

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA**

### **DISEÑO DE EQUIPO DETECTOR Y FILTRO DE NIVELES INADECUADOS DE VOLTAJE PARA UN ELECTRODOMÉSTICO CON CONTROL DIGITAL.**

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

**WALTER EMILIO DÍAZ PINEIDA**

**DIRECTOR: ING. PATRICIO CARRASCO**

**Quito, Octubre 2006**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Walter Emilio Díaz Pineida, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada 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 Normativa Institucional Vigente.

Walter Emilio Díaz Pineida

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Walter Emilio Díaz Pineida bajo mi supervisión.

Ing. Patricio Carrasco.  
DIRECTOR DEL PROYECTO.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, nuestro Kyrios y Salvador, quién nos rescató y nos ha hecho nuevas criaturas.

A mi familia quienes han sido un pilar fundamental en la culminación de mis estudios superiores.

Al Ing. Patricio Carrasco por su constante interés y esfuerzo para que pueda sacar adelante este proyecto.

Un agradecimiento sincero a mis amigos, profesores, y todos aquellos que pusieron su hombro cuando más los necesitaba.

## **DEDICATORIA**

A la Honra y Gloria del Único que es digno:  
JESUCRISTO, el Señor.

Dedico este proyecto de titulación a nuestro Dios eterno, a mis padres y hermanos, a todos aquellos jóvenes que día a día buscan un mejor futuro para sus familias.

## RESUMEN

La presente tesis abarca dos capítulos, en el primero se tiene toda la información teórica y en el segundo el diseño y la construcción del equipo.

El equipo está conformado por las siguientes etapas: la fuente de alimentación que consta de un transformador reductor de voltaje que permitirá la alimentación a todo el circuito, la de detección del voltaje de entrada encargada de proporcionar energía a cada uno de los elementos utilizados en el equipo, la de Control de Carga que controlará el ancho de pulso para disparar el Tríac, la de visualización que indicará los voltajes de entrada y salida, la de detección de voltaje de la carga que analizará si el voltaje es bajo, normal o alto, y la de Unidad de control de Proceso que permite analizar los valores de voltaje para luego indicar en los visualizadores LCD y LEDS. El capítulo II incorpora el análisis técnico y económico correspondiente.

En el presente estudio se entrega toda la información pertinente, así como las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron al cabo de la culminación y desarrollo del equipo.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio permitirá resolver el problema de que cada vez que existan cortes de energía se dañen los electrodomésticos por los cambios bruscos en los niveles de voltaje. Esto beneficiará a las personas de escasos recursos económicos ya que no tendrán que acudir a un técnico para reparar sus equipos cada vez que existan dichos cambios de voltaje. Por lo general el equipo dañado permanece un buen tiempo sin funcionar, lo cual hace que no se aproveche las características y beneficios que los electrodomésticos nos proporcionan en los hogares.

Este circuito analizará los niveles adecuados de voltaje para el óptimo funcionamiento, fuera de estos niveles de voltaje el circuito obstruirá el ingreso de voltaje al electrodoméstico; sólo cuando se tenga una estabilidad en el voltaje de entrada podrá funcionar el electrodoméstico y todos aquellos equipos que estén protegidos con este equipo.

Además este equipo va a estar al alcance de todas las personas puesto que los componentes a utilizarse no son caros y se los consigue en cualquier centro electrónico, por lo tanto el costo de dicho equipo va a ser mucho menor a tener que reparar uno o dos electrodomésticos dañados.

Los principales electrodomésticos que existen en un hogar son: la TV, el equipo de sonido, el VHS, el DVD, la computadora, la refrigeradora, la plancha, la licuadora, la batidora etc., de los cuales no todos están permanentemente conectados a la red de voltaje, por lo que unos necesitarán más protección que otros, por ejemplo: la TV, el equipo de sonido, la refrigeradora, la computadora ya que ellos están permanentemente conectados a la red, por lo cual están más propensos a sufrir daños y necesitan mayor protección por las subidas o bajadas

de voltaje; los demás electrodomésticos también necesitan protección pero no tan rigurosa como los anteriormente mencionados, ya que se conectan a la red temporalmente, solo en el momento que se los necesita como la plancha, la licuadora, etc.

La instalación que necesitan estos electrodomésticos es de fase, neutro y la tierra para su óptimo funcionamiento y las recomendaciones siguientes para su protección.

#### **Para instalaciones eléctricas:**

- No sobrecargar los enchufes con varios aparatos. Tener especial cuidado con los de mayor consumo, como planchas, lavadoras, etc.
- Empotrar los conductores eléctricos de la instalación. No instalar nunca conductores volantes ni sujetarlos con clavos.
- Evitar los empalmes eléctricos improvisados.
- Utilizar elementos de corte de corriente (magnetotérmicos, fusibles, etc.) adecuados a la instalación y calibrados para la misma.
- No sustituir nunca un fusible por otro que admita más corriente (más grueso.) El fusible está para proteger fundiéndose.
- Cerrar el interruptor general de corriente eléctrica cuando se abandone el hogar por un largo tiempo.
- Evitar que los niños manipulen los aparatos y los interruptores principales.
- Si nota olor a quemado, revise y localice el origen, puede tratarse de un sobrecalentamiento de la instalación eléctrica que originará un peligroso cortocircuito o un incendio.



**Para aparatos eléctricos y electrodomésticos:**

- Mantener los aparatos eléctricos en buen estado.
- No tener nunca cables pelados, placas o clavijas de enchufe rotas o quemadas.
- No utilizar electrodomésticos ni tocar clavijas con las manos o los pies mojados.
- No utilizar ni tocar aparatos eléctricos estando descalzo, especialmente si el suelo está húmedo.
- No conectar nunca aparatos eléctricos que se hayan mojado, hasta tener la seguridad de que están completamente secos, incluso en su interior.
- No hacer reparaciones de aparatos eléctricos a menos que se sepa realmente hacerlas. En todo caso, tomar precauciones.
- Comprobar que las tuberías metálicas de agua (fría, caliente, desagües, etc.) están conectadas entre sí y a tierra mediante un conductor.
- Comprobar que los electrodomésticos de mayor consumo (lavadora, el frigorífico, el lavavajillas, el termo eléctrico, etc.) disponen de clavija con toma de tierra.
- Evitar el uso de mantas eléctricas, si no están impermeabilizadas, cuando pueden ser mojadas por los niños. Tener en consideración también el caso de ancianos incontinentes.

Los sistemas de protección que utilizan ciertos electrodomésticos van desde los reguladores de voltaje, los corta picos, y la puesta a tierra. La puesta a tierra es la principal protección de estos equipos, ya que vienen de tal forma que en sus tomas ya constan la fase, el neutro y la tierra.

## ÍNDICE

### CAPITULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL

1.1 Principales equipos y electrodomésticos en un hogar típico.....	1
1.1.1 Potencia promedio de consumo en una residencia.....	1
1.1.1.1 Sectores de consumo de energía eléctrica.....	1
1.1.1.2 Energía que se podría ahorrar en un hogar.....	2
1.1.1.3 Potencia de los principales equipos en un hogar.....	3
1.1.2 Tipos de instalaciones en los hogares.....	4
1.1.2.1 Secciones de los conductores empleados en las instalaciones eléctricas de la vivienda.....	5
1.1.2.2 Realizaciones de instalaciones eléctricas básicas.....	6
1.1.2.2.1 Instalación de interruptores.....	6
1.1.2.2.2 Instalación de conmutadores.....	6
1.1.2.2.3 Instalación de base de enchufes (tomacorrientes).....	6
1.1.2.3 Clasificación de ambientes.....	7
1.1.2.4 Áreas peligrosas.....	8
1.1.2.5 Las corrientes y las potencias.....	10
1.1.2.6 Las tensiones.....	10
1.1.3 Sistemas de seguridad que poseen las residencias.....	11
1.1.3.1 Protección de los circuitos.....	11
1.1.3.2 Interruptores automáticos de caja moldeada (Breakers).....	12
1.1.3.2.1 Interruptores magnéticos (con disparo instantáneo).....	13
1.1.3.2.2 Interruptores termomagnéticos (de tiempo inverso).....	14
1.1.3.2.3 Aplicación.....	15
1.1.3.2.4 Ventajas.....	15
1.1.3.2.5 Características.....	16
1.1.3.4 Fusibles.....	16
1.1.3.5 Puesta a tierra del neutro.....	17

1.2 Sistema de voltajes.....	21
1.2.1 Sistema monofásico.....	21
1.2.2 Sistema trifásico.....	22
1.2.2.1 ¿Qué es un sistema trifásico?.....	22
1.2.2.2 ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un generador trifásico?.....	23
1.2.2.3 ¿Qué tipos de secuencias existen?.....	24
1.2.2.4 ¿Qué tipos de conexión existen?.....	25
1.2.2.5 ¿Cómo se obtiene el circuito monofásico?.....	28
1.2.3 Energía Eléctrica en residencias.....	28
1.2.3.1 Una fase y el neutro.....	28
1.2.3.2 Dos fases de un sistema trifásico.....	29
1.2.3.3 Mediciones por las compañías de electricidad.....	30
1.3 Dispositivos electrónicos.....	30
1.3.1 Microcontroladores.....	30
1.3.1.1 Generalidades.....	30
1.3.1.2 Aplicaciones.....	31
1.3.1.3 Microcontroladores PIC16F870P y PIC16F628A.....	32
1.3.2 Optoacoplador.....	32
1.3.2.1 Aplicaciones.....	32
1.3.3 Tríac.....	33
1.3.4 Diodo LED.....	34
1.3.4.1 Tecnología Led/Oled.....	34
1.3.4.2 Aplicaciones.....	35
1.3.5 LCD.....	36
1.3.5.1 Aplicaciones.....	37
1.3.6 Cristal de cuarzo.....	38
1.3.6.1 Aplicaciones.....	38

## CAPITULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

2.1 Diagrama de bloques del equipo.....	40
2.2 Diseño por bloques.....	41
2.2.1 Etapa de control de proceso.....	41
2.2.1.1 Interconexión del PIC16F870P.....	42
2.2.1.2 Programación del PIC16F870P.....	43
2.2.2 Fuente de alimentación.....	50
2.2.3 Etapa de detector y regulador de voltaje.....	52
2.2.3.1 Etapa de detector de voltaje de entrada de la fuente.....	52
2.2.3.1.1 Diagrama circuital.....	52
2.2.3.2.- Etapa de detector de voltaje de la carga.....	54
2.2.3.2.1 Diagrama circuital.....	54
2.2.4 Etapa de control de la carga.....	55
2.2.4.1 Interconexión del PIC16F628A con la carga.....	56
2.2.4.2 Programación del PIC16F628A.....	58
2.2.5 Carga.....	66
2.2.5.1 Diagrama circuital de la conexión con la carga.....	66
2.2.5.2 Tríac.....	68
2.2.6 Visualizadores.....	68
2.3 Diagrama circuital completo.....	68
2.4 Ensamblaje del Equipo.....	70
2.5 Pruebas y calibraciones.....	73
2.6 Análisis técnico y económico.....	74
2.6.1 Control de materiales.....	75
2.6.2 Costo de equipos y materiales de oficina.....	75

2.6.3 Costo de mano de obra.....	76
2.6.4 Costo de diseño.....	76
2.6.5 Costo por equipo.....	77
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	

# **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL**

## **1.1 PRINCIPALES EQUIPOS Y ELECTRODOMÉSTICOS EN UN HOGAR TÍPICO.**

Hoy en día los electrodomésticos se han vuelto parte importante en la vida del ser humano, ya que ellos nos proporcionan muchas aplicaciones para nuestra comodidad.

Algunos electrodomésticos funcionan todo el día como es el caso del refrigerador o del congelador, los cuales deben funcionar durante las 24 horas ya que los alimentos deben estar a una temperatura adecuada, caso contrario perderán sus cualidades. Estos equipos consumen más energía y están más propensos a los sobrevoltajes que los demás electrodomésticos. Una televisión puede estar conectada pero no en funcionamiento, así también el equipo de sonido, el VHS, el DVD, y algunos otros más. Los más usados en los hogares son: La Tv, el equipo de sonido, la refrigeradora, la computadora, el VHS, la licuadora, la plancha.

### **1.1.1 POTENCIA PROMEDIO DE CONSUMO EN UNA RESIDENCIA.**

#### **1.1.1.1 Sectores de consumo de Energía Eléctrica.**

Las residencias<sup>1</sup> consumen más energía que el comercio y la industria juntos. Cada vez que en un hogar se enciende una lavadora de ropa o trastos, un televisor, un equipo de sonido o la interconexión de lámparas para iluminar la casa durante la noche, se está aportando con los demás hogares del país, en el consumo de energía eléctrica.

---

<sup>1</sup> [www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm](http://www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm)

El alto consumo residencial evidencia el poco consumo comercial e industrial habido en el país, puesto que aunque no existen datos específicos sobre la cantidad de negocios e industrias, su nivel productivo no es tan alto, como para poder alcanzar la absorción eléctrica de los hogares.

La prosperidad de los negocios comercializadores de estos productos demuestra que la demanda del bien es alta y como alto es su consumo de electricidad. Otro consumidor de energía es el sector gubernamental con sus instituciones y los servicios que presta como el alumbrado público. Cada poste que ilumina el país en cada una de las poblaciones que componen el territorio nacional, representa para el estado un consumo muy alto de energía.

#### **1.1.1.2 Energía que se podría ahorrar en un hogar.**

Muchos aparatos eléctricos<sup>2</sup> consumen permanentemente energía cuando se encuentran apagados pero no desenchufados, a la espera de que alguien accione un mando a distancia en posición de stand by.

Algunos electrodomésticos funcionan interiormente con corriente continua y disponen de una fuente de alimentación de alterna que permanece siempre encendida; éste es el caso, de cargadores de celulares, cargadores de pilas etc. Finalmente hay otros artículos en constante funcionamiento, como el vídeo, el amplificador de antena, el teléfono sin hilo, etc. Una vivienda mínimamente equipada, con aparatos eléctricos puede tener un consumo de electricidad superior a 1,6 kw diarios. Todo un despilfarro, si se encendiera solamente los aparatos indispensables.

Todos sabemos que la producción de electricidad tiene un elevado impacto ambiental. Si procede de centrales nucleares, su uso implica generar residuos radiactivos. Si la electricidad procede de centrales térmicas, las emisiones de dióxido de carbono que se producen inciden decisivamente en el calentamiento planetario y el cambio climático. Por este motivo es necesario incorporar hábitos de compra y consumo que impidan un despilfarro innecesario que castiga la

---

<sup>2</sup> Idem

biósfera. La presión de los consumidores, el cambio de hábitos y la innovación tecnológica podrían resolver este derroche. Por ejemplo, ya existen fax domésticos que sólo consumen cuando suena el "ring" telefónico. En todo caso, podemos entrenarnos empezando por nuestra propia casa.

Se recomienda<sup>3</sup>:

- Si su refrigerador tiene más de ocho años de uso, le conviene cambiarlo por uno nuevo, que por ser más eficiente consumirá hasta 60 % menos de energía.
- Si en su casa hay focos incandescentes que permanecen encendidos mucho tiempo, sería mejor cambiarlos por lámparas fluorescentes.
- Desconectar desde el tomacorriente los equipos que no se utilizan.

#### 1.1.1.3 Potencia de los principales equipos de un hogar.

NOMBRE	POTENCIA (W)
Foco	100
Vídeo casetera	75
TV Color	500
Licuada	350
Secadora de pelo	400
Refrigeradora	400
Lavadora	395
Cafetera	850
Plancha	1000
Horno de microondas	1000
Calentador de aire	1300
Aspiradora	1500

Tabla 1.1 : Potencia de un equipo de un hogar<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Harper Enriquez: pag: 52

4. Idem



### 1.1.2 TIPOS DE INSTALACIONES EN LOS HOGARES.

La instalación eléctrica interior de cada vivienda parte del medidor de distribución, situado a la entrada de la misma y enlaza con todos los receptores, fundamentalmente a través de puntos de luz y tomacorrientes.

El primer elemento que se encuentra al circular la corriente eléctrica hacia el interior de la vivienda es el interruptor de control de potencia (ICP)<sup>5</sup>. Este interruptor es un dispositivo automático que se instala de acuerdo con la potencia contratada para cada vivienda. Sirve para controlar la potencia instantánea que la instalación requiere, por lo que se le considera elemento de control. Este control se efectúa por paso de intensidad, y la potencia se relaciona con la intensidad según la ecuación:

$$P = V \cdot I$$

Todos los materiales y equipos que se utilizan en las instalaciones (aún no eléctricas) deben ser elegidos e instalados teniendo en cuenta las características del medio ambiente en el cual se utilizan y la función que deben cumplir, resistiendo en particular las acciones mecánicas, químicas y/o térmicas a que se encontrarán sometidas durante su funcionamiento. Así como las normas se ocupan de definir la calidad de los materiales y equipos, ciertos institutos se ocupan de verificar la calidad y otorgan un sello o reconocimiento de calidad. La utilización de materiales de calidad reconocida es obligatoria en muchas instalaciones por exigencia de quien contrata la obra, y ciertos tipos de instalaciones y/o en ciertos países por la exigencia de la autoridad pública (E.E.Q). Cuando no existen estas especificaciones, al menos debe considerarse que la exigencia de la calidad está fijada por consideraciones de buena fe y de moral

---

<sup>5</sup>. Idem

### 1.1.2.1 Secciones de los conductores empleados en la instalación eléctrica de la vivienda.

Las secciones mínimas utilizadas en los diferentes circuitos independientes son:

CIRCUITO	SECCION(mm)	AWG
Circuito de alumbrado	1.5	14
Circuito de alimentación a tomas de corriente	2.5	12
Circuito de alimentación a máquinas de lavar y calentadores eléctricos de agua	4	10
Circuito de alimentación a aparatos de calefacción o aire acondicionado	6	10
Circuito de alimentación a cocina y horno eléctrico	6	10

Tabla 1.2: Conductores empleados en los circuitos de las viviendas<sup>6</sup>

Los colores asignados a esos conductores para su identificación son:

Conductor de fase: negro, marrón o gris.

Conductor neutro: azul claro.

Conductor de protección: amarillo-verde a rayas.

### 1.1.2.2 Realizaciones de instalaciones eléctricas básicas.

#### 1.1.2.2.1 Instalación de interruptores.

Los interruptores (Fig. 1.1) son elementos de corte de la corriente eléctrica que se instala de forma que sus bornes se conectan a los conductores activos o de fase, dependiendo de que clase de interruptor es: unipolar, bipolar o tripolar.



Fig. 1.1 Interruptor

#### 1.1.2.2.2 Instalación de conmutadores.

Los conmutadores exteriormente son iguales que los interruptores, pero es en su interior donde disponen de más contactos que éstos. Se usan para poner en funcionamiento un circuito desde dos puntos distintos de la instalación. Los más utilizados son el conmutador simple y el conmutador de cruzamiento.

#### 1.1.2.2.3 Instalación de bases de enchufe (tomacorrientes).

Las bases de enchufe (Fig. 1.3) son elementos que ponen en contacto eléctrico a cualquier receptor con la tensión de la red, mediante la clavija conectada a las mismas. Están constituidas por dos o más partes conductoras alojadas sobre un soporte aislante; existen varias clases de bases de enchufe también llamadas tomas de corriente.

---

<sup>6</sup> [www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm](http://www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm)



Fig. 1.3 Tomacorriente

Sus diferencias más importantes son la intensidad y la tensión que soportan, así como el número de polos y las formas de instalación, con o sin terminal para circuitos de protección. La conexión eléctrica de estos elementos es la siguiente: un terminal conectará al conductor activo o fase (negro o marrón) y al otro el neutro (azul claro); el conductor de protección (amarillo-verde) se conecta al terminal central.

#### **1.1.2.3 Clasificación de ambientes.**

Las instalaciones eléctricas deben proyectarse con distintas precauciones según sean los ambientes en los cuales la instalación se realiza. Se dice<sup>7</sup> que un ambiente es normal, u ordinario, cuando no existen condiciones que imponen particulares precauciones de instalación o limitaciones de la elección y utilización de máquinas, equipos y canalizaciones. En los ambientes se tienen condiciones que permiten incluirlos dentro de la siguiente clasificación:

- Ambientes húmedos, en los que se presentan manifestaciones salinas, manchas de humedad.
- Ambientes mojados, en los que hay presencia de agua, vapor de agua, o la humedad se condensa formando gotas.
- Ambientes fríos, en los que se alcanzan temperaturas inferiores a las fijadas como normales.

---

<sup>7</sup> Idem

- Ambientes a temperaturas elevada.
- Ambientes con posibilidad de depósitos salinos, generalmente a orillas del mar.
- Ambientes con presencia de polvos que por su naturaleza no implican peligros de incendio o explosión.
- Ambientes con emanaciones corrosivas, con vapores o gases corrosivos.
- Ambientes peligrosos, con peligros de incendio o de explosión.

Cualquier instalación que deba realizarse en estos ambientes deberá hacerse respetando ciertas reglas.

En particular, el uso de la energía eléctrica implica riesgos y peligros que se tratan de minimizar y reducir respetando en el proyecto criterios adecuados y normas aconsejadas.

Debe recordarse que el respeto de las disposiciones de norma aunque no garantice la seguridad absoluta, permite reducir las ocasiones de peligro.

La clasificación realizada toma en cuenta las condiciones del ambiente, en ciertos casos se deben tener en cuenta si las personas que están en el ambiente están más o menos informadas del grado de peligro que puede existir en dicho lugar. Es así, que los ambientes se pueden definir por la posibilidad de acceso a los mismos:

- Áreas de tipo general, en las cuales cualquiera tiene acceso.
- Áreas de acceso restringido, sólo algunas personas pueden acceder en condiciones de seguridad determinadas.

#### **1.1.2.4 Áreas peligrosas.**

Los lugares en los que se presentan determinadas condiciones, pueden ser peligrosos por distintas razones, y en ellos es necesario realizar una instalación eléctrica, satisfaciendo detalles específicos.

Los peligros pueden derivarse de distintas condiciones a saber<sup>8</sup>:

- Presencia de gases, o polvos que pueden alcanzar concentraciones que hagan temer posibilidad de explosión iniciada por chispas o arcos (que ocurren por funcionamiento normal de los aparatos eléctricos, o por fallas)
- Presencia de polvos que precipitándose sobre la superficie de los equipos dificulten la disipación del calor, causando altas temperaturas y creando condiciones favorables a la evolución de un incendio.
- Presencia de polvos conductores, que pueden ser origen de descargas eléctricas y los peligros derivados.
- Fibras y pelusas, fácilmente inflamables, son otras condiciones a considerar.

Para prevenir estos peligros se debe utilizar equipos adecuados, realizar la instalación eléctrica con un diseño y materiales aptos.

Generalmente los conductores se encontrarán protegidos, dentro de caños, los aparatos contenidos en cajas, y los equipos se habrán diseñado con precauciones especiales. Los equipos que producen chispas o arcos eléctricos, ya en condiciones normales como anormales, deben ser encerrados en cajas herméticas (o bien no deben ser instalados en áreas peligrosas).

