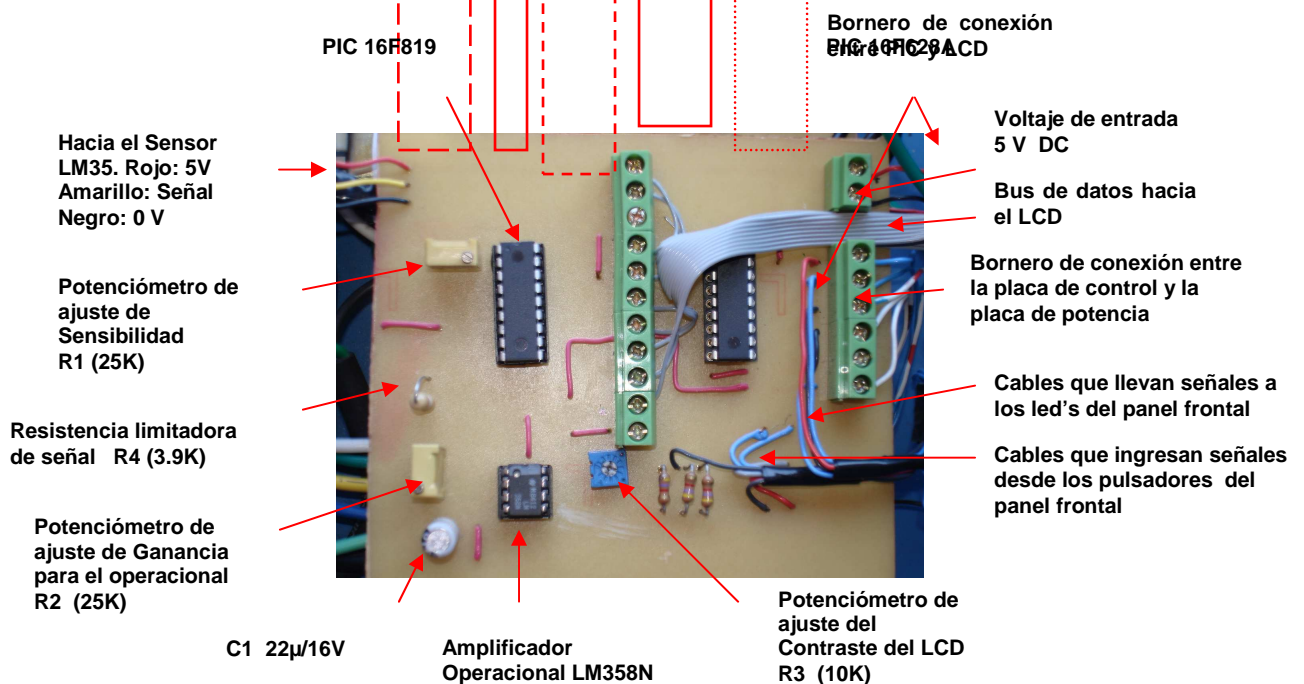


Figura 7.3. Placa de Elementos de la etapa de Control

- **FOTOGRAFIA INTERNA DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PARTE FRONTAL.**

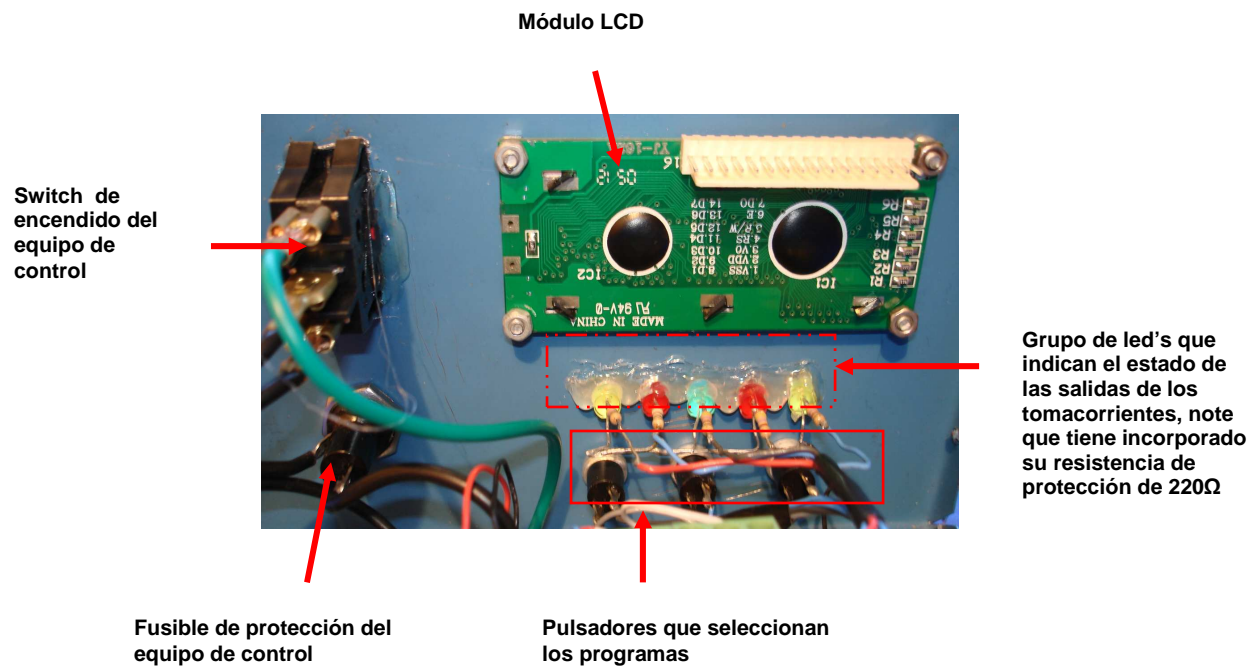


Figura 7.4. Ubicación interna de los elementos del panel frontal