Como es imposible lograr hermeticidad que impida la entrada de gases o vapores dentro de cajas (y canalizaciones), entonces éstas se deben realizar de manera de lograr ( en caso de una explosión interior) que ésta quede confinada y no se propague al exterior, cajas que cumplen estas condiciones se dicen "a prueba de explosión".

La alta presión que se genera en caso de explosión produce escape al exterior del gas inflamado, las juntas entonces deben ser de características tales que enfríen suficientemente el gas que escapa para que no se produzca explosión o incendio del ambiente exterior. Las cañerías que contienen conductores también podrían servir para propagar la explosión de una caja a otra, o de un ambiente a otro, se

---

<sup>8</sup> Idem

cierran entonces con sellos adecuadamente ubicados y que evitan dicha propagación y limitan el volumen dentro del cual la explosión puede producirse.

#### **1.1.2.5 Las corrientes y potencias**

La definición de la corriente<sup>9</sup> permite fijar por consideraciones térmicas la sección admisible para los conductores. La sección mínima admisible para los conductores está también relacionada con las condiciones de aislamiento y la tensión.

La carga total, que corresponde en un elemento se obtiene como suma de las cargas parciales, en algunos casos cada carga está definida por un factor de potencia distinto, en consecuencia para obtener la carga total se debe tener en cuenta este factor. En cambio si el factor de potencia es único para todas las cargas la suma se realiza directamente. Considérese un grupo de cargas distribuidas a lo largo del desarrollo de un cable. La carga total en el cable es suma de las cargas.

#### **1.1.2.6 Las tensiones**

Dado un alimentador, cuya potencia está definida, al aumentar la tensión<sup>10</sup>, se reduce la corriente, en consecuencia puede reducirse la sección de los conductores hasta alcanzarse la mínima sección admisible para una tensión dada. La tensión define las características de aislamiento de los conductores. El valor relativo de la caída de tensión que se produce en un alimentador no debe superar determinados valores admisibles.

Si se mantienen las características del cable y se aumenta la tensión del alimentador, la caída de tensión disminuye con el cuadrado de la tensión. La caída de tensión aumenta con la longitud y la carga. No debe olvidarse que para una carga (y una tensión), existe una sección mínima del conductor basada en consideraciones térmicas. Para valores inferiores de la longitud, la carga no puede aumentar por razones térmicas y se tienen caídas de tensión menores. Un

---

<sup>9</sup> Biblioteca básica de electrónica. Pag: 38

<sup>10</sup> Idem

aumento de la tensión primaria permite disminuir la sección de los cables, mientras debe aumentarse el aislamiento.

Para una configuración fijada de la red se puede aumentar la tensión hasta minimizar el costo de los cables, un anterior aumento de tensión no traerá ventajas en los cables, pero, al implicar menores caídas de tensión permitirá aumentar el radio de acción de la estación primaria, aumentar la potencia de sus transformadores, y eventualmente disminuir los costos totales.

Por último de acuerdo a la carga instalada se debe seleccionar adecuadamente el valor de los breakers (Fig. 1.4).



Fig. 1.4 Breakers

### **1.1.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD QUE POSEEN LAS RESIDENCIAS.**

#### **1.1.3.1 Protección de los circuitos.**

Para la protección de la instalación se usan unos dispositivos que cortan la energía en el caso de que por ese circuito pase más energía de la estipulada, debido a un cortocircuito o a un aumento de tensión. Estos dispositivos son magneto-térmicos (automáticos) y existen con diversas capacidades.

Los circuitos más habituales de una vivienda son<sup>11</sup>:

- Circuito de alumbrado.
- Circuito para enchufes o de fuerza.

---

<sup>11</sup> Seip Gunter G. Pag: 148



- Circuitos para electrodomésticos de lavado.
- Circuitos para electrodomésticos de cocina.
- Calentador de agua.

Cada uno de estos circuitos debe ir equipado con cables de una sección acorde con la potencia de los aparatos alimentados y cada circuito debe llevar su protección.

### 1.1.3.2 Interruptores automáticos de caja moldeada (breakers.)

La protección contra sobrecorrientes está orientada para prevenir daños a conductores y aislamientos, por las corrientes excesivas que puedan circular debido a cortocircuito de fase a tierra o entre fases.

La discusión de cuál es la mejor forma de protección, si interruptores o fusibles, se ha mantenido durante largo tiempo, pero hay algunas aplicaciones en que sólo los interruptores las pueden satisfacer y otras que sólo fusibles; muchas otras en que cualquiera de los dos se pueden aplicar en forma satisfactoria. Existen ciertos casos en que la combinación fusible-interruptor puede proporcionar la protección que ninguno por separado puede dar. En las instalaciones de baja tensión (menores de 1000V), los interruptores en “caja moldeada” (Fig. 1.5) son los más usados, se pueden dividir en dos categorías: El tipo magnético y el electromagnético.



Fig. 1.5 Caja de breakers

### 1.1.3.2.1 Interruptores magnéticos (con disparo instantáneo)

Estos interruptores<sup>12</sup> pueden ser del tipo magnético sin elemento térmico, responde a valores instantáneos de corriente, producto del arranque de motores o de corriente de corto circuito a tierra. No están equipados con protección térmica. Disparan a un valor de aproximadamente tres (3) veces su capacidad en su valor de ajuste bajo, y hasta diez (10) veces en su ajuste alto. Algunos interruptores (Fig. 1.6) de disparo instantáneos tienen valores ajustables de disparo.

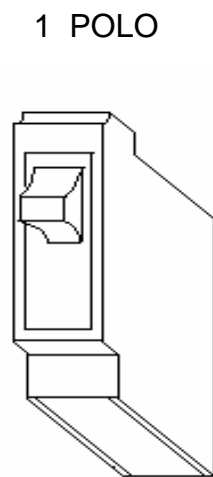


Fig.1.6 Interruptor de disparo instantáneo

Los ajustes del circuito de disparo instantáneos son modificados para permitir la corriente de arranque de motores, se usan por lo general cuando los fusibles con retardo de tiempo ajustados a cinco (5) veces la corriente nominal o el valor bajo del ajuste del interruptor a 3 veces, no soportan la corriente de arranque del motor.

Cuando se usan interruptores con disparo instantáneo, se debe proveer al motor con protección de sobrecarga para que se cubra el requisito de protección por sobrecarga del mismo. En los interruptores con circuito de disparo instantáneo,

---

<sup>12</sup> [www.extremadurassi.org/contenidos](http://www.extremadurassi.org/contenidos) docentes/electro/t6.htm

sólo se abren en forma instantánea para corto circuito entre fases o de fase a tierra. Nunca operan con elevaciones de temperatura lentas debidas a calentamientos en los devanados. En estos casos, se debe proveer una protección contra sobrecarga.

#### *1.1.3.2.2 Interruptores termomagnéticos (de tiempo inverso)*

Los interruptores de tiempo inverso<sup>13</sup> son instantáneos y térmicos. La acción térmica de estos interruptores responde al calor, por ejemplo, si el sistema de ventilación no opera en forma adecuada y el motor se calienta, entonces opera la protección térmica. Cuando ocurre un cortocircuito, entonces la acción magnética del interruptor detectará el valor instantáneo de corriente y dispara al interruptor.

Este es el tipo (Fig. 1.7) que se usa en forma más común para aplicaciones comerciales e industriales. Un interruptor de 100 A o menos, soportan unos 300% de sobrecarga por 4 segundos a 220 V. Un interruptor puede permitir una sobrecarga del 300% durante 9 segundos en 440 ó 480 voltios.

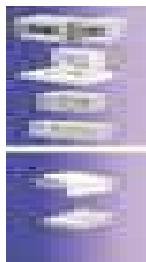


Figura 1.7 Interruptores termomagnéticos

---

<sup>13</sup> Idem

**AJUSTE DE DISPARO DE INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS  
(De tiempo inverso)**

Tamaño (Amperios)	Voltios (V)	% de Carga Soportada	Tiempo en Segundos
100	220	300%	4
100	480	300%	9
110-225	220/480	300%	35
400-500	220/480	300%	50
600	220/480	300%	40

Tabla 1.3: Ajuste de disparo de interruptores termomagnéticos.

*1.1.3.2.3 Aplicación.*

- Fuentes de iluminación.
- Centro de control.
- Centro de control de motores.

*1.1.3.2.4 Ventajas.*

- Mínimo tiempo de interrupción de servicio.
- Dispone de mecanismos de disparo libre.
- Eliminación de riesgo de alimentación monofásica.
- Facilidad para incrementar la capacidad del sistema, para futuro equipamiento (ampliaciones).
- Permite incorporar accesorios adicionales, ejemplo, cierre y apertura a distancia.
- Protección contra caídas de voltaje.
- Indicación de disparo a distancia.
- Enclavamiento eléctrico o mecánico (tableros de transferencia)

#### 1.1.3.2.5 Características.

- Característica térmica: protege sobrecargas.
- Características magnéticas: protege cortocircuitos.

#### 1.1.3.4 Fusibles

El aparato de protección<sup>14</sup> a fusible tiene por finalidad interrumpir automáticamente, mediante la fusión de una parte destinada a ello el circuito en el cual se encuentra, cuando la corriente que circula se mantiene superior a un valor determinado durante cierto tiempo. En las instalaciones eléctricas se pueden presentar corrientes que sean mayores que los valores nominales de operación de los equipos. Estas sobrecorrientes pueden ocurrir básicamente por dos causas: sobrecargas y cortocircuitos. Para proteger a los equipos y a las instalaciones contra cortocircuitos, se usan dispositivos que los detectan, tal es el caso de los fusibles usados en instalaciones residenciales, industriales o comerciales.

Actualmente los fusibles (Fig. 1.8) se siguen utilizando para proporcionar protección a las duchas eléctricas, pero también para proteger motores con altas corrientes, o bien dispositivos electrónicos de estado sólido que manejan valores de corriente muy bajas. El elemento fusible ideal debe poseer baja conductividad, poca masa para reducir el tiempo de calentamiento y un punto muy alto definido de fusión.



Figura 1.8 Fusibles

---

<sup>14</sup> Idem

### 1.1.3.5 Puesta a tierra del neutro

La aislación del neutro de la red (Fig. 1.9), su conexión a tierra directa, por medio de una impedancia (resistencia o reactancia), constituye una cuestión que debe ser examinada bajo distintos puntos de vista, y que permite llegar a distintas soluciones según el criterio que se fije. Cuando en un sistema trifásico se produce una falla a tierra de una fase, se presentan tensiones y corrientes de falla que para su estudio se descomponen en componentes simétricas. En los sistemas con neutro aislado, el potencial de los distintos puntos del sistema respecto de tierra no está definido.

En rigor el sistema tiene cierta capacitancia respecto de los cuerpos que lo rodean, y en consecuencia el potencial quedará definido de esta manera, si aparece, por ejemplo, un cuerpo cargado, una nube sobre una línea aérea, el potencial de esta última variará.

El sistema está conectado a tierra a través de capacidades, sin embargo se denomina sistema con neutro aislado, ya que no tiene una conexión a tierra intencional.

La corriente de falla está limitada por las impedancias de las capacidades equivalentes, y eventualmente la resistencia de la falla, esta corriente es independiente (prácticamente) del punto en que ocurre la falla. El punto de falla, si está conectado a tierra a través de cierta resistencia, asume una tensión que no debe alcanzar valores peligrosos, es importante entonces que las conexiones a tierra sean de baja impedancia y seguras para que no presenten peligro.

En un sistema con neutro aislado, la aparición de una falla no afecta la operación, pero pone al sistema en una condición muy riesgosa ya que la segunda falla creará una condición de cortocircuito bifásico, con corriente de falla elevada y que puede afectar distintas líneas. El tiempo de funcionamiento de un sistema con neutro aislado en condiciones de falla debe ser limitado, para minimizar riesgos.

En la práctica las desventajas de los sistemas con neutro aislado son tales, que sólo se utilizan en redes de distribución de pequeña magnitud.

Si se utiliza este sistema se debe<sup>15</sup>:

- Tener un seguro aviso de falla.
- No funcionar en falla más de cierto tiempo.
- Tener puestas a tierra seguras, que en caso de fallas no presenten tensiones peligrosas.
- Máxima eficiencia en el mantenimiento.

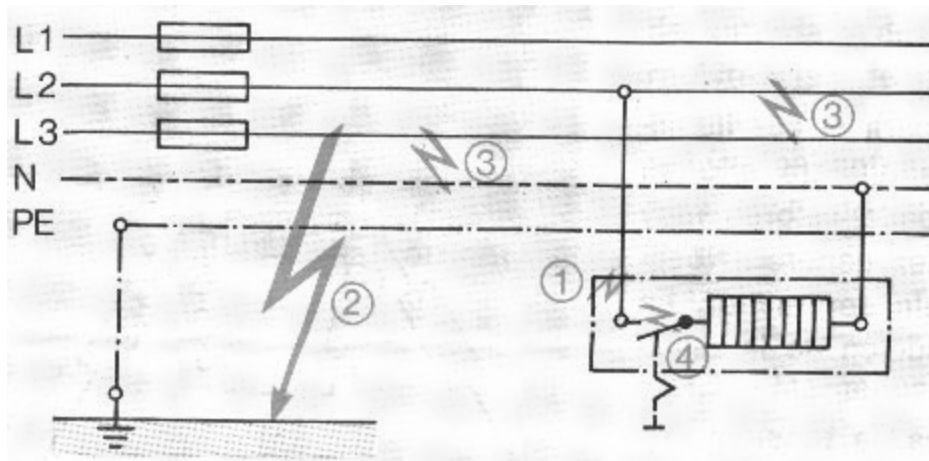


Fig. 1.9 Puesta a tierra

El caso extremo opuesto del neutro aislado es conectar el neutro a tierra rígidamente (a través de una impedancia nula), las corrientes de falla dependen del sistema y del punto de falla. Las corrientes de falla son relativamente elevadas, en las tensiones de falla para que no sean peligrosas exigen impedancias de las conexiones a tierra muy bajas. El sistema no puede funcionar con falla, y la corriente de falla se utiliza como orden de actuación de las protecciones, y se aísla la falla.

<sup>15</sup> Idem

Si se utiliza este sistema se debe<sup>16</sup>:

- Eliminar rápidamente la falla.
- Controlar las tensiones peligrosas en caso de falla.

En los sistemas con corrientes de falla elevadas se presenta el inconveniente de que deben realizarse ciclos de mantenimiento frecuentes sobre los aparatos, y en especial los interruptores.

Es conveniente entonces tratar de limitar de alguna manera las corrientes de falla, y en especial las que tienen mayores probabilidades de ocurrencia, fallas monofásicas a tierra, para esto se conecta el neutro a tierra a través de una impedancia (resistencia o reactancia). La limitación de la corriente de falla monofásica es necesaria también para evitar solicitaciones dañinas en los generadores, e interferencias en las redes de comunicación.

Cualquier punto del sistema puede ser conectado a tierra, sin embargo como en caso de falla, parte de la red se separa, la puesta a tierra debe estar siempre del lado de alimentación para que no se presenten situaciones con neutro aislado. La conexión del neutro a tierra también tiene influencia en la sollicitación de la aislación de los elementos de la red, y en particular los descargadores.

Para un punto de la red, y para un esquema dado de la red, en caso de falla a tierra, de una fase (o más) en un punto cualquiera de la red, se presenta cierta tensión (excluido el período transitorio) entre fase y tierra.

En los sistemas de tensión nominal mayor de 100 kv. Se utilizan distintos niveles de aislación según se tenga el neutro a tierra o no. Por esta razón, para reducir el nivel de aislación, o al menos las sollicitaciones, se prefiere realizar los sistemas con el neutro a tierra (Fig. 1.10).

---

<sup>16</sup> Idem



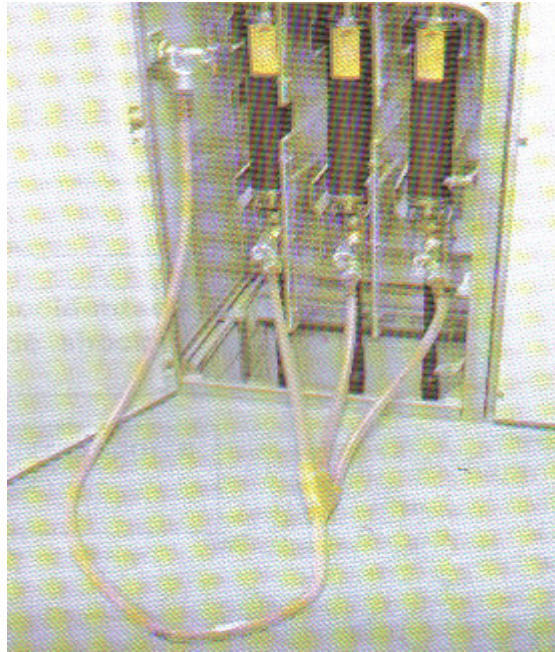


Fig. 1.10 Puesta a tierra

En cambio, en tensiones medias no existen casi ventajas económicas en la aislación (solo se tienen para los descargadores) y en consecuencia se prefiere limitar las corrientes de falla, manteniéndolas suficientemente elevadas para lograr una buena coordinación de las protecciones, y en general se hacen instalaciones con resistores de puesta a tierra.

En bajas tensiones las dificultades de detección de fallas homopolares, hacen que sean necesarias corrientes de falla en las fases de valor elevado, entonces la puesta a tierra del sistema nuevamente se hace rígida.

A modo de resumen puede decirse lo siguiente:

La conexión a tierra sólida<sup>17</sup>:

- Reduce las sobretensiones transitorias y temporarias.
- Protege de sobretensiones impulsivas.
- Permite fácil selectividad frente a fallas a tierra.
- Permite seguridad de servicio.

---

<sup>17</sup> Idem

- La magnitud de la corriente de falla es elevada.
- Dificulta la ubicación de la falla.
- Las maniobras generan elevadas sobretensiones en particular cuando hay fallas monofásicas.

## 1.2 SISTEMAS DE VOLTAJE.

### 1.2.1 SISTEMA MONOFÁSICO.

Un sistema monofásico<sup>18</sup> se obtiene de un sistema trifásico, del cual se toma una de las fases de un sistema trifásico en estrella y el neutro, obteniendo así un voltaje de 120V para la alimentación de la residencia. La alimentación de electricidad para una vivienda está controlada por un contador (Fig. 1.11) de la compañía eléctrica situado en el exterior de la vivienda, siendo la compañía la responsable de la instalación.



Fig. 1.11 Tipos de medidores eléctricos.

---

<sup>18</sup> [www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm](http://www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm)

En el interior de la vivienda se instala un interruptor de control de potencia (ICP), calibrados según la potencia contratada y protegido para evitar su manipulación. Ambos elementos contador e interruptor, son propiedad de la compañía eléctrica, en ningún caso en particular puede intervenir directamente sobre ellos. Los conductores de fase son los que llevan la energía eléctrica y el conductor neutro, es el encargado de recoger esta energía. Todo circuito lleva por tanto un conductor de fase para reparto de energía y un conductor neutro para su retorno.

## 1.2.2 SISTEMA TRIFÁSICO.

### 1.2.2.1 ¿Qué es un sistema trifásico?

La estructura básica de un sistema trifásico<sup>19</sup> consiste en una fuente trifásica de voltaje conectada a una carga trifásica a través de líneas de transmisión. Estos sistemas (Fig. 1.12) son ampliamente utilizados (por razones técnicas y económicas) en la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.

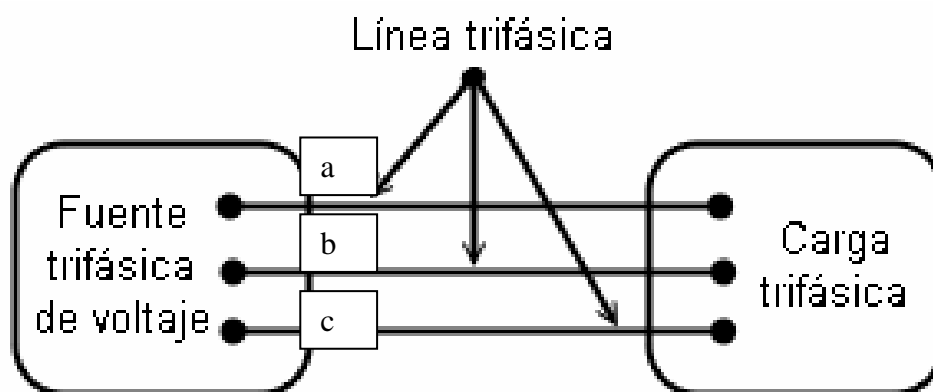


Fig 1.12 Sistema trifásico.

Observaciones:

Se denomina líneas a los conductores (a, b, c), que unen a la fuente con la carga. Nuestro análisis se limita a los sistemas en estado estacionario sinusoidal.

### 1.2.2.2 ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un generador trifásico?

El generador (Fig. 1.13) de fase única (monofásico) desarrolla un voltaje sinusoidal único por cada rotación del eje. Si se incrementa en dos la cantidad de bobinas obtenemos un generador trifásico. Debido a que las tres bobinas tienen igual cantidad de vueltas y cada bobina gira con la misma velocidad angular, el voltaje inducido a través de cada bobina presenta el mismo valor pico, la misma forma de onda y la misma frecuencia. Además, los devanados de fase (bobinas) se diseñan de manera que los voltajes sinusoidales inducidos en ellos estén desfasados en  $120^\circ$ .

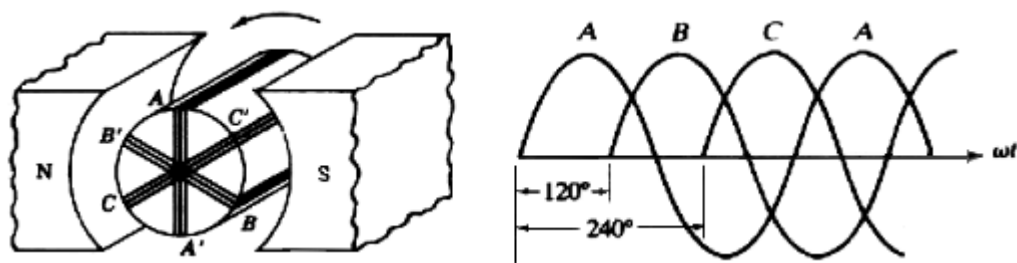


Fig 1.13a Generador trifásico.

Observaciones:

- Cuando el conjunto de voltajes trifásicos presenta la misma amplitud y frecuencia, pero están desfasados entre ellos  $120^\circ$ , se dice que es una fuente equilibrada o balanceada. En estos casos la suma de las tres tensiones de fase es igual a cero.

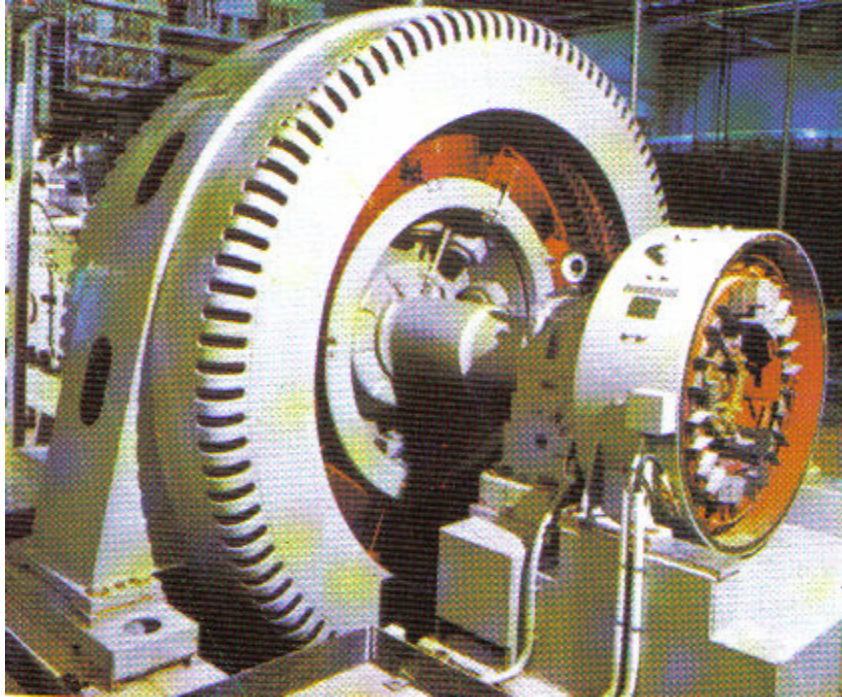


Fig. 1.13b Generador trifásico

### 1.2.2.3 ¿Qué tipos de secuencias existen?

Si la tensión en la bobina A alcanza el máximo en primer término, luego lo alcanza B y después C, nos encontramos ante una secuencia de fases ABC (positiva) (Fig.1.14). Esta secuencia es evidente a partir del diagrama fasorial con su rotación en sentido, ya que los fasores pasarán por un punto fijo en el orden A-B-C-A-B-C.....

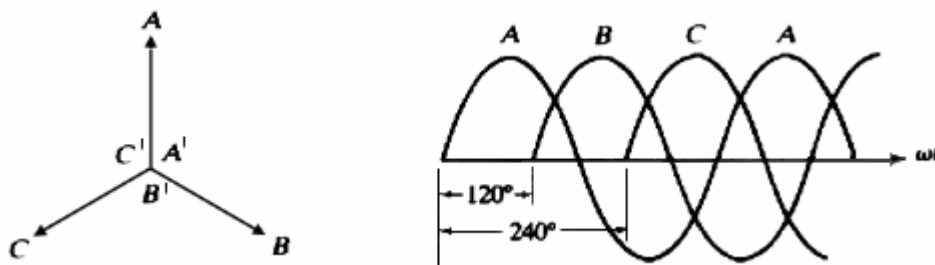


Fig 1.14 Secuencia Positiva.

La rotación de las bobinas en sentido opuesto da lugar a la secuencia CBA o ACB (negativa). A continuación se observa el nuevo diagrama fasorial y la secuencia que provoca con su rotación en sentido antihorario (Fig. 1.15):

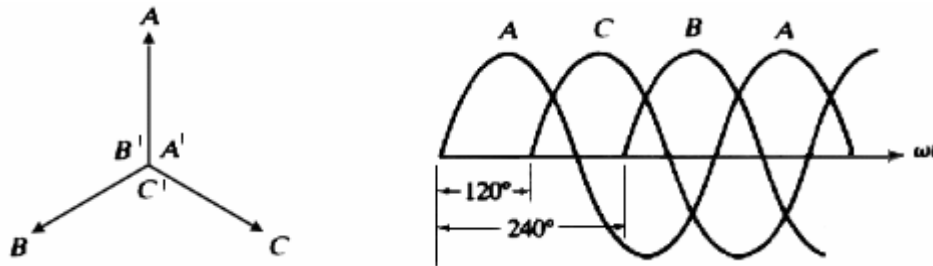


Fig. 1.15 Secuencia Negativa.

#### 1.2.2.4 ¿Qué tipos de conexiones existen?

Tanto para el generador como para la carga, existen dos tipos de conexiones: en triángulo y en estrella, por lo tanto el sistema trifásico puede adoptar cuatro configuraciones distintas<sup>20</sup>:

- Fuente conectada en triángulo, y carga conectada en triángulo.
- Fuente conectada en triángulo, y carga conectada en estrella.
- Fuente conectada en estrella, y carga conectada en estrella.
- Fuente conectada en estrella, y carga conectada en triángulo.

En las siguientes figuras se observa la fuente trifásica en sus dos posibles disposiciones:

<sup>20</sup> Idem

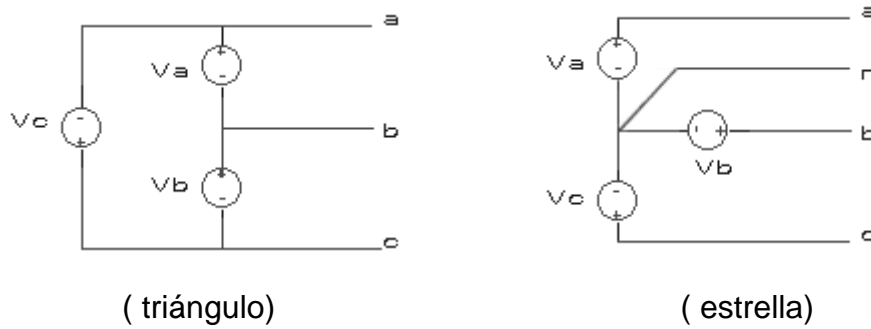


Fig 1.16 Disposiciones de la Fuente trifásica.

En las siguientes figuras se observa la carga trifásica en sus dos posibles disposiciones:

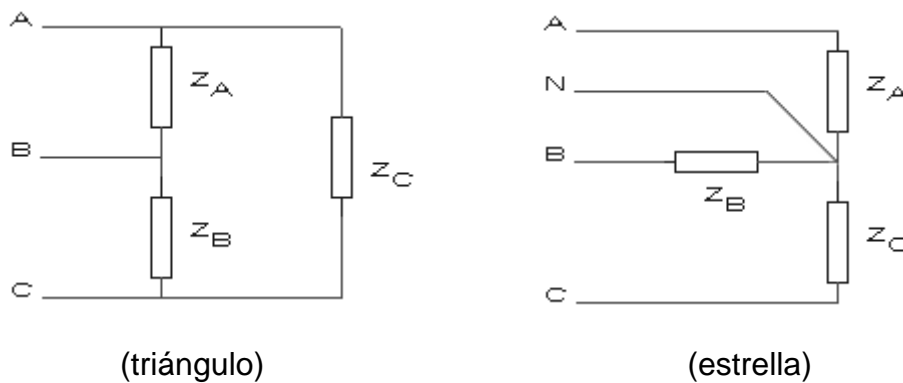


Fig 1.17 Disposiciones de la Carga Trifásica.

Observaciones:

- En la conexión estrella existe un cuarto conductor que se denomina neutro. La diferencia de tensión entre el neutro de la carga y el neutro del generador es cero para circuitos trifásicos equilibrados.
- Si  $Z_A=Z_B=Z_C$ , se dice que es una carga balanceada o equilibrada.
- La corriente de línea es la que circula por los conductores.
- La tensión de línea es la que existe entre dos conductores.

- La corriente o tensión de fase es la correspondiente a cada elemento del sistema.
- En la conexión estrella, la corriente de fase coincide con la corriente de línea.
- En la conexión triángulo, la tensión de fase coincide con la tensión de línea.
- En un sistema real hay que considerar las impedancias asociadas a los devanados y conductores.

Ejemplo: sistema trifásico real en configuración estrella-estrella.

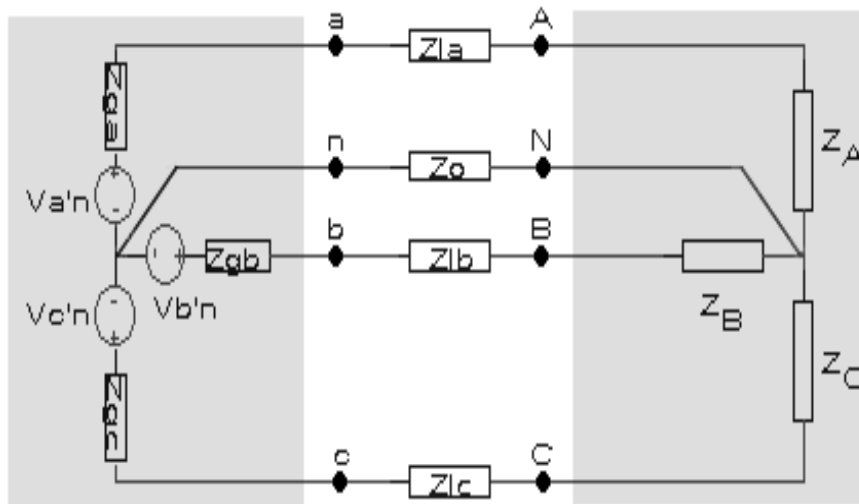


Fig. 1.18 Sistema Trifásico.

Donde:

$V_{x'n}$  = fuente de voltaje por fase.

$Z_{gx}$  = impedancia interna del devanado de la fuente de cada fase.

$Z_{lx}$  = impedancia de línea.

$Z_o$  = impedancia del neutro.

$Z_x$  = impedancia de carga por fase.



### 1.2.2.5 ¿Cómo se obtiene el circuito equivalente monofásico?

El circuito equivalente monofásico está formado por una fase del circuito trifásico de cuatro conductores, conectado en estrella, con una tensión que tiene el módulo de la tensión de fase y un ángulo de fase nulo. La corriente de línea calculada para este circuito tiene un ángulo de fase respecto del ángulo cero de la tensión.

Por lo tanto, las intensidades reales de línea  $I_{aA}$ ,  $I_{bB}$  e  $I_{cC}$  tendrán un desfase, en adelanto o en retraso, respecto de las correspondientes tensiones de fase.

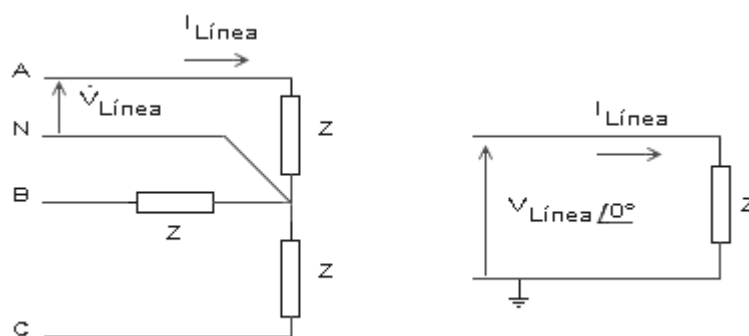


Fig 1.19 Intensidades de línea<sup>22</sup>.

### 1.2.3 ENERGÍA ELÉCTRICA EN RESIDENCIAS.-

Las Compañías Eléctricas entregan generalmente a los hogares dos fases de un sistema trifásico y el neutro, que en la actualidad dicho neutro es instalado a tierra por la misma Compañía.

Entre los sistemas requeridos por los usuarios están:

#### 1.2.3.1 Una fase y el neutro.

Las características de este sistema son que su voltaje eficaz sea de 120v, y su frecuencia será igual a 60 Hz (Fig. 1.20), por tanto su señal sinusoidal será:

<sup>22</sup> Gussow Milton. Pag: 193

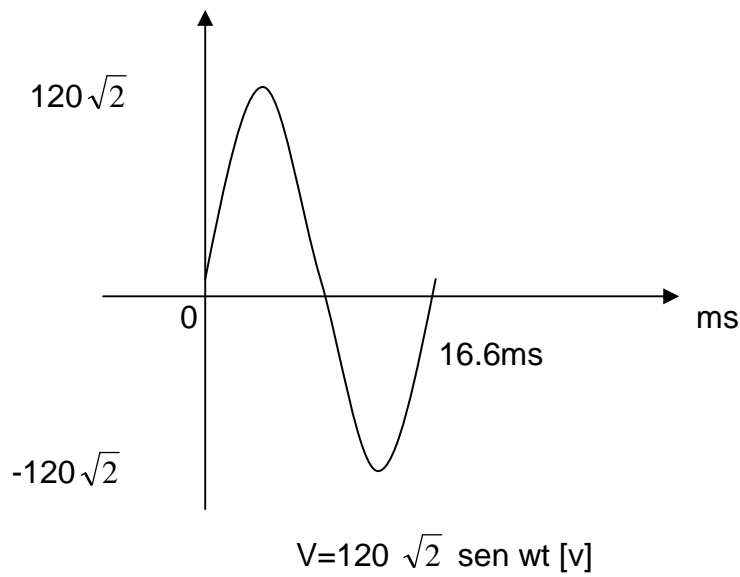


Fig. 1.20 Voltaje fase - neutro

### 1.2.3.2 Dos fases de un sistema trifásico.

Las características de este sistema son que su voltaje eficaz sea igual a 120 voltios por raíz de tres el mismo que será igual a 208v, y su frecuencia será igual a 60 Hz, por tanto su señal sinusoidal será (Fig. 1.21):

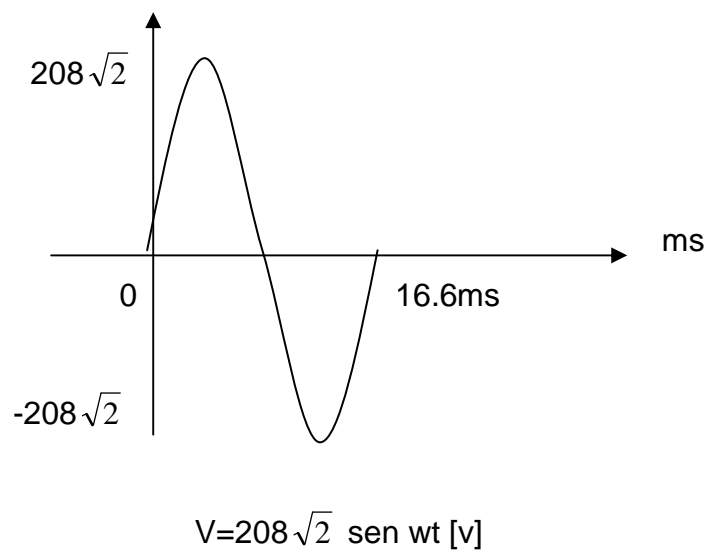


Fig. 1.21 Voltaje entre fases

### **1.2.3.3 Mediciones por las compañías de electricidad.-**

La facturación<sup>23</sup> a los consumidores de las zonas urbanas o de densidad demográfica alta y media se efectuarán obligatoriamente en función de lecturas directas a los medidores. Solo serán admisibles facturaciones basadas en estimaciones, para los casos del sector rural que no disponga de medidores y los de excepciones determinadas en la ley orgánica de defensa del consumidor, para los cuales el distribuidor se sujetará a lo establecido en dicha ley.

En cuanto al restablecimiento del servicio suspendido por falta de pago, mide el tiempo en horas en el que el distribuidor debe restablecer el servicio suspendido por falta de pago, a partir que el consumidor haya cancelado su deuda.

Por último, es obligación de las Compañías Eléctricas hacer llegar la energía desde las redes de distribución, a través de un transformador y mediante la acometida a un equipo de medición del consumo de potencia, conocido como “el medidor”.

## **1.3 DISPOSITIVOS ELECTRONICOS**

### **1.3.1 MICROCONTROLADORES**

#### **1.3.1.1 Generalidades.**

Un microcontrolador es un microprocesador optimizado para controlar equipos electrónicos. Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de ordenadores vendidos, Mientras se pueden tener uno o dos microprocesadores de propósito general en casa, generalmente se tiene distribuido entre los electrodomésticos de su hogar una o dos docenas de microcontroladores. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo eléctrico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

---

<sup>23</sup> [www.conelec.gov.ec/legislacion/legal/regulaciones/rg\\_cs.htm](http://www.conelec.gov.ec/legislacion/legal/regulaciones/rg_cs.htm)

Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en un ordenador en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. La idea es que el chip se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips.

Por ejemplo, un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM, significando que para hacerlo funcionar, todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización. Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, y buses de interfaz serie especializados. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados. Los modernos microcontroladores frecuentemente incluyen un lenguaje de programación integrado, como el BASIC que se utiliza bastante con este propósito.

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

Los microcontroladores más comunes en uso son:

Atmel, Hitachi, Holtek, Intel, Microchip, Motorola, Texas Instruments.

### **1.3.1.2 Aplicaciones.**

El microcontrolador tiene múltiples aplicaciones como por ejemplo: en electrodomésticos de línea blanca que pueden ser lavadoras, hornos, lavavajilla, y de línea marrón como por ejemplo televisores, videos, aparatos musicales. Estos artefactos ya tienen incorporados numerosos microcontroladores al igual que los sistemas de supervisión, vigilancia, aire acondicionado, alarmas de incendio,

alarmas en edificios ect. Es aplicable también en la climatización, la seguridad y los frenos ABS.

### **1.3.1.3 Microcontrolador PIC16F628A**

Estos microcontroladores son especiales, ya que en su interior cuentan con numerosos dispositivos electrónicos que nos servirán para muchos trabajos especiales como se indicó anteriormente.

En los anexos A y B se proporcionan los datos de funcionamiento de cada uno de éstos microcontroladores.<sup>24</sup>

## **1.3.2 OPTOACOPLADOR**

Un optoacoplador (Fig. 1.22), también llamado optoaislador o acoplador óptico, es un componente electrónico formado por la unión de un diodo LED y un fototransistor acoplados a través de un medio conductor de luz y encapsulados en una cápsula cerrada y opaca a la luz.

Cuanta mayor corriente eléctrica atraviese al fotodiodo, mayor será la cantidad de fotones emitidos y, por tanto, mayor será la corriente eléctrica que recorra el fototransistor. Se trata de una manera de transmitir una señal de un circuito eléctrico a otro. Obsérvese que no existe comunicación eléctrica entre los dos circuitos, es decir existe un trasiego de información pero no existe una conexión eléctrica, la conexión es óptica.

### **1.3.2.1 Aplicaciones**

Las aplicaciones de un optoacoplador son variadas y dependen del fabricante. Una de las más importantes es el aislamiento eléctrico entre circuitos.

---

<sup>24</sup> [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

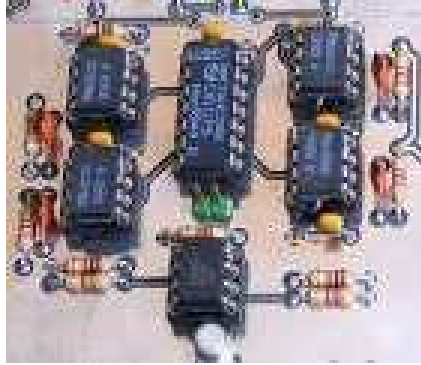


Fig. 1.22 Optoacoplador

### 1.3.3 TRIAC

Es un dispositivo electrónico<sup>25</sup> que puede conducir en los dos sentidos (bidireccional), se puede considerar como dos SCR conectados en antiparalelo con las compuertas conectadas en un punto común.

Este dispositivo esta constituido por dos terminales MT2 (ánodo 2), MT1 (ánodo 1) mas el terminal de la compuerta (Fig.1.23). Se lo utiliza cuando sobre una carga se requiere de señales alternas.

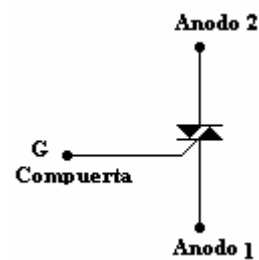


Fig. 1.23 Tríac

<sup>25</sup> [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

### 1.3.4 DIODO LED

Un diodo LED<sup>26</sup>, acrónimo inglés de **L**ight-**E**mitting **D**iode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite luz policromática (Fig.1.24), es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en directa y es atravesado por la corriente eléctrica. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo, recibiendo éstos últimos la denominación de diodos IRED (**I**nfra-**R**ed **E**mitting **D**iode).

El funcionamiento físico consiste en que, un electrón pasa de la banda de conducción a la de valencia, perdiendo energía. Esta energía se manifiesta en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria.

#### 1.3.4.1 Tecnología Led/Oled

En corriente continua (DC), todos los diodos<sup>27</sup> emiten una cierta cantidad de radiación cuando los pares electrón-hueco se recombinan, es decir, cuando los electrones caen desde la banda de conducción (de mayor energía) a la banda de valencia (de menor energía). Indudablemente, la frecuencia de la radiación emitida y, por ende, su color, dependerá de la altura de la banda prohibida (diferencias de energía entre las bandas de conducción y valencia), es decir, de los materiales empleados. Los diodos convencionales, de silicio o germanio, emiten radiación infrarroja muy alejada del espectro visible. Sin embargo, con materiales especiales pueden conseguirse longitudes de onda visibles. Los diodos LED, además tienen geometrías especiales para evitar que la radiación emitida sea reabsorbida por el material circundante del propio diodo, lo que sucede en los convencionales.

<sup>26</sup> [www.teoria.triac\Microcontrolador\led\optoacopladores-Wikipedia,la enciclopedia libre.htm](http://www.teoria.triac\Microcontrolador\led\optoacopladores-Wikipedia,la enciclopedia libre.htm)

<sup>27</sup> Ídem

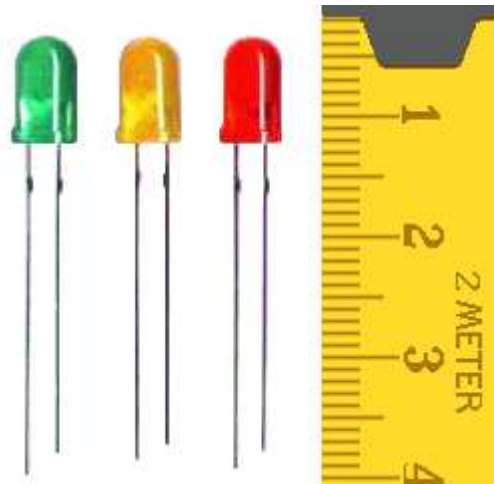


Fig.1.24 Diodo led

#### 1.3.4.2 Aplicaciones

Los diodos infrarrojos <sup>28</sup> (IRED) se emplean desde mediados del siglo XX en mandos a distancia de televisores, habiéndose generalizado su uso en otros electrodomésticos como equipos de aire acondicionado, equipos de música, etc. y en general para aplicaciones de control remoto, así como en dispositivos detectores.

Los diodos LED se emplean con profusión en todo tipo de indicadores de estado (encendido/apagado) en dispositivos de señalización (de tráfico, de emergencia, etc.) y en paneles informativos. También se emplean en el alumbrado de pantallas de cristal líquido de teléfonos móviles, calculadoras, agendas electrónicas, etc., así como en bicicletas y usos similares. Existen además impresoras LED.

El uso de lámparas LED en el ámbito de la iluminación (incluyendo la señalización de tráfico) es previsible que se incremente en el futuro, ya que aunque sus prestaciones son intermedias entre la lámpara incandescente y la lámpara fluorescente, presenta indudables ventajas, particularmente su larga vida útil, su

<sup>28</sup> Idem



menor fragilidad y la menor disipación de energía, además de que, para el mismo rendimiento luminoso, producen la luz de color, mientras que los hasta ahora utilizados, tienen un filtro, lo que reduce notablemente su rendimiento.

### 1.3.5 LCD

Se trata de un sistema eléctrico de presentación de datos formado por 2 capas conductoras transparentes y en medio un material especial cristalino (cristal líquido) que tienen la capacidad de orientar la luz a su paso.

LCD (Liquid Crystal Display) son las siglas en inglés de Pantalla de Cristal Líquido, dispositivo inventado por Jack Janning, quien fue empleado de NCR.

Cuando la corriente circula entre los electrodos transparentes con la forma a representar (por ejemplo, un segmento de un número) el material cristalino se reorienta alterando su transparencia.

El material base de un LCD<sup>29</sup> lo constituye el cristal líquido, el cual exhibe un comportamiento similar al de los líquidos y unas propiedades físicas similares a las de los sólidos cristalinos. Las moléculas de cristal líquido poseen una forma alargada y son más o menos paralelas entre sí en la fase cristalina. Según la disposición molecular y su ordenamiento, se clasifican en tres tipos: nemáticos, esméticos y colestéricos. La mayoría de cristales responden con facilidad a los campos eléctricos, exhibiendo distintas propiedades ópticas en presencia o ausencia del campo. El tipo más común de visualizador LCD es, con mucho, el denominado nemático de torsión, término que indica que sus moléculas en su estado desactivado presentan una disposición en espiral. La polarización o no de la luz que circula por el interior de la estructura, mediante la aplicación o no de un campo eléctrico exterior, permite la activación de una serie de segmentos transparentes, los cuales rodean al cristal líquido. Según sus características ópticas, pueden también clasificarse como: reflectivos, transmisivos y transreflectivos.

29 Idem

### 1.3.5.1 Aplicaciones

Las pantallas LCD se encuentran en multitud de dispositivos industriales y de consumo: máquinas expendedoras, electrodomésticos, equipos de telecomunicaciones, computadoras, etc. Todos estos dispositivos utilizan pantallas fabricadas por terceros de una manera más o menos estandarizada. Cada LCD se compone de una pequeña placa integrada que consta de:

- La propia pantalla LCD.
- Un microchip controlador.
- Una pequeña memoria que contiene una tabla de caracteres.
- Un interfaz de contactos eléctricos, para conexión externa.
- Opcionalmente, una luz trasera para iluminar la pantalla.

El controlador simplifica el uso del LCD proporcionando una serie de funciones básicas que se invocan mediante el interfaz eléctrico, destacando:

- La escritura de caracteres en la pantalla.
- El posicionado de un cursor parpadeante, si se desea.
- El desplazamiento horizontal de los caracteres de la pantalla.

La memoria implementa un mapa de bits para cada carácter de un juego de caracteres, es decir, cada octeto de esta memoria describe los puntitos o píxel que deben iluminarse para representar un carácter en la pantalla. Generalmente, se pueden definir caracteres a medida modificando el contenido de esta memoria. Así, es posible mostrar símbolos que no están originalmente contemplados en el juego de caracteres.

Las pantallas LCD gráficas (Fig.1.25) permiten encender y apagar individualmente píxel de la pantalla. De esta manera es posible mostrar gráficos en blanco y negro. Los tamaños también están estandarizados y se miden en filas y columnas de píxel. Algunos tamaños típicos son 128x64 y 96x60. Naturalmente, algunos controladores también permiten la escritura de texto de manera sencilla.

Estas pantallas son más caras y complejas de utilizar. Existen pocas aplicaciones donde no baste con un LCD de texto. Se suelen utilizar, por ejemplo, en ecualizadores gráficos.



Fig. 1.25 Pantalla LCD

## 1.3.6 CRISTAL DE CUARZO

### 1.3.6.1 Aplicaciones

El cristal de cuarzo (Fig. 1.26) es utilizado como componente de control de la frecuencia de circuitos osciladores convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica. Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico".

La piezo-electricidad es electricidad creada por una presión mecánica. En un material piezoeléctrico, al aplicar una presión mecánica sobre un eje, dará como consecuencia la creación de una carga eléctrica a lo largo de un eje ubicado en un ángulo recto respecto al de la aplicación de la presión mecánica.

En algunos materiales, se encuentra que aplicando un campo eléctrico según un eje, produce una deformación mecánica según otro eje ubicado a un ángulo recto respecto al primero. Por las propiedades mecánicas, eléctricas, y químicas, el cuarzo es el material más apropiado para fabricar dispositivos con frecuencia bien controlada.

La siguiente figura muestra la ubicación de elementos específicos dentro de una piedra de cuarzo.

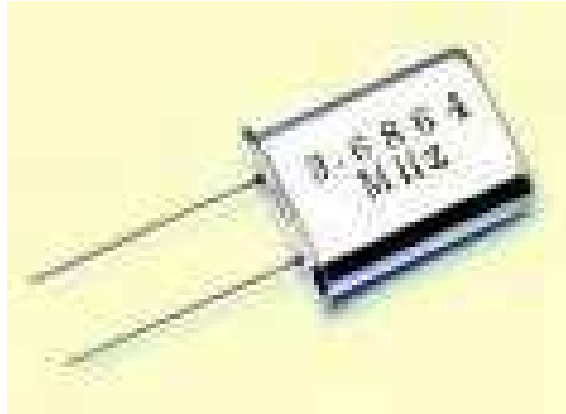


Fig. 1.26 Cristal de cuarzo

## **CAPITULO 2: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO**

### **2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL EQUIPO.**

Como se observa en la figura 2.1, consta de una fuente de alimentación para todo el circuito, la alimentación de energía eléctrica entra a una etapa que se denomina Unidad de Control de Proceso (UCP), a la etapa de detectores y regulador de voltaje de entrada y a la carga. La etapa UCP es la que analizará los valores de voltaje para luego encaminarlas al visualizador LCD el cual mostrará los voltajes de entrada y el voltaje que existe en la carga, además esta señal se trasladará a la Unidad de control de la carga (UCC) la cual está compuesta por un Optoacoplador MCO3031 y un Triac BT148.

La etapa UCP, como se mencionó anteriormente, se diseño para analizar los voltajes de entrada, esto es, si el voltaje es menor a 105V se interrumpirá el paso de energía al electrodoméstico, por lo tanto se encenderá el led de color amarillo indicando un bajo voltaje en la entrada. Si el voltaje de entrada está entre 106V y 125V, el equipo permitirá el paso de energía al electrodoméstico, en este caso se encenderá el led de color verde indicando un voltaje normal en la carga, y si el voltaje de entrada sobrepasa los 126V, la UCP enviará una señal a la UCC para que ésta maneje los ángulos de disparo del triac y empiece a rectificar para proporsionar energía que esté dentro de los rangos establecidos, entonces se encenderá el led de color rojo indicando un valor de voltaje alto en la entrada.

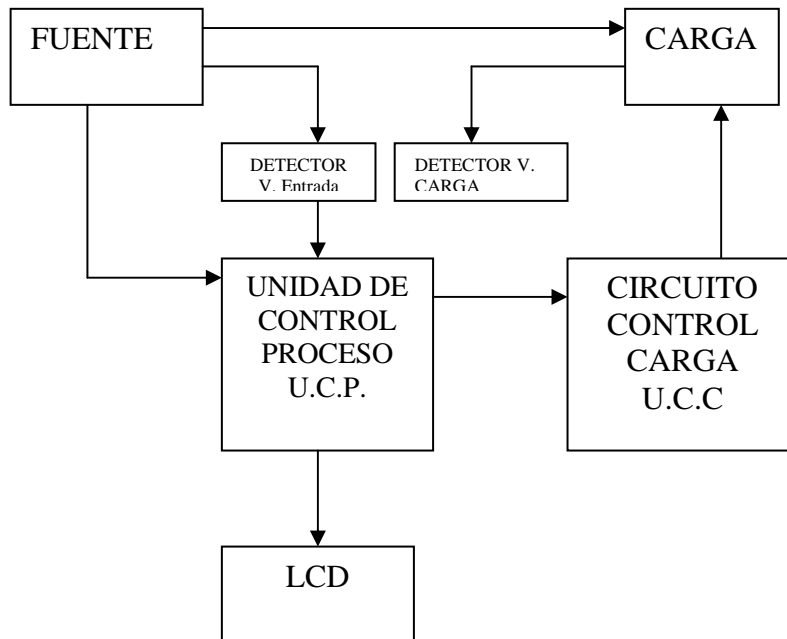


Fig. 2.1. Diagrama de bloques del equipo.

## 2.2 DISEÑO POR BLOQUES.

El equipo consta de las siguientes etapas.

### 2.2.1 ETAPA DE CONTROL DE PROCESO.

Esta etapa se visualiza en la figura 2.2, está compuesta de un Microcontrolador (PIC16F870P), el cual realizará todas las operaciones ya sea de visualización LCD del voltaje de entrada o del voltaje de salida y la visualización en los LEDS cuando el voltaje de entrada sea bajo, normal o alto en la carga. También es el que envía los datos de control al Microcontrolador PIC16F628A el cual manejará los ángulos de disparo del Triac. Para dicho análisis se necesita de una señal de reloj que está dada por el cristal de cuarzo de 11MHZ. (ANEXO A)

El PIC 16F870P tiene adicionalmente un RESET para reiniciarlo y un pulsador MODE que sirve para seleccionar la opción que se desea visualizar en la pantalla que puede ser el VIN o el VOUT; a su vez posee salidas que encenderán leds de color amarillo indicando un voltaje bajo, de color verde indicando un voltaje normal y de color rojo indicando un voltaje alto en la carga.

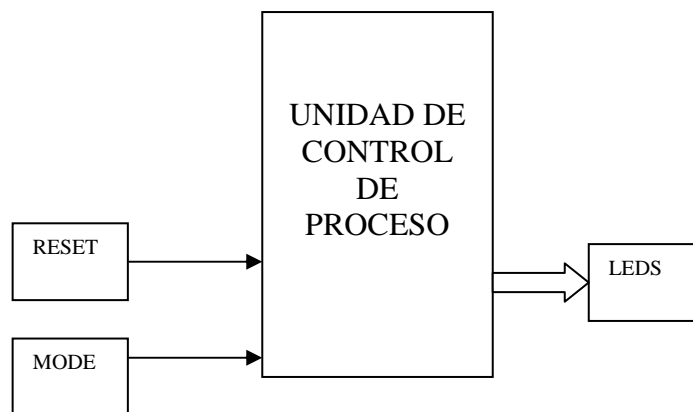


Figura 2.2. Unidad de Control de Proceso.

### 2.2.1.1 Interconexión del PIC16F870P

En la fig. 2.3. se indica el diagrama circuital de las conexiones respectivas de microcontrolador PIC16F870P, los valores de resistencias, capacitores están dadas por el fabricante. (ANEXO A)





```

#define      OSC          4
#define      LCD_DREG     PORTC
#define      LCD_DBIT     4
#define      LCD_RSREG   PORTC
#define      LCD_RSBIT   3
#define      LCD_EREG    PORTC
#define      LCD_EBIT    2
#define      LCD_BITS    4
#define      LCD_LINES   2
#define      ADC_BITS    10
#define      ADC_CLOCK   3
#define      ADC_SAMPLEUS 50

```

```

RAM_START      EQU 00020h
RAM_END        EQU 000BFh
RAM_BANKS      EQU 00002h
BANK0_START   EQU 00020h
BANK0_END     EQU 0007Fh
BANK1_START   EQU 000A0h
BANK1_END     EQU 000BFh
EEPROM_START  EQU 02100h
EEPROM_END    EQU 0213Fh

```

```

R0      EQU RAM_START + 000h
R1      EQU RAM_START + 002h
R2      EQU RAM_START + 004h
R3      EQU RAM_START + 006h
R4      EQU RAM_START + 008h
R5      EQU RAM_START + 00Ah
R6      EQU RAM_START + 00Ch
R7      EQU RAM_START + 00Eh
R8      EQU RAM_START + 010h
T1      EQU RAM_START + 012h
T2      EQU RAM_START + 014h
FLAGS   EQU RAM_START + 016h
GOP     EQU RAM_START + 017h
RM1     EQU RAM_START + 018h
RM2     EQU RAM_START + 019h
RR1     EQU RAM_START + 01Ah
RR2     EQU RAM_START + 01Bh
_adval  EQU RAM_START + 01Ch
_adval1 EQU RAM_START + 01Eh
_resultado EQU RAM_START + 020h
_resultado1 EQU RAM_START + 022h
_display EQU RAM_START + 024h
_puntero EQU RAM_START + 025h
_PORTL  EQU PORTB
_PORTH  EQU PORTC
_TRISL  EQU TRISB

```

```

_TRISH          EQU  TRISC
_datos          EQU  PORTB
#define _bajo    _PORTB_0
#define _alto    _PORTB_2
#define _normal  _PORTB_1
#define _mas     _PORTB_3
#define _menos   _PORTB_4
#define _pulzador _PORTC_0
#define _triac   _PORTC_1
#define _PORTB_0 PORTB, 000h
#define _PORTB_2 PORTB, 002h
#define _PORTB_1 PORTB, 001h
#define _PORTB_3 PORTB, 003h
#define _PORTB_4 PORTB, 004h
#define _PORTC_0 PORTC, 000h
#define _PORTC_1 PORTC, 001h
    INCLUDE "VOLTEN~1.MAC"
    INCLUDE "PBPPIC14.LIB"

MOVE?CB 000h, TRISB
MOVE?CB 001h, TRISC
MOVE?CB 0FFh, TRISA
MOVE?CB 082h, ADCON1
MOVE?CB 000h, PORTB
MOVE?CB 0FFh, PORTC
MOVE?CB 000h, _puntero
MOVE?CB 000h, _display
PAUSE?C 001F4h

LABEL?L  _inicio
GOSUB?L  _leentrada
GOSUB?L  _leesalida
GOSUB?L  _mode
GOSUB?L  _sino
GOSUB?L  _comparacion
PAUSE?C 005h
GOTO?L   _inicio

LABEL?L  _leentrada
ADCIN?CW 000h, _adval
MULMID?WCW  _adval, 005DCh, T1
SHIFTR?WCW  T1, 002h, _resultado
DIV?WCW  _resultado, 00Ah, _resultado
MULMID?WCW  _adval, 005DCh, T1
SHIFTR?WCW  T1, 002h, _adval
RETURN?

LABEL?L  _leesalida
ADCIN?CW 001h, _adval1

```

```

MULMID?WCW    _adval1, 005DCh, T1
SHIFTR?WCW    T1, 002h, _resultado1
DIV?WCW       _resultado1, 00Ah, _resultado1
MULMID?WCW    _adval1, 005DCh, T1
SHIFTR?WCW    T1, 002h, _adval1
RETURN?

LABEL?L       _comparacion
CMPGE?WCL     _resultado, 069h, L00001
MOVE?CB       0FEh, _datos
GOTO?L        L00002
LABEL?L       L00001
LABEL?L       L00002
CMPGE?WCB     _resultado, 069h, T1
CMPLE?WCB     _resultado, 07Dh, T2
LAND?BBW     T1, T2, T2
CMPF?WL      T2, L00003
MOVE?CB       0FDh, _datos
GOTO?L        L00004
LABEL?L       L00003
LABEL?L       L00004
CMPLE?WCL     _resultado, 07Dh, L00005
MOVE?CB       0FBh, _datos
CMPLE?WCL     _resultado1, 07Dh, L00007
MOVE?CB       0F3h, _datos
GOTO?L        L00008
LABEL?L       L00007
CMPGE?WCL     _resultado1, 07Dh, L00009
MOVE?CB       0EBh, _datos
GOTO?L        L00010
LABEL?L       L00009
CMPNE?WCL     _resultado1, 07Dh, L00011
MOVE?CB       0E3h, _datos
GOTO?L        L00012
LABEL?L       L00011
LABEL?L       L00012
GOTO?L        _salida
LABEL?L       L00010
GOTO?L        _salida
LABEL?L       L00008
GOTO?L        _salida
GOTO?L        L00006
LABEL?L       L00005
LABEL?L       L00006
RETURN?

LABEL?L       _salida
RETURN?

```

```

LABEL?L    _mode
CMPNE?TCL  _pulzador, 000h, L00013
PAUSE?C    0C8h
ADD?BCB    _puntero, 001h, _puntero
GOTO?L     L00014
LABEL?L    L00013
LABEL?L    L00014
RETURN?

```

```

LABEL?L    _sino
CMPNE?BCL  _display, 03Ch, L00015
MOVE?CB    000h, _display
GOSUB?L    _escribir
GOTO?L     L00016
LABEL?L    L00015
ADD?BCB    _display, 001h, _display
LABEL?L    L00016
RETURN?

```

```

LABEL?L    _escribir
CMPNE?BCL  _puntero, 000h, L00017
LCDOUT?C   0FEh
LCDOUT?C   001h
LCDOUT?C   056h
LCDOUT?C   065h
LCDOUT?C   06Eh
LCDOUT?C   074h
LCDOUT?C   03Dh
LCDOUTCOUNT?C    000h
DIV?WCW    _adval, 00Ah, T1
LCDOUTNUM?W  T1
LCDOUTDEC?
LCDOUT?C   02Eh
LCDOUTCOUNT?C    001h
LCDOUTNUM?W  _adval
LCDOUTDEC?
LCDOUT?C   020h
LCDOUT?C   056h
LCDOUT?C   061h
LCDOUT?C   063h
LCDOUT?C   02Eh
GOSUB?L    _linea2
GOTO?L     L00018
LABEL?L    L00017
CMPNE?BCL  _puntero, 001h, L00019
LCDOUT?C   0FEh
LCDOUT?C   001h
LCDOUT?C   056h
LCDOUT?C   063h

```

```
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 072h
LCDOUT?C 067h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 03Dh
LCDOUTCOUNT?C      000h
DIV?WCW  _adval1, 00Ah, T1
LCDOUTNUM?W  T1
LCDOUTDEC?
LCDOUT?C 02Eh
LCDOUTCOUNT?C      001h
LCDOUTNUM?W  _adval1
LCDOUTDEC?
LCDOUT?C 056h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 063h
LCDOUT?C 02Eh
GOSUB?L  _linea2
GOTO?L   L00020
LABEL?L  L00019
CMPLT?BCL_puntero, 002h, L00021
MOVE?CB  000h, _puntero
LABEL?L  L00021
LABEL?L  L00020
LABEL?L  L00018
RETURN?

LABEL?L  _linea2
CMPNE?TCL _bajo, 000h, L00023
LCDOUT?C 0FEh
LCDOUT?C 0C0h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 042h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 06Ah
LCDOUT?C 06Fh
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 056h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 063h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LABEL?L  L00023
CMPNE?TCL _normal, 000h, L00025
```

```
LCDOUT?C 0FEh
LCDOUT?C 0C0h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 04Eh
LCDOUT?C 06Fh
LCDOUT?C 072h
LCDOUT?C 06Dh
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 06Ch
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 056h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 063h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LABEL?L L00025
CMPNE?TCL _alto, 000h, L00027
LCDOUT?C 0FEh
LCDOUT?C 0C0h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 052h
LCDOUT?C 065h
LCDOUT?C 067h
LCDOUT?C 075h
LCDOUT?C 06Ch
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 06Eh
LCDOUT?C 064h
LCDOUT?C 06Fh
LCDOUT?C 020h
LCDOUT?C 056h
LCDOUT?C 061h
LCDOUT?C 063h
LCDOUT?C 020h
LABEL?L L00027
RETURN?
END?

END
```

### 2.2.2 FUENTE DE ALIMENTACION.

Se requiere de una fuente de alimentación. Fig. 2.4 Consta de un transformador reductor de 120VAC en el primario a 9VAC en el secundario, luego este voltaje es rectificado por un puente de diodos el cual nos dará un valor aproximado de 8.7V.

Este voltaje es enviado a un regulador para obtener un voltaje de salida de 5VDC (TTL), éste valor de voltaje continuo servirá para alimentar a todo el circuito electrónico. El capacitor a utilizar es  $C1=1000\mu\text{F}$  para disminuir el factor de rizado, de igual manera se utilizará un  $C3 = 1\mu\text{F}$  para eliminar el ruido.

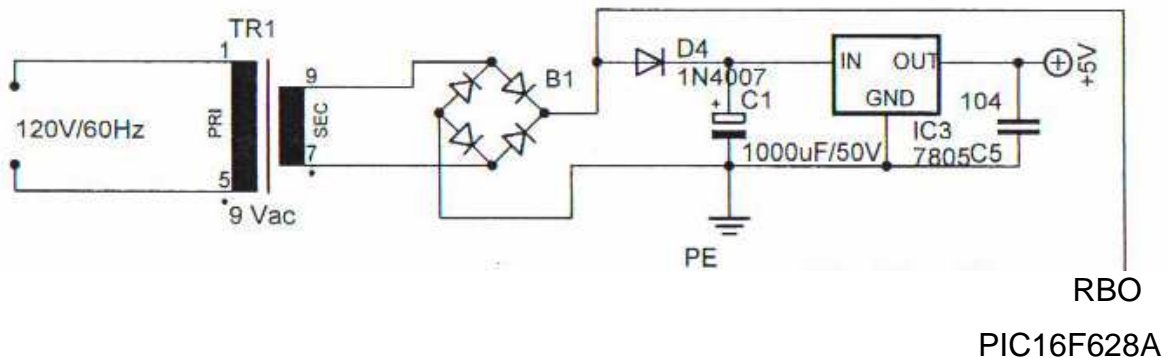


Figura 2.4. Diagrama de la fuente.

Datos:

#### En el Regulador 7805 (ANEXO D)

$V_{IN} = 35\text{V (DC)}$  Máximo

$V_{IN} = 7\text{V (DC)}$  Mínimo

$I_{CC} = 200\text{mA}$  (Asumido)

$C1 = 1000\mu\text{F}$

#### En el transformador

$V_{\text{primario}} = 120\text{V}/60\text{HZ}$

$V_{\text{secundario}} = 9\text{V}$

$E_{CC} = 9\text{V}$  (aproximado)

Rizado(r) = 6 %

$R_L = E_{CC}/I_{CC}$

$$R_L = 9V/200mA$$

$$R_L = 45 \text{ ohmios.}$$

$$C_1 = 1/(4 * 1.73 * f * R_L * r)$$

$$C_1 = 1/(4 * 1.73 * 60 * 45 * 6)$$

$$C_1 = 890 \mu F$$

$$\mathbf{C_1 = 1000 \mu F (normalizado)}$$

$$V_r \text{ (pico-pico)} = V_m - V_{IN\text{mín}}$$

$$V_r \text{ (pico-pico)} = 9V - 7V$$

$$V_r \text{ (pico-pico)} = 2V$$

$$V_r \text{ (rms)} = \frac{V_r \text{ (pico-pico)}/2}{1.73}$$

$$V_r \text{ (rms)} = 1.15V$$

$$I_{cc} = V_r \text{ (rms)} * C / 2.4E-3$$

$$I_{cc} = 1.15V * 1000 \mu F / 2.4E-3$$

$$I_{cc} = 479mA$$

**Para mantener  $V_{IN} > 7V$**

$$V_r \text{ (pico)} = 1.73 (2.4E-3) (I_{dc}) / C$$

$$V_r \text{ (pico)} = 1.73(2.4E-3)(479mA) / 1000 \mu F$$

$$V_r \text{ (pico)} = 1.98 V$$

$$V_{cc} = V_m - V_r \text{ (pico)}$$

$$V_{cc} = 9V - 1.98V$$

$$V_{cc} = 7.01V$$

Puesto que éste valor  $V_{cc} = 7.01V$  está sobre el voltaje mínimo del Regulador que es de  $7V$ , la salida se mantendrá en el valor regulado de  $+5V$ . El voltaje mínimo a través del condensador de filtro será:

$$V_{IN\text{mín}} = V_m - 2V_r \text{ (pico)}$$

$$V_{IN\text{mín}} = 9V - 2(1.98V)$$

$$V_{IN\text{mín}} = 5.04V$$



Se entiende que la corriente que circulará por la carga aproximadamente será de 200 mA, con lo que el transformador en cuanto a la corriente del secundario está bien escogido y hasta un poco sobredimensionado.

## 2.2.3 ETAPA DE DETECTOR Y REGULADOR DE VOLTAJE.

### 2.2.3.1 Etapa de Detector de voltaje entrada de la fuente.

Toma el voltaje de entrada a la carga (CA), ésta es rectificada por medio del puente de diodos, el voltaje a rectificar es de 110V por lo cual se necesita de un divisor de voltaje compuesto de resistencias y de un potenciómetro de precisión el cual reduce el voltaje del puente a un valor igual a 5V, adicionalmente se coloca un diodo zener D2 de 5.1V para proteger la entrada al microprocesador PIC16F870P. Fig. 2.5

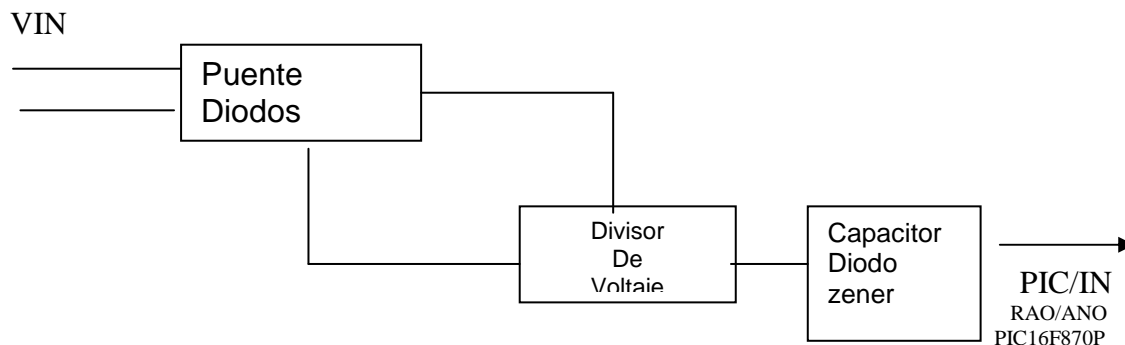


Fig. 2.5 Detector de Voltaje Entrada

#### 2.2.3.1.1 Diagrama circuital

El diagrama circuital se muestra en la Fig. 2.6, básicamente está diseñado para analizar la variación de los voltajes en la fuente, estas variaciones serán dirigidas al PIC16F870P para su procesamiento. Este diagrama está compuesto de un puente de diodos B2, dos resistencias fijas R13 R12 y por una resistencia variable R14.

Datos:

$R_{12} = 1\text{M}\Omega$

$V_{in} = 150\text{ V}$  (máximo)

$V_{out} = 5\text{V}$

$R = R_{13} + R_{14}$

$$I_1 = \frac{150\text{V} - 5\text{V}}{1\text{M}}$$

$I_1 = 0.14\text{ mA}$

$R = V/I$

$R = 5\text{V} / 0.14\text{mA}$

$R = 33\text{K}$

Por lo tanto:

$R_{14} = 2.2\text{K}$  (variable)

$R_{12} = 33\text{K}$  (recomendable  $1\text{K}$ )

El capacitor  $C_4$  para disminuir el factor de rizado es de  $10\mu\text{F}/16\text{V}$  (asumido)

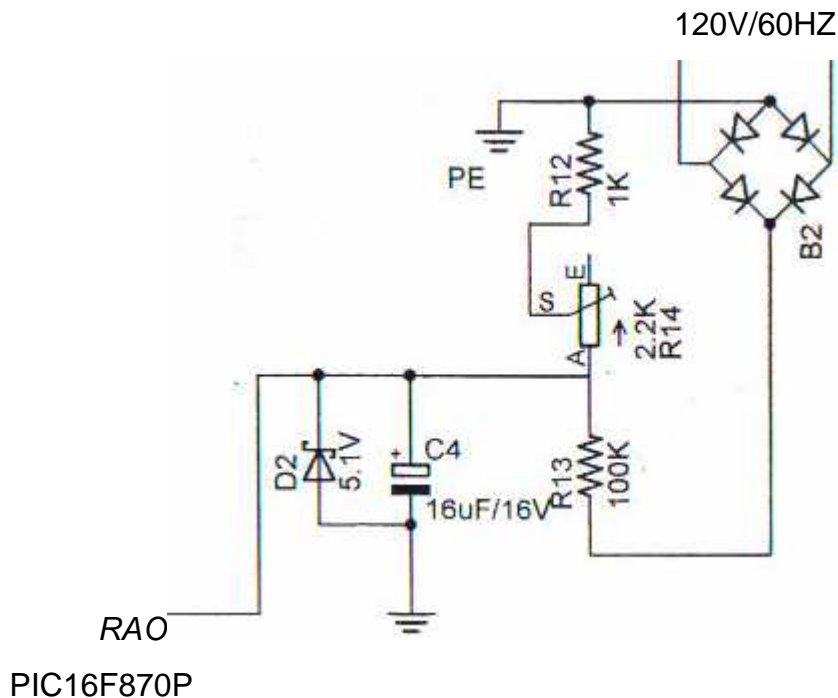


Fig. 2.6 Detector de voltaje de entrada (Fuente)

### 2.2.3.2 Etapa de Detector de Voltaje de la Carga.

El diseño de esta etapa es similar a la anterior. Esta etapa toma el voltaje de la carga e ingresa a la entrada del convertidor A/D del PIC6F870P, éste comprueba, si el valor de voltaje que ingresa a la carga es mayor o menor 125V, si es mayor a 125V envía esa señal al PIC16F628A para manejar los ángulos de disparo del triac, y si éste valor es menor a 125V o mayor a 105V se tendrá una señal de tal manera que el Triac se comporte como un interruptor normal. (Rango normal de trabajo). Fig. 2.7

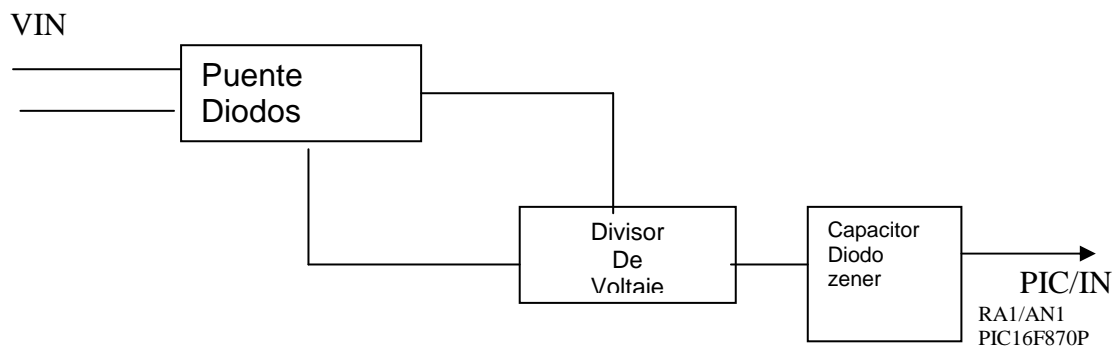


Fig. 2.7 Detector de Voltaje de la Carga

#### 2.2.3.2.1 Diagrama circuital

El diagrama circuital se muestra en la Fig. 2.8, básicamente está diseñado para analizar la variación de los voltajes en la carga, estas variaciones serán dirigidas al PIC16F870P para su procesamiento. Este diagrama está compuesto de un puente de diodos B3, dos resistencias fijas R16, R4 y por una resistencia variable R17.

Datos:

R16= 1M.ohmio

Vin= 150 V (máximo)

Vout= 5V

R= R4 + R17

$$I1 = \frac{150V - 5V}{1M}$$

$$I1 = 0.14 \text{ mA}$$

$$R = V/I$$

$$R = 5V / 0.14 \text{ mA}$$

$$R = 33K$$

Por lo tanto:

$$R17 = 2.2K \text{ (variable)}$$

$$R4 = 33K \text{ (recomendable 1K)}$$

El capacitor C6 para disminuir el factor de rizado es de 10uF/16V (asumido)

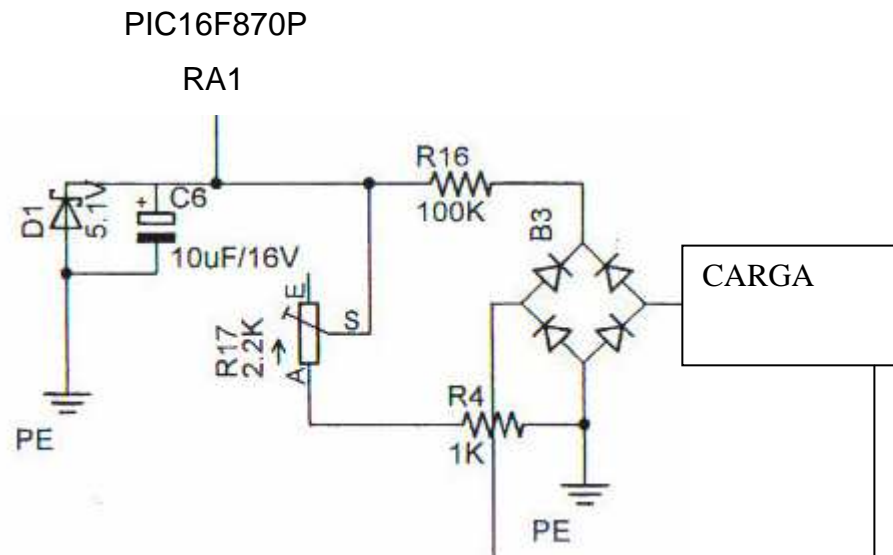


Fig. 2.8. Detector de voltaje en la carga

#### 2.2.4 ETAPA DE CONTROL DE CARGA.

Esta etapa se visualiza en la fig. 2.9, consta de un PIC 16F628A, que manejará los pulsos con el cual va a ser disparado el Tríac y también sirve para desacoplar la etapa de potencia con la etapa de control.

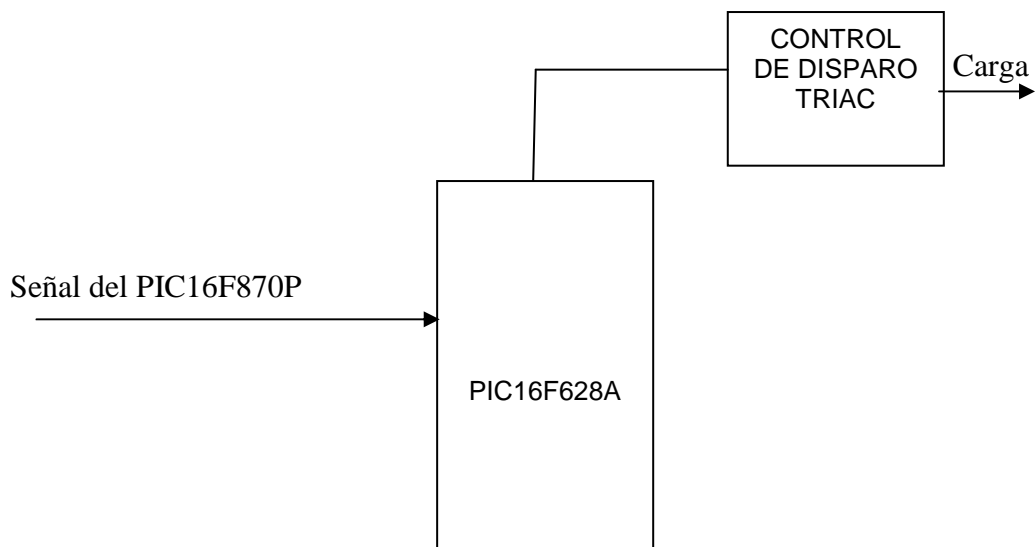


Figura 2.9. Etapa Control de Carga..

#### 2.2.4.1 Interconexión del PIC16F628A con la carga.

Este circuito nos permite desacoplar la parte de control con la etapa de potencia, ya que en alterna, la parte de continua se comporta como un cortocircuito, para evitar esto se utiliza el optotriac y por medio de este circuito se analiza si el voltaje es bajo, normal o alto en la entrada para enviar una señal (luz) que proporciona el optotriac para manejar los ángulos de disparo del Triac y lograr con esto que la carga entre o no entre en su etapa de funcionamiento. Se debe señalar que el Triac trabajará en el I y III cuadrante.

En la fig. 2.10. se indica el diagrama circuital de las conexiones respectivas de microcontrolador PIC16F628A, los valores de resistencias que están dadas por el fabricante. (ANEXO B) y también se representa la interconexión con la carga.

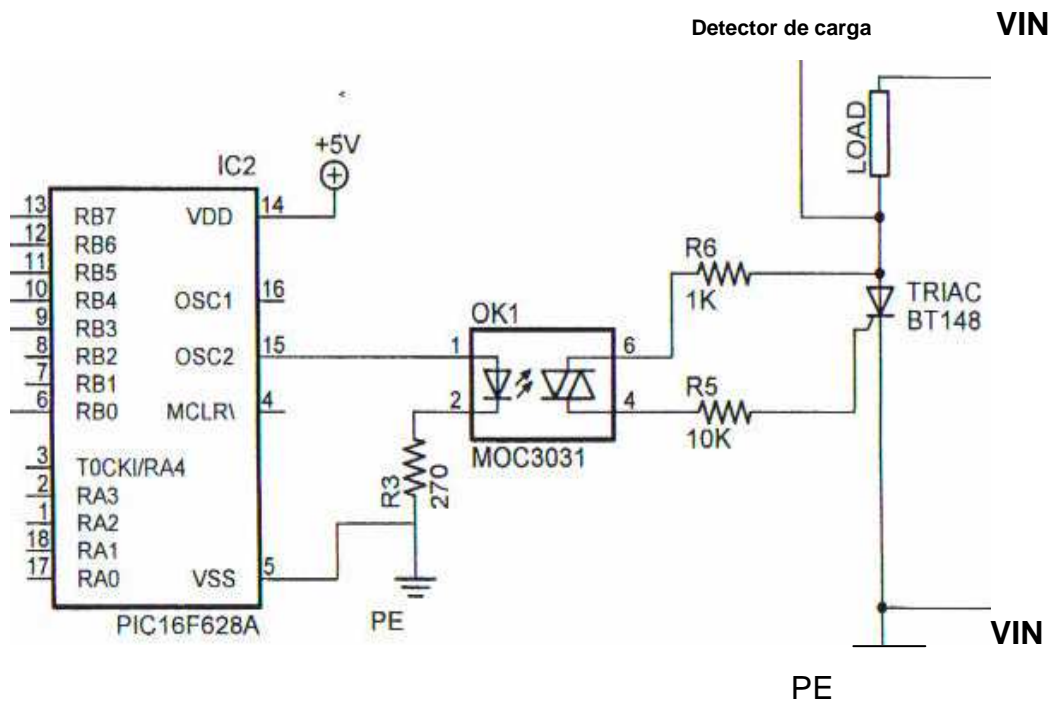


Fig. 2.10. Interconexión del PIC16F628A con la carga.

Datos:

$V_{in} = 12V$  (máximo)

$R_{10} = 10K$  (asumido)

$V_{RBO} = 5V$  (V en la entrada al PIC16F628A)

$$I_1 = \frac{12V - 5V}{10K}$$

$$I_1 = 0.7mA$$

$$R_{11} = \frac{5V}{0.7 mA}$$

$$R_{11} = 7.1K$$

$$R_{11} = 4.7K \text{ (normalizado)}$$

$$R_6 = 1K \text{ (Asumir)}$$

$$R_5 = 10K$$

### 2.2.4.2 Programación del PIC16F628A.

El programa que se utilizó se denomina Work Bech, Proteus y es el siguiente:

```

; Begin
    R0L EQU 0x20
    R0H EQU 0x21
    R1L EQU 0x22
    R1H EQU 0x23
    R2L EQU 0x24
    R2H EQU 0x25
    R3L EQU 0x26
    R3H EQU 0x27
    R4L EQU 0x28
    R4H EQU 0x29
    R5L EQU 0x2A
    R5H EQU 0x2B
    W_TEMP EQU 0x7F
    STATUS_TEMP EQU 0x7E
    ORG 0x0000
    BCF PCLATH,3
    BCF PCLATH,4
    GOTO L0006
    ORG 0x0004
    MOVWF W_TEMP
    SWAPF STATUS,W
    CLRF STATUS
    MOVWF STATUS_TEMP
    CALL L0007
    SWAPF STATUS_TEMP,W
    MOVWF STATUS
    SWAPF W_TEMP,F
    SWAPF W_TEMP,W
    RETFIE
L0006:
; 1: PCON = %00001000 'cristal interno de 4Mhz    pic628
    BSF STATUS,RP0
    MOVLW 0x08
    MOVWF 0x0E
    BCF STATUS,RP0
; 2: CMCON = 7 'PortA entrada/salida digital pic628
    MOVLW 0x07
    MOVWF 0x1F
; 3: VRCON = 0 'Voltaje de referencia del comparador disable
    BSF STATUS,RP0
    CLRF 0x1F
    BCF STATUS,RP0
; 4: TRISA = %00000011 'portA salidas y entrada porta.0 y.1

```

```

    BSF STATUS,RP0
    MOVLW 0x03
    MOVWF 0x05
    BCF STATUS,RP0
; 5: TRISB = %11111001 'portB entrada
    BSF STATUS,RP0
    MOVLW 0xF9
    MOVWF 0x06
    BCF STATUS,RP0
; 6: OPTION_REG.7 = 0 ' Enable pull-ups
    BSF STATUS,RP0
    BCF 0x01,7
    BCF STATUS,RP0
; 7: INTCON = %10010000 'Enable todas las interup y enable int externa del RB.0
    MOVLW 0x90
    MOVWF 0x0B
; 8: OPTION_REG.6 = 0
    BSF STATUS,RP0
    BCF 0x01,6
    BCF STATUS,RP0
; 9: Symbol pb_inc = PORTA.0 ' Input for INCREMENT/ON push button
;   The address of 'pb_inc' is 0x5,0
; 10: Symbol pb_dec = PORTA.1 ' Input for DECREMENT/OFF push button
;   The address of 'pb_dec' is 0x5,1
; 11: Symbol triac = PORTA.6 ' Output to TRIAC gate
;   The address of 'triac' is 0x5,6
; 12: Symbol test = PORTB.1 ' Input for the FullWave rectify AC line
;   The address of 'test' is 0x6,1
; 13: Symbol data = PORTB
;   The address of 'data' is 0x6
    data EQU 0x6
; 14:
; 15: '     Software definition
; 16: '     =====
; 17: Dim condic As Byte
;   The address of 'condic' is 0x2C
    condic EQU 0x2C
; 18: Dim numero As Byte
;   The address of 'numero' is 0x2D
    numero EQU 0x2D
; 19: Dim palabra As Word
;   The address of 'palabra' is 0x2E
    palabra EQU 0x2E
; 20: numero = 0
    CLRF 0x2D
; 21: palabra = 0
    CLRF 0x2E
    CLRF 0x2F
; 22: inicio:

```



```

L0001:
; 23: ' condic = data
; 24: ' condic = condic And %11111000
; 25: WaitUs 200
      MOVLW 0xC8
      MOVWF R4L
      CALL X001
; 26: Goto inicio
      GOTO L0001
; 27: End
L0008:      GOTO L0008
; 28:
; 29: "
; 30: 'interrupcion
; 31: "
; 32: On Interrupt 'interrupt routine
L0007:
; 33: If INTCON.1 = 1 Then
      BTFSS 0x0B,1
      GOTO L0009
; 34: condic = data
      MOVF 0x06,W
      MOVWF 0x2C
; 35: condic = condic And %11111000
      MOVF 0x2C,W
      MOVWF R0L
      MOVLW 0xF8
      ANDWF R0L,W
      MOVWF 0x2C
; 36:
; 37: Gosub bajo
      CALL L0002
; 38: Gosub normal
      CALL L0003
; 39: Gosub alto
      CALL L0004
; 40:
; 41:
; 42: ' Gosub disparo
; 43: INTCON.1 = 0
      BCF 0x0B,1
; 44: Else
      GOTO L0010
L0009:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F
; 45: 'Goto salir
; 46: Endif
L0010:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F

```

```

; 47: 'salir:
; 48: Resume
      RETURN
; 49: .....
; 50: bajo:
L0002:
; 51: If condic = %11110000 Then
      MOVF 0x2C,W
      SUBLW 0xF0
      BTFSS STATUS,Z
      GOTO L0011
; 52: 'WaitMs 250
; 53: 'numero = numero - 1
; 54: triac = 0
      BCF 0x05,6
; 55: 'Return
; 56: Else
      GOTO L0012
L0011:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F
; 57: 'Return
; 58: Endif
L0012:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F
; 59: Return
      RETURN
; 60:
; 61: .....
; 62: normal:
L0003:
; 63: If condic = %11101000 Then
      MOVF 0x2C,W
      SUBLW 0xE8
      BTFSS STATUS,Z
      GOTO L0013
; 64: 'WaitMs 250
; 65: 'numero = numero + 1
; 66: triac = 1
      BSF 0x05,6
; 67: 'Return
; 68: Else
      GOTO L0014
L0013:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F
; 69: 'Return
; 70: Endif
L0014:      MOVLW 0x1F
      ANDWF STATUS,F
; 71: Return

```



```

        GOTO L0019
; 88: numero = 250
        MOVLW 0xFA
        MOVWF 0x2D
; 89: Endif
L0019:    MOVLW 0x1F
        ANDWF STATUS,F
; 90:
; 91: Gosub disparo
        CALL L0005
; 92: Else
        GOTO L0020
L0018:    MOVLW 0x1F
        ANDWF STATUS,F
; 93: Endif
L0020:    MOVLW 0x1F
        ANDWF STATUS,F
; 94:
; 95: If condic = %00011000 Then
        MOVF 0x2C,W
        SUBLW 0x18
        BTFSS STATUS,Z
        GOTO L0021
; 96: numero = numero
        MOVF 0x2D,W
        MOVWF 0x2D
; 97: Gosub disparo
        CALL L0005
; 98: Else
        GOTO L0022
L0021:    MOVLW 0x1F
        ANDWF STATUS,F
; 99: Endif
L0022:    MOVLW 0x1F
        ANDWF STATUS,F
; 100: Return
        RETURN
; 101:
; 102: "*****"
; 103: 'DISPARO
; 104: "*****"
; 105: disparo:
L0005:
; 106: palabra = numero * 50
        MOVF 0x2D,W
        MOVWF R3L
        CLRF R3H
        MOVLW 0x32
        MOVWF R1L

```

```
    CLRF R1H
    CALL M001
    MOVWF 0x2E
    MOVF R2H,W
    MOVWF 0x2F
; 107: WaitUs palabra
    MOVF 0x2E,W
    MOVWF R4L
    MOVF 0x2F,W
    MOVWF R4H
    CALL Y001
; 108: triac = 1
    BSF 0x05,6
; 109: WaitUs 50
    MOVLW 0x32
    MOVWF R4L
    CALL X001
; 110: triac = 0
    BCF 0x05,6
; 111: Return
    RETURN
; End of program
L0023:    GOTO L0023
; Multiplication Routine
M001: MOVLW 0x10
    MOVWF R4L
    CLRF R0H
    CLRF R0L
M002: RRF R3H,F
    RRF R3L,F
    BTFSS STATUS,C
    GOTO M003
    MOVF R1L,W
    ADDWF R0L,F
    MOVF R1H,W
    BTFSC STATUS,C
    INCFSZ R1H,W
    ADDWF R0H,F
M003: RRF R0H,F
    RRF R0L,F
    RRF R2H,F
    RRF R2L,F
    DECFSZ R4L,F
    GOTO M002
    MOVF R2L,W
    RETURN
; Waitus Routine - Byte Argument
X001: MOVLW 0x0A
    SUBWF R4L,F
```

```
        BTFSS STATUS,C
        RETURN
        GOTO X002
X002:  MOVLW 0x06
        SUBWF R4L,F
        BTFSS STATUS,C
        RETURN
        GOTO X002
; Waitus Routine - Word Argument
Y001:  MOVLW 0x10
        SUBWF R4L,F
        CLRW
        BTFSS STATUS,C
        ADDLW 0x01
        SUBWF R4H,F
        BTFSS STATUS,C
        RETURN
        GOTO Y002
Y002:  MOVLW 0x0A
        SUBWF R4L,F
        CLRW
        BTFSS STATUS,C
        ADDLW 0x01
        SUBWF R4H,F
        BTFSS STATUS,C
        RETURN
        GOTO Y002
; End of listing
END
```

### 2.2.5 CARGA

Esta está manejada directamente por un semiconductor de cuatro capas (Tríac) el cual va a manejar una carga de 1KW / 15 A. Fig. 2.11

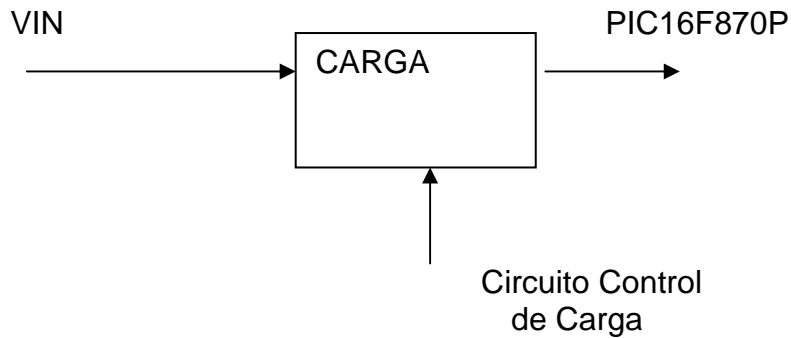


Fig. 2.11. Carga

#### 2.2.5.1 Diagrama circuital de la conexión con la carga.

En la siguiente figura 2.12, se observa las conexiones principales del Optotríac con la carga mediante el Tríac BT148. Los valores de resistencias R6, R5 son dados por el fabricante para el buen funcionamiento del dispositivo de potencia. El Tríac tendrá la función de dejar pasar o no la energía la carga dependiendo de los valores de voltaje que se tenga en la entrada como se indicó anteriormente.

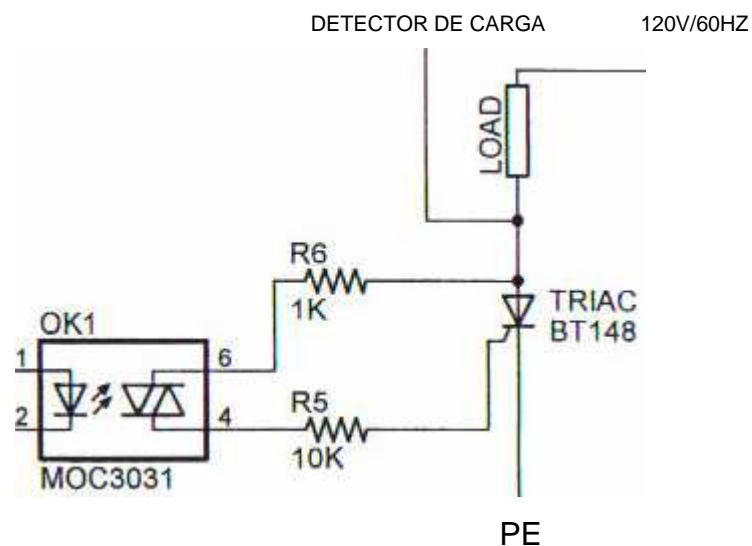


Fig. 2.12. Diagrama circuital de la conexión con la carga.

A continuación se presenta un cuadro de todos los electrodomésticos que comúnmente existen en un hogar y el consumo que éstos demandan.

ELECTRODOMESTICOS	POTENCIA CONSUMIDA(W)	ELECTRODOMESTICOS ENCENDIDOS	POTENCIA (W)
Refrigeradora	400	1	400
Televisor	100	2	200
Foco	100	7	700
Plancha	1000	1	1000
Mini componente	100	2	200
Micro Ondas	800	1	800
Licuadora	250	1	250
DVD	30	1	30
VHS	30	1	30
Computadora	500	1	500
TOTAL			4080

Tabla 2.2. Carga en un hogar.

Conociendo la máxima potencia de la carga que es 1KW se puede conocer la corriente que circulará por la misma, que es la corriente que circulará por el Triac.

Fig. 2.13

$$I_{\text{carga}} = \frac{1 \text{ KW}}{120\text{V}}$$

$$I_{\text{carga}} = 8.3 \text{ A}$$

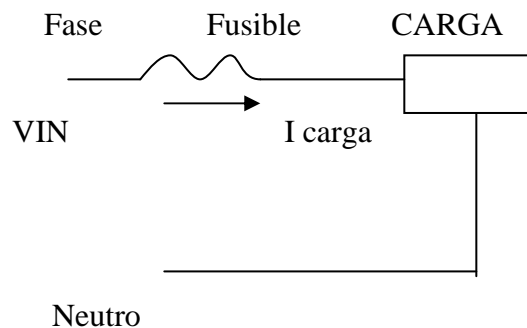


Fig. 2.13 Representación de la carga.



### 2.2.5.2 Tríac.

Se escoge el Tríac BT148 el cual satisface dichas condiciones, éste puede soportar hasta 15A/600V (ANEXO C), con esto se asegura tanto la conexión de la carga como también la potencia que la carga va a consumir. Si se deseara manejar cargas de mayor potencia, bastará con cambiar el Tríac por otro que soporte la nueva corriente en la carga. Para proteger el Tríac es necesario de un fusible de 15 A.

### 2.2.6 VISUALIZADORES

Consta de un display LCD de 2 filas por 16 caracteres, en éste se visualiza los datos que se manejan en el interior de Microprocesador PIC16F870P. Fig.2.14

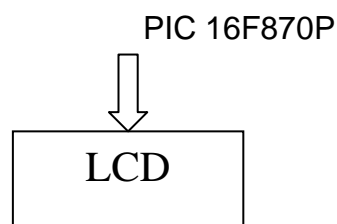


Fig.2.14 Display LCD

## 2.3 DIAGRAMA CIRCUITAL COMPLETO

En la figura 2.15 se muestra el diagrama circuital de todo el equipo.

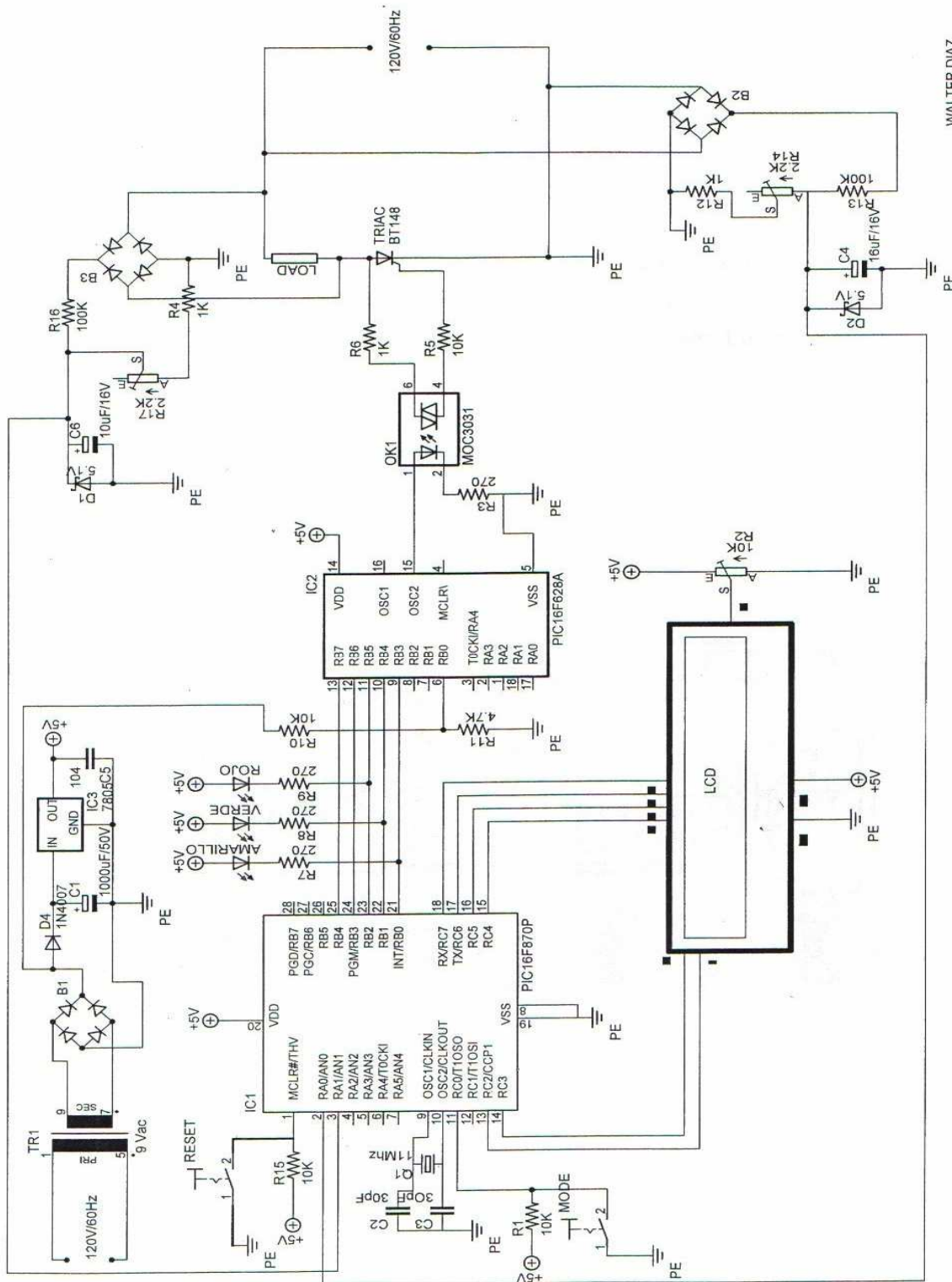


Fig. 2.15. Diagrama Circuitual

## 2.4 ENSAMBLAJE DEL EQUIPO.

Una vez verificado el funcionamiento del equipo diseñado en el protoboard, se utilizó el programa EAGLE para construir cada una de las pistas del circuito, luego éste fue trasladado a un laboratorio técnico para su respectiva fotograbación. Una vez realizado todo este trabajo se procedió a soldar cada uno de los elementos en sus respectivos lugares de la placa electrónica.

Terminado este trabajo se diseñó la caja donde se instaló el equipo con los conectores tanto para los cables del voltaje de la red como los de la carga. Dependiendo del tamaño del circuito impreso, transformador etc. La caja tiene las siguientes dimensiones:

Ancho= 14 cm

Alto= 5 cm.

Profundidad= 8 cm.

El circuito impreso se representa en la figura 2.16

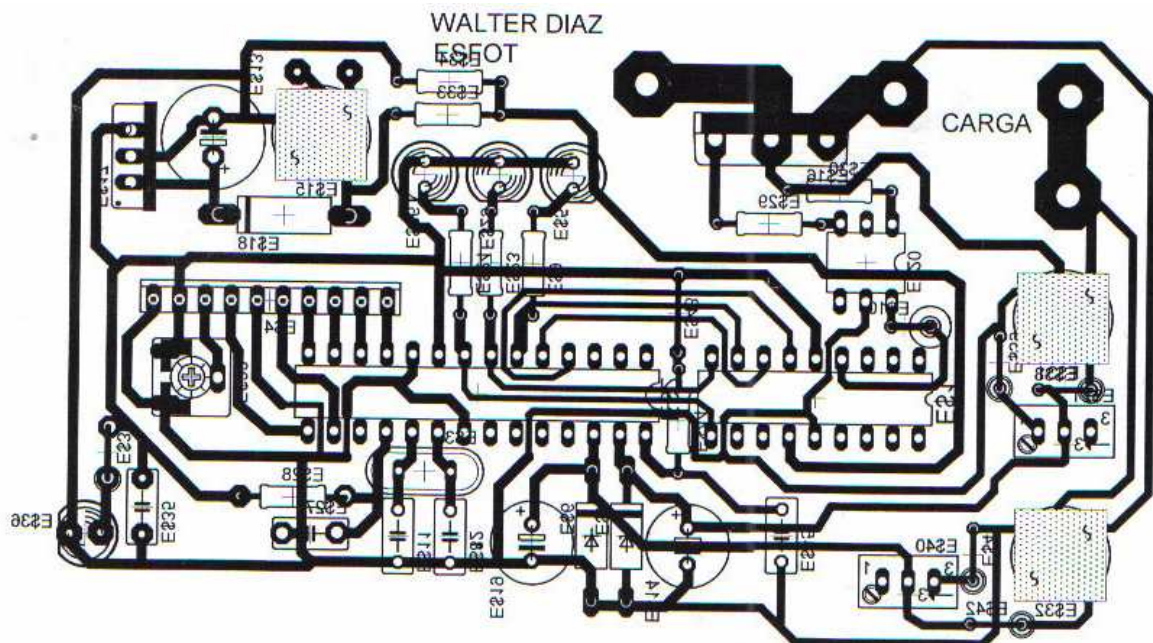
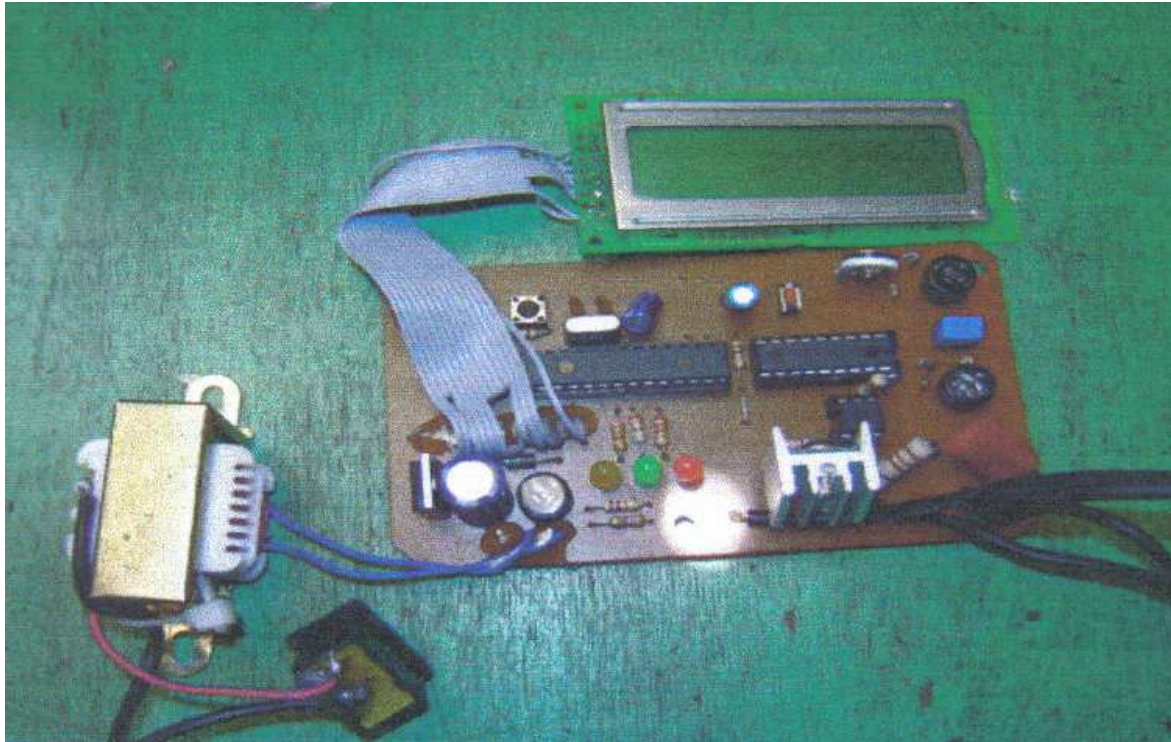


Fig. 2.16. Circuito impreso del equipo.



En las siguientes fotografías se observa algunos de los pasos realizados para la construcción de la caja en donde ingresará el equipo y también las pruebas realizadas.

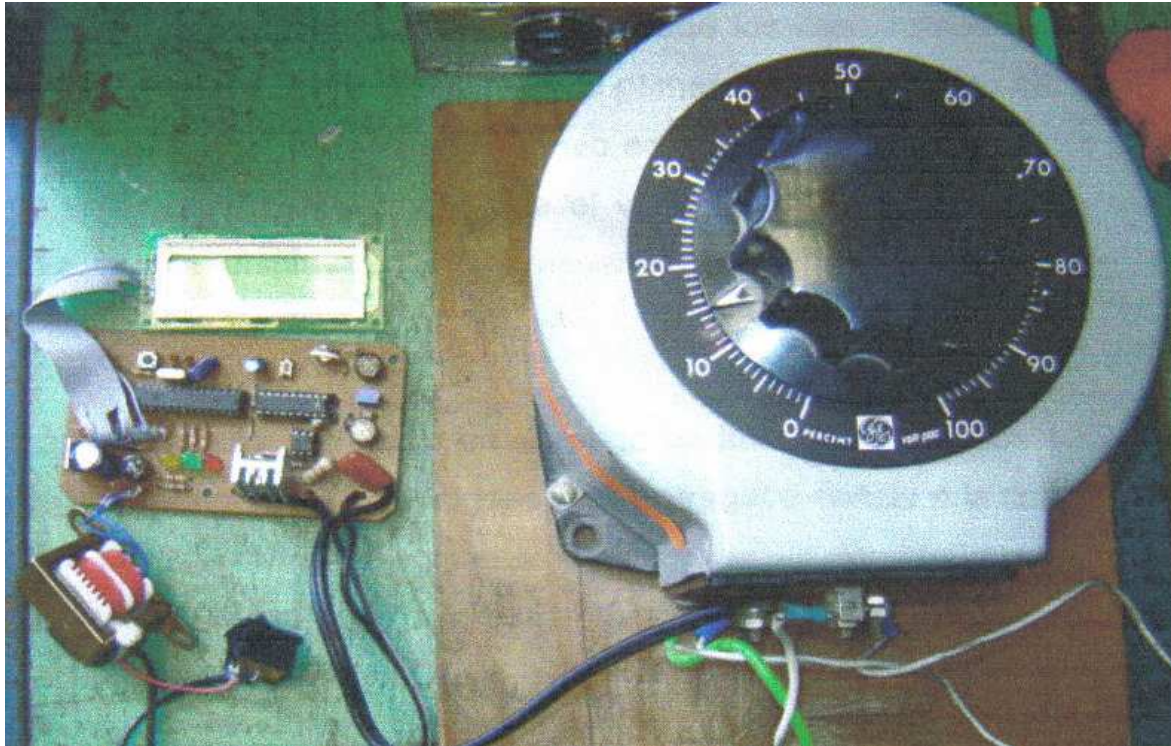


Fotografía 1. Elementos soldados en la placa.



Fotografía 2. Diseño de la caja para el equipo





Fotografía 3. Pruebas realizadas con el VARIAC.



Fotografía 4. Instrumento para variar el voltaje (VARIAC).

## **2.5 PRUEBAS Y CALIBRACIONES.**

Las primeras pruebas se realizaron en el laboratorio de la facultad de Eléctrica, se procedió a variar el voltaje de entrada desde los cero voltios hasta llegar a los 105V, en donde el equipo trabajó en su primera condición; esto es de no entregar voltaje a la carga. Mientras se mantuvo en este rango de voltaje, se encendió el led de color amarillo indicando que el voltaje de entrada es menor al nominal, además en el display LCD se visualizó el valor RMS menor a los 105V correspondiente.

La segunda prueba se realizó en el rango de los 106V hasta los 125V, el equipo trabajó en su segunda condición; esto es entregaba voltaje a la carga, mientras se mantuvo en este rango de voltaje se encendió el led de color verde indicando que dicho voltaje es el indicado para alimentar a la carga, de igual manera se visualizó el valor RMS en el display LCD.

La tercera prueba se realizó entregando voltajes sobre los 126V, se observó que el equipo rectificaba estos valores altos y no impedía que la carga funcione normalmente, además se visualizó en el display LCD el valor RMS alto, por consiguiente se encendió el led rojo indicando valores de voltajes altos.

Las cargas que se utilizaron son: un foco, una plancha, una computadora, una refrigeradora etc. Las pruebas con este tipo de cargas se realizaron en una residencia obteniendo resultados satisfactorios.

## **2.6 ANALISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO.**

Cada vez que existen sobrevoltajes, generalmente se dañan los electrodomésticos por los cambios bruscos en los niveles de voltaje. Este equipo analizará los niveles de voltaje, si sobrepasa de 105V permitirá el ingreso de la energía al electrodoméstico: en el rango de 105V a 125V, deja pasar a la carga el voltaje de la EEQ, pero si sobrepasa de 125V, a la carga se aplica 120V, y si es menor a 105V obstruye el ingreso de energía hasta que exista un voltaje estable. Si sobrepasa los 125V se tendrá una alarma visual para indicar lo sucedido. Antes de ingresar con energía al electrodoméstico, se tiene una etapa de ajuste para asegurar la estabilidad del mismo, con lo que se logra que no existan sobretensiones.

Esto beneficiará a las personas de escasos recursos económicos ya que no tendrán que acudir a un técnico para reparar sus equipos cada vez que exista subida de voltajes. Por lo general el equipo dañado permanece un buen tiempo sin funcionar, lo cual hace que no se aproveche las características y beneficios que los electrodomésticos nos proporcionan en cada uno de nuestros hogares.

El equipo es sólido, resistente y muy confiable por cuanto de las pruebas realizadas, en cada una se obtuvo lo que se esperaba. Además para la protección contra cortocircuitos, el equipo tiene un fusible como elemento protector. No está por demás indicar que para cargas de mayor potencia que la de 1KW, lo único que se debe hacer es cambiar el Tríac que soporte más corriente.

Este equipo va a estar al alcance de todas las personas, puesto que los componentes a utilizarse no son caros y se los consigue en cualquier centro electrónico del país, por lo tanto el costo de dicho equipo va ser mucho menor que tener que reparar uno o varios electrodomésticos dañados.

### 2.6.1 COSTO DE MATERIALES.

En la siguiente tabla 2.3 se presenta el costo de los materiales utilizados para el proyecto.

<b>LISTA DE ELEMENTOS PARA PROYECTO</b>	<b>Dólares</b>
PIC 16F870	11.5
PIC 16F628	5.9
DISPLAY LCD	24.2
TRIAC 15A/60V	3.8
MOC 3031	2.8
XTAL 11MHZ	1.5
TRANSFORMADOR	3
LM7805	1.8
2 D ZENER 5.1V	2.25
1 D 4007	0.5
3 PUENTE RECTIF	3
3 CAPAC DE 16V/16uF	2.7
3 CAPAC CERAMICOS	1.5
2 POT PRESICION	4
1 POT NORMAL	1
15 RESISTENCIAS	1.5
3 LEDS	0.3
CIRC IMPRES FOT GRAB	20.2
VARIOS	10
<b>TOTAL=</b>	<b>101.45</b>

Tabla 2.3. Costo de materiales.

### 2.6.2 COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES DE OFICINA.

La solución al problema planteado, no se dá con la fabricación de un equipo, sinó para una mínima producción. Con la fabricación de varios de estos equipos, el costo de los materiales disminuiría, particular que en nuestro análisis no lo consideramos, tomando el criterio que se compensaría por imprevistos, como por ejemplo por dispositivos defectuosos, o que se dañen durante la fabricación y pruebas.



<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Impresiones	40.00
Alquiler de computadoras	25.00
Horas de Internet	15.00
Diskette	10.00
Foto copias	6.00
Scanner	5.00
CD	2.50
<b>TOTAL</b>	<b>103.50</b>

Tabla 2.4. Costo de equipos y materiales de oficina.

Los 103.50 dólares distribuidos en una producción mínima de 100 equipos corresponden a 1.035 dólares por unidad.

### **2.6.3 COSTO MANO DE OBRA.**

Considerando una producción en serie, se estima un costo de fabricación por equipo de unos 10 dólares.

### **2.6.4 COSTO DE DISEÑO.**

Generalmente el politécnico en sus trabajos no considera el valor intelectual, los conocimientos y la experiencia entregados por la Escuela Politécnica Nacional, así también el esfuerzo y la dedicación dada día a día por nosotros para capacitarnos mejor y servir al desarrollo del país. Si de poner un precio se trata, considero que el valor para solucionar este problema en los varios meses, ascendería a unos 1000 dólares, que distribuidos para la mínima producción considerada, equivaldrían a 10 dólares por unidad.

### 2.6.5 COSTO POR EQUIPO.

COSTO = COSTO MATERIALES + COSTO EQUIPO Y MATERIALES DE  
(Por equipo) OFICINA + COSTO MANO DE OBRA + COSTO DE DISEÑO.

COSTO = 101.45 + 1.035 + 10 + 10

(Por equipo)

COSTO = 122.485 dólares americanos.

(Por equipo)

Dentro del costo de venta al público habrá que considerar además, el costo de comercialización, el valor de la patente de la EPN reflejado en cada equipo, así como la utilidad que se desee tener.

## 2.7 CONCLUSIONES

- Con este equipo se ayuda a prevenir daños de los electrodomésticos por las subidas y caídas de voltaje, muy frecuentes en nuestro país.
- Los materiales empleados son de fácil ubicación en cualquier electrónica y de buena calidad.
- El equipo es de fácil comprensión para el usuario, por ende de fácil instalación.
- El equipo no tiene elementos electromecánicos sino son elementos digitales, lo que conlleva a que no necesite mantenimiento y la vida útil se prolongue.
- En caso de un cortocircuito activará el fusible de protección y no se perderá el equipo.
- Si el equipo necesita trabajar con cargas sobre los 1KW, bastará con cambiar el Tríac a uno que soporte más corriente.

- Se debe conocer la potencia que consumen cada uno de los electrodomésticos para diseñar este equipo de protección.
- Se garantiza la seguridad de operación de los electrodomésticos dentro del rango de voltaje nominal.

## **2.8 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda analizar la potencia del electrodoméstico a proteger para el caso de que no sean considerados como típicos y en función de ella incorporar el Tríac adecuado.
- Es recomendable tener un buen diseño de todas las conexiones eléctricas dentro de un hogar.
- Para el caso de realizar un mantenimiento al equipo, verificar correctamente la polarización de los elementos, especialmente en el Tríac, y tener cuidado con los microcontroladores ya que podrían sufrir daños por su mal manejo.
- Este equipo de seguridad debe ser colocado entre el tomacorriente y el electrodoméstico.
- Tratar de mantener los valores indicados por el fabricante para prolongar la vida de los elementos electrónicos.
- Para el caso en que se desee proteger toda una residencia, se necesitará realizar las respectivas investigaciones tanto para el consumo de potencia como para las instalaciones eléctricas internas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Angulo José María. (1990). *Enciclopedia de Electrónica Moderna*. 6ta edición Editorial Paraninfo S.A.España.
- Angulo José María. (1990). *Microcontroladores, Diseño práctico y aplicaciones* Editorial Paraninfo S.A. España.
- Biblioteca Básica Electrónica.(1986). *Qué son los semiconductores*. Editorial Nueva Lente Ediciones S.A.
- Cohitson James A.(1991).*500 Circuitos Electrónicos*. Editorial Paraninfo España S.A.
- Enríquez, Oliva. (1991). *Teoría de circuitos*. 4ta edición. Editorial Marcombo S.A.
- Guerrero, Alberto.(1994). *Electrotécnia. Fundamentos Teóricos y Prácticos*.1era Edición, Editorial McGraw.Hill/Interamericana de España S.A.
- Gussow Milton.(2000). *Fundamentos de Electricidad*. 1era Edición. Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A de CV.
- Harper Enríquez, Gilberto(1990). *Fundamentos de electricidad 3*. 1era Edición. Editores Noriega. Editorial Luminosa.
- Harper Enríquez. (1996). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas*. 1era Edición Editores Noriega. México.
- Hering Paúl. (1962). *Canalizaciones material de alta y baja tensión y centrales*.Editorial Labor S.A, 2da edición. Barcelona.
- Karez Andrés M.(1994). *Fundamentos de metrología eléctrica tomo 3*. 1era Edición. Editorial Alfaomega Marcombo.
- Malvino Alberto Paúl.(2000). *Principios de Electrónica*.6ta Edición, Editora Esmeralda Mora, Editorial McGraw.Hill/Interamericana de España, S.A.
- Seip Gunter G.(1989). *Instalaciones Eléctricas*. 2da edición, Editorial Siemens.
- Spitta Albert F (1981). *Instalaciones Eléctricas*. Editorial Dossat S.A. España.
- Williams Arthur B (1992). *Manual de circuitos Integrados*. Editorial Presencia Ltda. Colombia.

**INTERNET:**

- [www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm](http://www.zeus.dci.cl/electricidad/transformadores/tipos.htm)  
"Tipos y aplicaciones de transformadores".
- [www.extremadurasi.org/contenidos\\_docentes/electro/t6.htm](http://www.extremadurasi.org/contenidos_docentes/electro/t6.htm)  
"Sistemas polifásicos".
- [www.conelec.gov.ec/legislacion/legal/regulaciones/rg\\_cs.htm](http://www.conelec.gov.ec/legislacion/legal/regulaciones/rg_cs.htm)  
Calidad del servicio eléctrico de distribución.
- [www.microchip.com/](http://www.microchip.com/)  
"Microcontroladores"
- [www.teoria.triac\Microcontrolador\led\optoacopladores-Wikipedia,la enciclopedia libre.htm](http://www.teoria.triac\Microcontrolador\led\optoacopladores-Wikipedia,la enciclopedia libre.htm)

# **ANEXOS**

## **ANEXO A: CARACTERISTICAS DEL MICROCONTROLADOR PIC16F870P**



# PIC16F870/871

## 28/40-Pin, 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

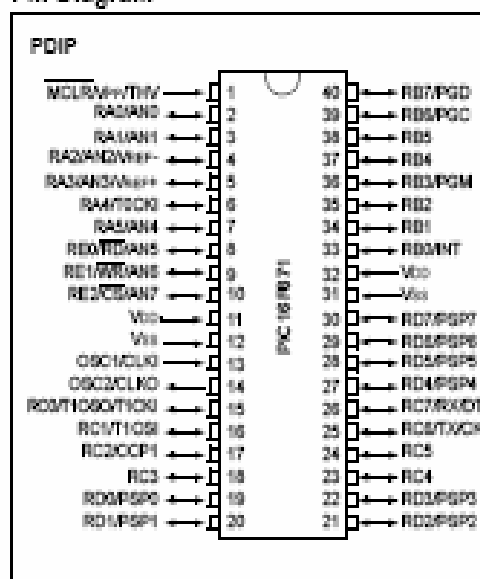
### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F870
- PIC16F871

### Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- 2K x 14 words of FLASH Program Memory  
128 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
64 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16CXXX 28 and 40-pin devices
- Interrupt capability (up to 11 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor readable access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low power consumption:
  - < 1.5 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 KHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram

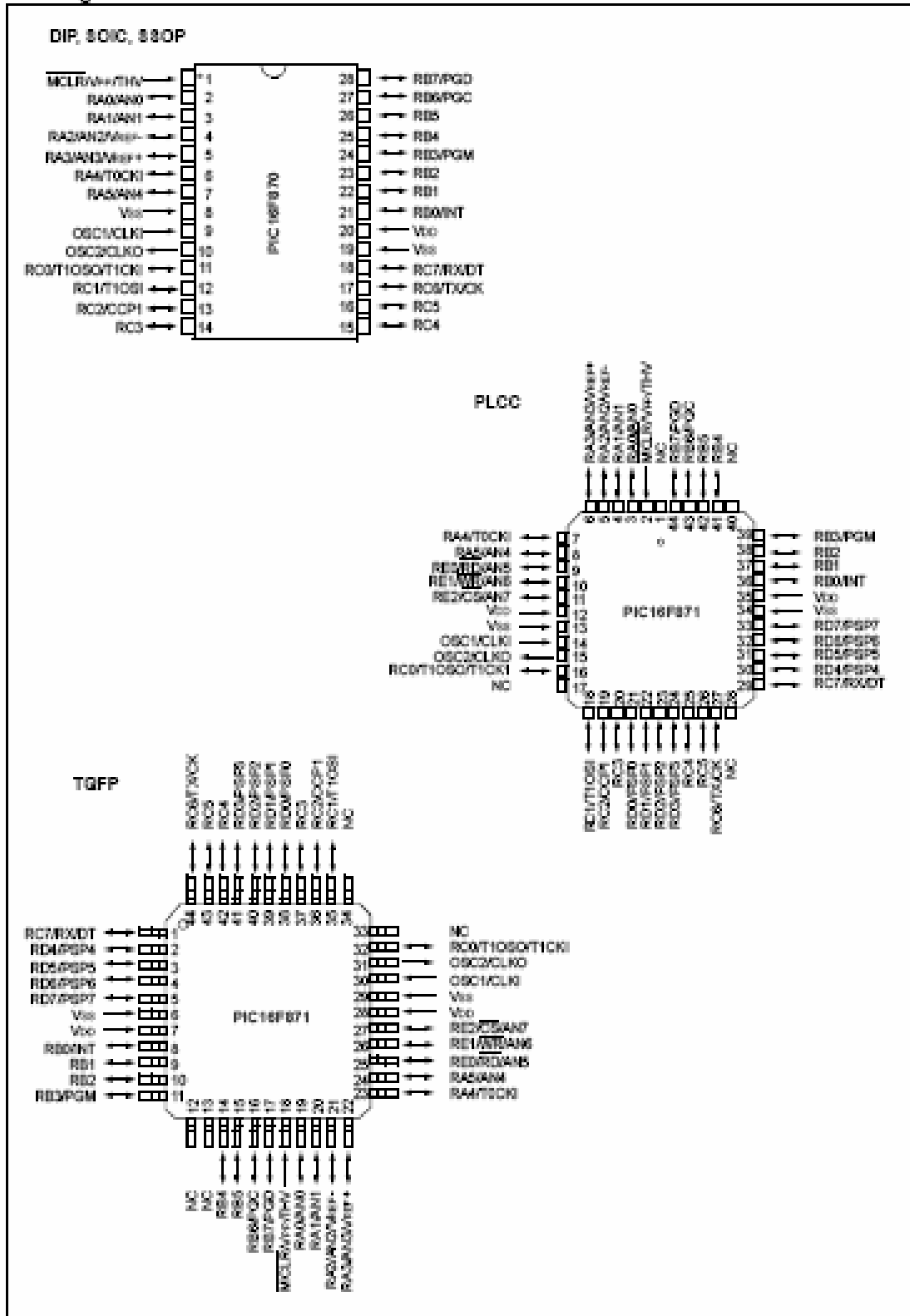


### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- One Capture, Compare, PWM 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 multi-channel Analog-to-Digital converter
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

# PIC16F870/871

## Pin Diagrams





# PIC16F870/871

**TABLE 1-1: PIC16F870 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1CLKI	9	9	I	ST/CMOS <sup>3)</sup>	Oscillator crystal input/internal clock source input.
OSC2CLKO	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLK0, which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP/RTN	1	1	MP	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input or High Voltage Test mode control. This pin is an active low RESET to the device.
RA0AN0	2	2	IO	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input 0.</p> <p>RA1 can also be analog input 1.</p> <p>RA2 can also be analog input 2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input 3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input 4.</p>
RA1AN1	3	3	IO	TTL	
RA2AN2/VREF-	4	4	IO	TTL	
RA3AN3/VREF+	5	5	IO	TTL	
RA4T0CK	6	6	IO	ST/OD	
RA5AN5	7	7	IO	TTL	
RB0INT	21	21	IO	TTL/ST <sup>1)</sup>	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	22	22	IO	TTL	
RB2	23	23	IO	TTL	
RB3PGM	24	24	IO	TTL/ST <sup>1)</sup>	
RB4	25	25	IO	TTL	
RB5	26	26	IO	TTL	
RB6IOC	27	27	IO	TTL/ST <sup>1)</sup>	
RB7PGD	28	28	IO	TTL/ST <sup>1)</sup>	
RC0T1OSC/T1CKI	11	11	IO	ST	<p>PORTC is a bi-directional I/O port.</p> <p>RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input.</p> <p>RC1 can also be the Timer1 oscillator input.</p> <p>RC2 can also be the Capture1 Input/Compare1 output/PWM1 output.</p> <p>RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.</p> <p>RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.</p>
RC1T1OSI	12	12	IO	ST	
RC2CCP1	13	13	IO	ST	
RC3	14	14	IO	ST	
RC4	15	15	IO	ST	
RC5	16	16	IO	ST	
RC6T0CK	17	17	IO	ST	
RC7RXDT	18	18	IO	ST	
Vss	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = Input      O = output      IO = input/output      P = power  
 OD = Open Drain      — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

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



## PIC16F870/871

TABLE 4-1: PORTA FUNCTIONS

Name	Bit#	Buffer	Function
RA0/AN0	bit0	TTL	Input/output or analog input.
RA1/AN1	bit1	TTL	Input/output or analog input.
RA2/AN2	bit2	TTL	Input/output or analog input.
RA3/AN3/VREF	bit3	TTL	Input/output or analog input or VREF.
RA4/T0CKI	bit4	ST	Input/output or external clock input for Timer0. Output is open drain type.
RA5/AN4	bit5	TTL	Input/output or analog input.

Legend: TTL = TTL Input, ST = Schmitt Trigger Input

TABLE 4-2: SUMMARY OF REGISTERS ASSOCIATED WITH PORTA

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS
05h	PORTA	—	—	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	--0x 0000	--0u 0000
85h	TRISA	—	—	PORTA Data Direction Register						--11 1111	--11 1111
9Fh	ADCON1	ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	--0- 0000	--0- 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented locations read as '0'.

Shaded cells are not used by PORTA.

## PIC16F870/871

TABLE 11-2: CAPACITOR SELECTION FOR CRYSTAL OSCILLATOR

Osc Type	Crystal Freq.	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20 MHz	15-33 pF	15-33 pF

These values are for design guidance only. See notes following this table.

### Crystals Used

32 kHz	Epson C-001R32.768K-A	± 20 PPM
200 kHz	STD XTL 200.000KHz	± 20 PPM
1 MHz	ECS ECS-10-13-1	± 50 PPM
4 MHz	ECS ECS-40-20-1	± 50 PPM
8 MHz	EPSON CA-301 8.000M-C	± 30 PPM
20 MHz	EPSON CA-301 20.000M-C	± 30 PPM

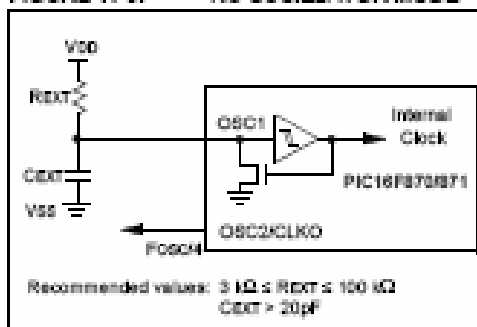
Note 1: Higher capacitance increases the stability of oscillator, but also increases the start-up time.

- Since each resonator/crystal has its own characteristics, the user should consult the resonator/crystal manufacturer for appropriate values of external components.
- $R_f$  may be required in HS mode, as well as XT mode, to avoid overdriving crystals with low drive level specification.
- When migrating from other PICmicro® devices, oscillator performance should be verified.

### 11.2.3 RC OSCILLATOR

For timing insensitive applications, the "RC" device option offers additional cost savings. The RC oscillator frequency is a function of the supply voltage, the resistor ( $R_{EXT}$ ) and capacitor ( $C_{EXT}$ ) values, and the operating temperature. In addition to this, the oscillator frequency will vary from unit to unit due to normal process parameter variation. Furthermore, the difference in lead frame capacitance between package types will also affect the oscillation frequency, especially for low  $C_{EXT}$  values. The user also needs to take into account variation due to tolerance of external R and C components used. Figure 11-3 shows how the R/C combination is connected to the PIC16F870/871.

FIGURE 11-3: RC OSCILLATOR MODE



## PIC16F870/871

### 14.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

#### Absolute Maximum Ratings †

Ambient temperature under bias	-55 to +125°C
Storage temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to $V_{SS}$ (except $V_{DD}$ , $\overline{MCLR}$ , and RA4)	-0.3V to ( $V_{DD} + 0.3V$ )
Voltage on $V_{DD}$ with respect to $V_{SS}$	-0.3 to +7.5V
Voltage on $\overline{MCLR}$ with respect to $V_{SS}$ (Note 2)	0 to +13.25V
Voltage on RA4 with respect to $V_{SS}$	0 to +8.5V
Total power dissipation (Note 1)	1.0W
Maximum current out of $V_{SS}$ pin	300 mA
Maximum current into $V_{DD}$ pin	250 mA
Input clamp current, $I_{IK}$ ( $V_I < 0$ or $V_I > V_{DD}$ )	$\pm 20$ mA
Output clamp current, $I_{OK}$ ( $V_O < 0$ or $V_O > V_{DD}$ )	$\pm 20$ mA
Maximum output current sunk by any I/O pin	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin	25 mA
Maximum current sunk by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA
Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) (Note 3)	200 mA

Note 1: Power dissipation is calculated as follows:  $P_{Diss} = V_{DD} \times (I_{DD} - \sum I_{OH}) + \sum (V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$

2: Voltage spikes below  $V_{SS}$  at the  $\overline{MCLR}$  pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100 $\Omega$  should be used when applying a "low" level to the  $\overline{MCLR}$  pin, rather than pulling this pin directly to  $V_{SS}$ .

3: PORTD and PORTE are not implemented on the 28-pin devices.

† NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## PIC16F870/871

### APPENDIX A: REVISION HISTORY

#### Revision A (December 1999)

Original data sheet for the PIC16F870/871 family.

#### Revision B (April 2003)

This revision includes the DC and AC Characteristics Graphs and Tables. The Electrical Specifications in Section 14.0 have been updated and there have been minor corrections to the data sheet text.

### APPENDIX B: DEVICE DIFFERENCES

The differences between the devices listed in this data sheet are shown in Table B-1.

TABLE B-1: DEVICE DIFFERENCES

Feature	PIC16F870	PIC16F871
On-chip Program Memory (Kbytes)	2K	2K
Data Memory (bytes)	128	128
Boot Block (bytes)	2048	512
Timer1 Low Power Option	Yes	No
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
A/D Channels	5	8
External Memory Interface	No	No
Package Types	28-pin DIP, SOIC, SSOP	40-pin PDIP, 44-pin PLCC, TQFP

**ANEXOB: CARACTERISTICAS DEL  
MICROCONTROLADOR  
PIC16F628A**



# MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

### 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 48 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
  - 40 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 48 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

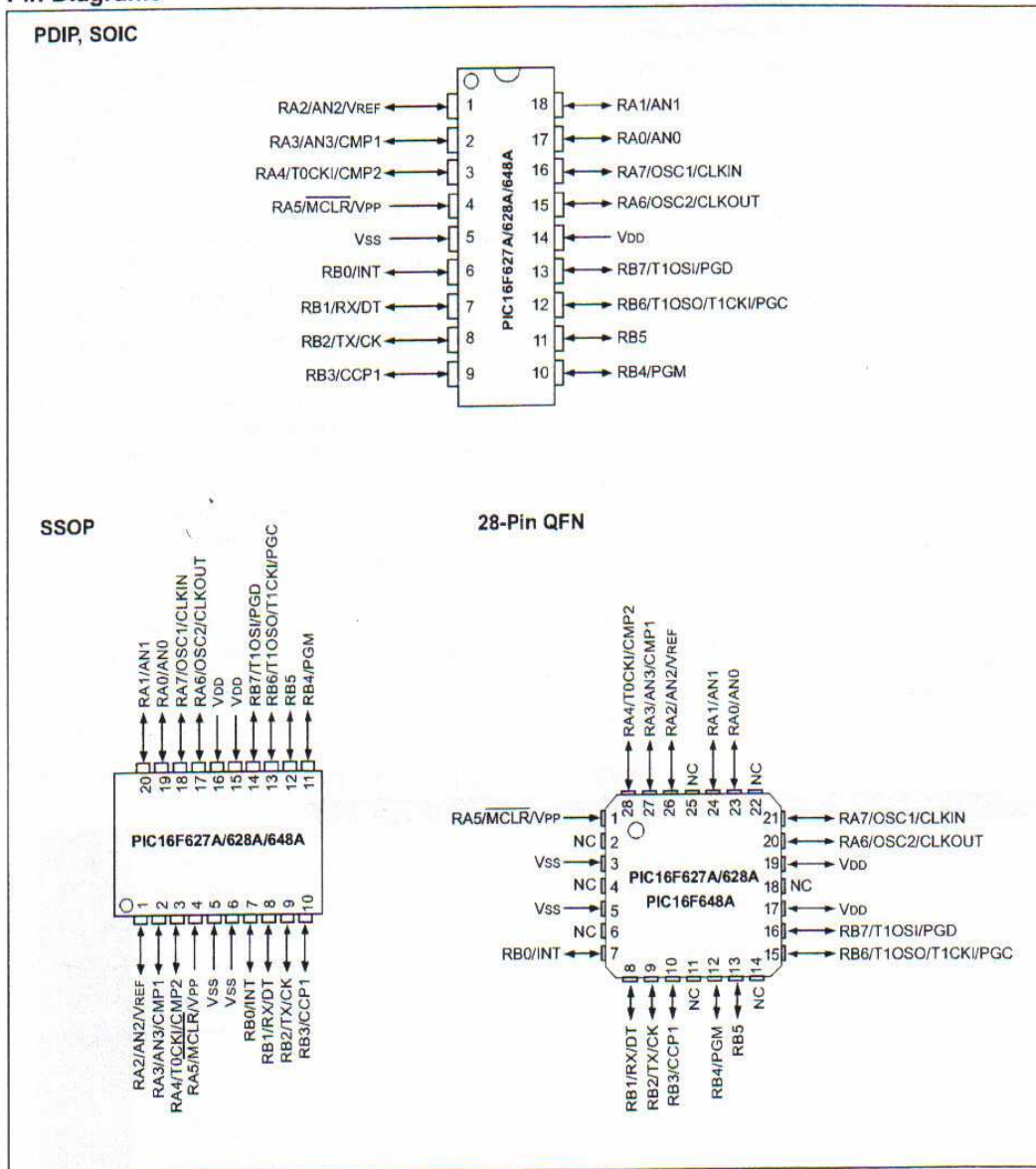
Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1



6F627A/628A

# PIC16F627A/628A/648A

## Pin Diagrams



# PIC16F627A/628A/648A

## 1.0 GENERAL DESCRIPTION

The PIC16F627A/628A/648A are 18-pin Flash-based members of the versatile PIC16F627A/628A/648A family of low-cost, high-performance, CMOS, fully-static, 8-bit microcontrollers.

All PICmicro® microcontrollers employ an advanced RISC architecture. The PIC16F627A/628A/648A have enhanced core features, an eight-level deep stack, and multiple internal and external interrupt sources. The separate instruction and data buses of the Harvard architecture allow a 14-bit wide instruction word with the separate 8-bit wide data. The two-stage instruction pipeline allows all instructions to execute in a single-cycle, except for program branches (which require two cycles). A total of 35 instructions (reduced instruction set) are available, complemented by a large register set.

PIC16F627A/628A/648A microcontrollers typically achieve a 2:1 code compression and a 4:1 speed improvement over other 8-bit microcontrollers in their class.

PIC16F627A/628A/648A devices have integrated features to reduce external components, thus reducing system cost, enhancing system reliability and reducing power consumption.

The PIC16F627A/628A/648A has 8 oscillator configurations. The single-pin RC oscillator provides a low-cost solution. The LP oscillator minimizes power consumption, XT is a standard crystal, and INTOSC is a self-contained precision two-speed internal oscillator.

The HS mode is for High-Speed crystals. The EC mode is for an external clock source.

The Sleep (Power-down) mode offers power savings. Users can wake-up the chip from Sleep through several external interrupts, internal interrupts and Resets.

A highly reliable Watchdog Timer with its own on-chip RC oscillator provides protection against software lock-up.

Table 1-1 shows the features of the PIC16F627A/628A/648A mid-range microcontroller family.

A simplified block diagram of the PIC16F627A/628A/648A is shown in Figure 3-1.

The PIC16F627A/628A/648A series fits in applications ranging from battery chargers to low power remote sensors. The Flash technology makes customizing application programs (detection levels, pulse generation, timers, etc.) extremely fast and convenient. The small footprint packages makes this microcontroller series ideal for all applications with space limitations. Low cost, low power, high performance, ease of use and I/O flexibility make the PIC16F627A/628A/648A very versatile.

### 1.1 Development Support

The PIC16F627A/628A/648A family is supported by a full-featured macro assembler, a software simulator, an in-circuit emulator, a low cost in-circuit debugger, a low cost development programmer and a full-featured programmer. A Third Party "C" compiler support tool is also available.

TABLE 1-1: PIC16F627A/628A/648A FAMILY OF DEVICES

		PIC16F627A	PIC16F628A	PIC16F648A	PIC16LF627A	PIC16LF628A	PIC16LF648A
Clock	Maximum Frequency of Operation (MHz)	20	20	20	20	20	20
	Flash Program Memory (words)	1024	2048	4096	1024	2048	4096
Memory	RAM Data Memory (bytes)	224	224	256	224	224	256
	EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	128	128	256
	Timer module(s)	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2
Peripherals	Comparator(s)	2	2	2	2	2	2
	Capture/Compare/PWM modules	1	1	1	1	1	1
	Serial Communications	USART	USART	USART	USART	USART	USART
	Internal Voltage Reference	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Interrupt Sources	10	10	10	10	10	10
Features	I/O Pins	16	16	16	16	16	16
	Voltage Range (Volts)	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	2.0-5.5	2.0-5.5	2.0-5.5
	Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Packages	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN

All PICmicro® family devices have Power-on Reset, selectable Watchdog Timer, selectable code-protect and high I/O current capability. All PIC16F627A/628A/648A family devices use serial programming with clock pin RB6 and data pin RB7.



## PIC16F627A/628A/648A

TABLE 3-2: PIC16F627A/628A/648A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RB4/PGM	RB4	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGM	ST	—	Low-voltage programming input pin. When low-voltage programming is enabled, the interrupt-on-pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	RB5	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T1OSO/T1CKI/PGC	RB6	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSO	—	XTAL	Timer1 oscillator output
	T1CKI	ST	—	Timer1 clock input
	PGC	ST	—	ICSP™ programming clock
RB7/T1OSI/PGD	RB7	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSI	XTAL	—	Timer1 oscillator input
	PGD	ST	CMOS	ICSP data I/O
Vss	Vss	Power	—	Ground reference for logic and I/O pins
VDD	VDD	Power	—	Positive supply for logic and I/O pins

**Legend:** O = Output

— = Not used

TTL = TTL Input

CMOS = CMOS Output

I = Input

OD = Open Drain Output

P = Power

ST = Schmitt Trigger Input

AN = Analog

## PIC16F627A/628A/648A

**TABLE 3-2: PIC16F627A/628A/648A PINOUT DESCRIPTION**

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RA0/AN0	RA0	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN0	AN	—	Analog comparator input
RA1/AN1	RA1	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN1	AN	—	Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	RA2	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN2	AN	—	Analog comparator input
	VREF	—	AN	VREF output
RA3/AN3/CMP1	RA3	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN3	AN	—	Analog comparator input
	CMP1	—	CMOS	Comparator 1 output
RA4/T0CKI/CMP2	RA4	ST	OD	Bidirectional I/O port
	T0CKI	ST	—	Timer0 clock input
	CMP2	—	OD	Comparator 2 output
RA5/MCLR/VPP	RA5	ST	—	Input port
	MCLR	ST	—	Master clear. When configured as MCLR, this pin is an active low Reset to the device. Voltage on MCLR/VPP must not exceed VDD during normal device operation.
	VPP	—	—	Programming voltage input
RA6/OSC2/CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC2	—	XTAL	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
	CLKOUT	—	CMOS	In RC/INTOSC mode, OSC2 pin can output CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1.
RA7/OSC1/CLKIN	RA7	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC1	XTAL	—	Oscillator crystal input
	CLKIN	ST	—	External clock source input. RC biasing pin.
RB0/INT	RB0	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	INT	ST	—	External interrupt
RB1/RX/DT	RB1	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	RX	ST	—	USART receive pin
	DT	ST	CMOS	Synchronous data I/O
RB2/TX/CK	RB2	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	TX	—	CMOS	USART transmit pin
	CK	ST	CMOS	Synchronous clock I/O
RB3/CCP1	RB3	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	CCP1	ST	CMOS	Capture/Compare/PWM I/O

**Legend:** O = Output      CMOS = CMOS Output      P = Power  
 — = Not used      I = Input      ST = Schmitt Trigger Input  
 TTL = TTL Input      OD = Open Drain Output      AN = Analog





## PIC16F627A/628A/648A

### 17.0 ELECTRICAL SPECIFICATIONS

#### Absolute Maximum Ratings(†)

Ambient temperature under bias.....	-40 to +125°C
Storage temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on VDD with respect to VSS .....	-0.3 to +6.5V
Voltage on MCLR and RA4 with respect to VSS .....	-0.3 to +14V
Voltage on all other pins with respect to VSS .....	-0.3V to VDD + 0.3V
Total power dissipation <sup>(1)</sup> .....	800 mW
Maximum current out of VSS pin .....	300 mA
Maximum current into VDD pin .....	250 mA
Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > VDD).....	± 20 mA
Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > VDD).....	± 20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin.....	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin .....	25 mA
Maximum current sunk by PORTA and PORTB (Combined).....	200 mA
Maximum current sourced by PORTA and PORTB (Combined).....	200 mA

**Note 1:** Power dissipation is calculated as follows:  $P_{DIS} = V_{DD} \times (I_{DD} - \sum I_{OH}) + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$

† **NOTICE:** Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

**Note:** Voltage spikes below VSS at the MCLR pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up. Thus, a series resistor of 50-100 Ω should be used when applying a "low" level to the MCLR pin rather than pulling this pin directly to VSS.

# PIC16F627A/628A/648A

## APPENDIX A: DATA SHEET REVISION HISTORY

### Revision A

This is a new data sheet.

### Revision B

Revised 28-Pin QFN Pin Diagram  
 Revised Figure 5-4 Block Diagram  
 Revised Register 7-1 TMR1ON  
 Revised Example 13-4 Data EEPROM Refresh Routine  
 Revised Instruction Set SUBWF, Example 1  
 Revised DC Characteristics 17-2 and 17-3  
 Revised Tables 17-4 and 17-6  
 Corrected Table and Figure numbering in Section 17.0

### Revision C

General revisions throughout. Revisions to Section 14.0 – Special Features of the CPU. Section 18, modified graphs.

### Revision D

Revise Example 13-2, Data EEPROM Write  
 Revise Sections 17.2, Param No. D020 and 17.3, Param No. D020E  
 Revise Section 18.0 graphs

## APPENDIX B: DEVICE DIFFERENCES

The differences between the PIC16F627A/628A/648A devices listed in this data sheet are shown in Table B-1.

TABLE B-1: DEVICE DIFFERENCES

Device	Memory		
	Flash Program	RAM Data	EEPROM Data
PIC16F627A	1024 x 14	224 x 8	128 x 8
PIC16F628A	2048 x 14	224 x 8	128 x 8
PIC16F648A	4096 x 14	256 x 8	256 x 8

**ANEXO C: CARACTERISTICAS DEL  
OPTOTRIAC MOC3031 Y  
TRIAC BT148**





June 2005

## MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M, MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M 6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)

### Features

- Simplifies logic control of 115 VAC power
- Zero voltage crossing
- $dv/dt$  of 2000 V/ $\mu$ s typical, 1000 V/ $\mu$ s guaranteed
- VDE recognized (File # 94766), ordering option V (e.g., MOC3043VM)

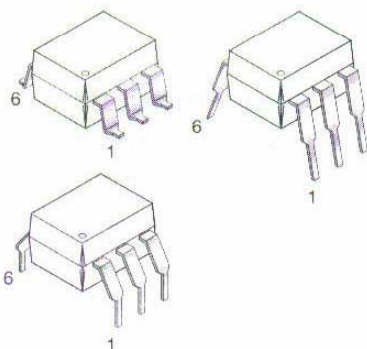
### Applications

- Solenoid/valve controls
- Static power switches
- Temperature controls
- AC motor starters
- Lighting controls
- AC motor drives
- E.M. contactors
- Solid state relays

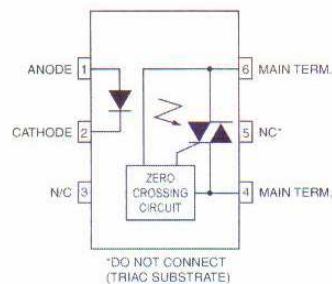
### Description

The MOC303XM and MOC304XM devices consist of a AlGaAs infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a zero voltage crossing bilateral triac driver.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115 VAC lines, such as teletypewriters, CRTs, solid-state relays, industrial controls, printers, motors, solenoids and consumer appliances, etc.



### Schematic



MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M, MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M 6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)

**Absolute Maximum Ratings** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Parameters	Symbol	Device	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>				
Storage Temperature	$T_{STG}$	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	$T_{SOL}$	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	$T_J$	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage <sup>(1)</sup> (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	$V_{ISO}$	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Derate above 25 $^\circ\text{C}$	$P_D$	All	250 2.94	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>EMITTER</b>				
Continuous Forward Current	$I_F$	All	60	mA
Reverse Voltage	$V_R$	All	6	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	$P_D$	All	120 1.41	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>DETECTOR</b>				
Off-State Output Terminal Voltage	$V_{DRM}$	MOC3031M/2M/3M MOC3041M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 $\mu\text{s}$ , 120 pps)	$I_{TSM}$	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	$P_D$	All	150 1.76	mW mW/ $^\circ\text{C}$

**Note**

1. Isolation surge voltage,  $V_{ISO}$ , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

**Electrical Characteristics** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified)**Individual Component Characteristics**

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
<b>EMITTER</b>							
Input Forward Voltage	$I_F = 30\text{ mA}$	$V_F$	All		1.25	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_R = 6\text{ V}$	$I_R$	All		0.01	100	$\mu\text{A}$
<b>DETECTOR</b>							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated $V_{DRM}$ , $I_F = 0$ (note 1)	$I_{DRM1}$	All			100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{TM} = 100\text{ mA peak}$ , $I_F = 0$	$V_{TM}$	All		1.8	3	V
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage	$I_F = 0$ (Figure 9, note 3)	dv/dt	All	1000			V/ $\mu\text{s}$

**Transfer Characteristics** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Main terminal voltage = 3V (note 2)	$I_{FT}$	MOC3031M/ MOC3041M MOC3032M/ MOC3042M MOC3033M/ MOC3043M			15 10 5	mA
Holding Current, Either Direction		$I_H$	All		400		$\mu\text{A}$

**Zero Crossing Characteristics** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.)

Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
Inhibit Voltage	$I_F = \text{rated } I_{FT}$ , MT1-MT2 voltage above which device will not trigger off-state	$V_{IH}$	All			20	V
Leakage in Inhibited State	$I_F = \text{rated } I_F$ , rated $V_{DRM}$ , off-state	$I_{DRM2}$	All			500	$\mu\text{A}$

**Note**

1. Test voltage must be applied within  $dv/dt$  rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an  $I_F$  value less than or equal to  $\text{max } I_{FT}$ . Therefore, recommended operating  $I_F$  lies between  $\text{max } I_{FT}$  (15 mA for MOC3031M & MOC3041M, 10 mA for MOC3032M & MOC3042M, 5 mA for MOC3033M & MOC3043M) and absolute  $\text{max } I_F$  (60 mA).
3. This is static  $dv/dt$ . See Figure 9 for test circuit. Commutating  $dv/dt$  is a function of the load-driving thyristor(s) only.

MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M, MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M 6-Pin DIP Zero-Cross Optoisolators Triac Driver Output (250/400 Volt Peak)



## Thyristors logic level

## BT150 series

### GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated, sensitive gate thyristors in a plastic envelope, intended for use in general purpose switching and phase control applications. These devices are intended to be interfaced directly to microcontrollers, logic integrated circuits and other low power gate trigger circuits.

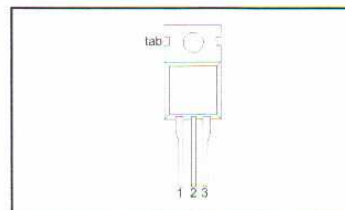
### QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
$V_{DRM}$ , $V_{RRM}$	Repetitive peak off-state voltages	<b>500R</b> 500	<b>600R</b> 600	<b>800R</b> 800	V
$I_{T(AV)}$	Average on-state current	2.5	2.5	2.5	A
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	4	4	A
$I_{TSM}$	Non-repetitive peak on-state current	35	35	35	A

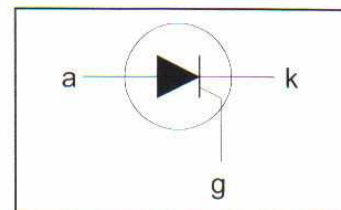
### PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	cathode
2	anode
3	gate
tab	anode

### PIN CONFIGURATION



### SYMBOL



### LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
				-500R 500 <sup>1</sup>	-600R 600 <sup>1</sup>	-800R 800	
$V_{DRM}$ , $V_{RRM}$	Repetitive peak off-state voltages		-				V
$I_{T(AV)}$	Average on-state current	half sine wave; $T_{mb} \leq 113^\circ\text{C}$	-	2.5			A
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	all conduction angles	-	4			A
$I_{TSM}$	Non-repetitive peak on-state current	half sine wave; $T_j = 25^\circ\text{C}$ prior to surge	-	35			A
$I^2t$	$I^2t$ for fusing	$t = 10$ ms	-	38			A
$dl_T/dt$	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$t = 8.3$ ms	-	6.1			A <sup>2</sup> s
$I_{GM}$	Peak gate current	$t = 10$ ms	-	50			A/ $\mu\text{s}$
$V_{GM}$	Peak gate voltage	$I_{TM} = 10$ A; $I_G = 50$ mA;	-	2			A
$V_{RGM}$	Peak reverse gate voltage	$dl_G/dt = 50$ mA/ $\mu\text{s}$	-	5			V
$P_{GM}$	Peak gate power		-	5			W
$P_{G(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	0.5			W
$T_{stg}$	Storage temperature		-40	150			$^\circ\text{C}$
$T_j$	Operating junction temperature		-	125 <sup>2</sup>			$^\circ\text{C}$

1 Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the thyristor may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 15 A/ $\mu\text{s}$ .

2 Note: Operation above 110 $^\circ\text{C}$  may require the use of a gate to cathode resistor of 1k $\Omega$  or less.

Thyristors  
logic level

## BT150 series

## THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th\ j-mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	in free air	-	-	2.5	K/W
$R_{th\ j-a}$	Thermal resistance junction to ambient		-	60	-	K/W

## STATIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$I_{GT}$	Gate trigger current	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	15	200	$\mu\text{A}$
$I_L$	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	0.17	10	mA
$I_H$	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	0.10	6	mA
$V_T$	On-state voltage	$I_T = 5\text{ A}$	-	1.23	1.8	V
$V_{GT}$	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.4	1.5	V
$I_D, I_R$	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)}; I_T = 0.1\text{ A}; T_j = 110\text{ }^\circ\text{C}$	0.1	0.2	-	V
		$V_D = V_{DRM(max)}; V_R = V_{RRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	0.1	0.5	mA

## DYNAMIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$dV_D/dt$	Critical rate of rise of off-state voltage	$V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C};$ exponential waveform; $R_{GK} = 100\ \Omega$	-	50	-	V/ $\mu\text{s}$
$t_{tr}$	Gate controlled turn-on time	$I_{TM} = 10\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)}; I_G = 5\text{ mA};$ $dI_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	2	-	$\mu\text{s}$
$t_c$	Circuit commutated turn-off time	$V_D = 67\% V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}; I_{TM} = 8\text{ A};$ $V_R = 10\text{ V}; dI_{TM}/dt = 10\text{ A}/\mu\text{s};$ $dV_D/dt = 2\text{ V}/\mu\text{s}; R_{GK} = 1\text{ k}\Omega$	-	100	-	$\mu\text{s}$

**ANEXO D: CARACTERISTICAS DEL  
REGULADOR 7805 Y  
DIODO 1N4007**

# MC78XX/LM78XX/MC78XXA

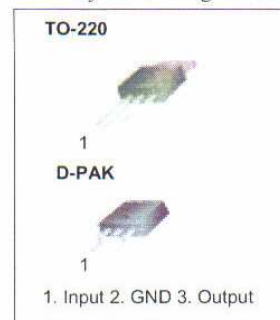
## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

### Features

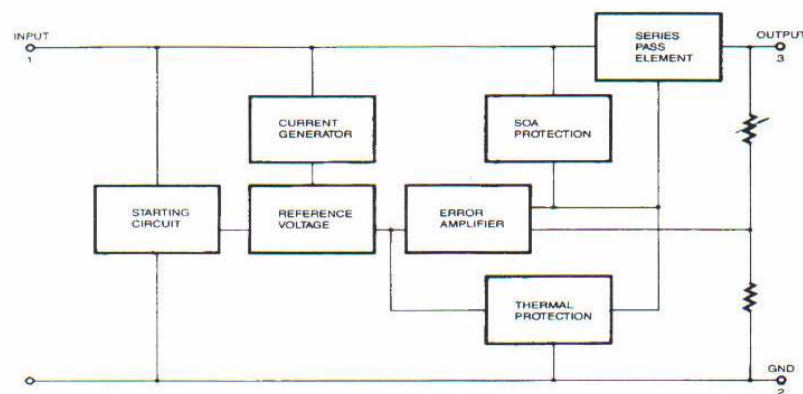
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### 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.



### Internal Block Diagram



Rev. 1.0.1



MC78XX/LM78XX/MC78XXA

## Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$ ) (for $V_O = 24V$ )	$V_I$	35	V
	$V_I$	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	$T_{OPR}$	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

## Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

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

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

### Note:

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





## 1N4001 - 1N4007

### Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41

COLOR BAND DENOTES CATHODE

### General Purpose Rectifiers

#### Absolute Maximum Ratings\* T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V <sub>RRM</sub>	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
I <sub>F(AV)</sub>	Average Rectified Forward Current, .375" lead length @ T <sub>A</sub> = 75°C	1.0							A
I <sub>FSM</sub>	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T <sub>J</sub>	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P <sub>D</sub>	Power Dissipation	3.0	W
R <sub>θJA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

#### Electrical Characteristics T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V <sub>F</sub>	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I <sub>rr</sub>	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T <sub>A</sub> = 75°C	30							μA
I <sub>R</sub>	Reverse Current @ rated V <sub>R</sub> T <sub>A</sub> = 25°C	5.0							μA
		500							μA
C <sub>T</sub>	Total Capacitance V <sub>R</sub> = 4.0 V, f = 1.0 MHz	15							pF