



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**DISEÑO DE UN REGULADOR DE CONSUMO DE**  
**ENERGÍA ELÉCTRICA**  
**PARA USO DOMÉSTICO**

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de :

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**  
**ESPECIALIDAD: POTENCIA**

Presentada por:

**FERNANDO BUSTAMANTE GRANDA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**  
**Año: 2005**

## **A G R A D E C I M I E N T O**

Al **Ing. GUSTAVO BERMUDEZ**, director de tesis,  
por su colaboración en la realización de este trabajo

### **A los ingenieros:**

Carlos Monsalve Decano de la Facultad  
Miguel Yapur Sub Decano

### **Profesores:**

Ing. Sara Ríos  
Ing. Dennys Cortez  
Ing. Hernán Gutiérrez  
Ing. Carlos Villafuerte

## DEDICATORIA

**A MIS PADRES**, que con abnegada dedicación, sabiduría y amor, supieron inculcarme, los principios éticos, valores morales, y el deseo de superación, mi hermano, mi hermana, mi esposa quienes me apoyaron incondicionalmente, mis hijos a quienes tengo dedicada mi vida, y en **especial “A LA MEMORIA DE MI PADRE”**.

---

**ING. GUSTAVO BERMUDEZ**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad de lo escrito tanto en ideas, diseño expuestos en esta tesis, me corresponde exclusivamente y, el patrimonio intelectual de la misma, a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**.

**( Reglamento de exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL )**

---

**FERNANDO BUSTAMANTE GRANDA**

## **INTRODUCCIÓN**

El siguiente trabajo es el resultado de un estudio e investigación de varios años, con el propósito de orientar en mejor forma, la administración en el consumo de la energía eléctrica a nivel doméstico.

Debido al alto costo del Kilovatio Hora, que existe en nuestro país, el contenido de esta tesis va ayudar a los abonados, a tener una reducción en su consumo y por ende un ahorro en sus planillas mensuales, contribuyendo en esta forma a la comunidad.

Además, de orientar en la forma de administrar, deseo informar sobre los elementos que conforman un sistema eléctrico doméstico, el mantenimiento preventivo y correctivo que todo abonado debe conocer, ayudando en lo posible a evitar daños materiales y personales presentes o futuros.

# INDICE GENERAL

Pag.

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	
1.1.- Partes que conforman el sistema eléctrico de un abonado.....	2
1.2.- Descripción de cada uno de los elementos que constituyen el sistema eléctrico.....	6
1.2.1.Acometida.....	6
1.2.2.- Panel de medidor: Panel, base de socket, medidor, breaker principal.....	7
1.2.3.- Centro de carga ( Panel de breakers o disyuntores ).....	9
1.2.4.- Tierras.....	10
1.2.5.- Circuitos de servicios.....	32
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ( MEDIDOR )</b>	
2.1.- Introducción.....	40
2.2.- Conceptos Previos .....	40
2.3.- Fundamentos de los contadores de energía eléctrica.....	44
2.4.- Constitución general de un contador de energía eléctrica.....	47

2.5.- Totalizadores para contadores de energía eléctrica.....	48
2.6.- Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.....	50
2.7.- Factores que influyen en la exactitud de los contadores .....	51
2.8.- Contador de corriente monofásica para energía activa.....	54
2.9.- Ampliación del campo de medida de los contadores de corriente alterna .....	55
2.10.- Verificación de los contadores de energía eléctrica.....	56

### **CAPÍTULO 3**

#### **TRANSFORMADORES DE CORRIENTE ( TC )**

3.1.- Conceptos generales.....	66
3.2.- Transformador de intensidad.....	67
3.3.- Tipos de transformadores de corriente.....	73
3.4.- Carga del transformador de corriente.....	75
3.5.- Clasificación ASA de la precisión de los TC.....	76
3.6.- Tensiones en los bornes secundarios de un transforma dor de intensidad.....	77
3.7.- Consumo propio en los circuitos de intensidad de los TC.....	82
3.8.- Efectos de Proximidad.....	83
3.9.- Polaridad y conexiones de los TC.....	83

### **CAPITULO 4**

4.1.- Tarifas eléctricas .....	86
--------------------------------	----



4.2.- Mantenimiento de los sistemas eléctricos del abonado.....	94
4.3.- Administración en el consumo de energía eléctrica para ahorrar costos.....	100

## **CAPITULO 5**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

5.1.- Diseño del prototipo ( Regulador de consumo de energía eléctrica.....	112
5.2.- Construcción del regulador o controlador de energía eléctrico.....	115
5.3.- Análisis y pruebas experimentales.....	115
5.4.- Análisis de los resultados.....	117
5.5.- Limitaciones del prototipo.....	121
5.6.- Comercialización del prototipo.....	122
5.7 .- Ubicación y montaje.....	134
<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>135</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>136</b>

# CAPÍTULO 1

## SISTEMA ELÉCTRICO

### 1.1.- Partes que conforman el sistema eléctrico de un abonado

Todo sistema eléctrico por sencillo que sea este, está constituido por:

- a.- Fuente
- b.- Sistema de protección
- c.- Sistema de medición
- d.- Medio de conducción ( Conductores )
- f.- Carga
- g.- Tierra ( Toma puesta a tierra )

A continuación se puede ver un diagrama unifilar, conteniendo todos los elementos de un sistema ( Ver fig 1 )

#### a.- Fuente

La fuente encargada de proporcionar el fluido eléctrico a los domicilios, se encuentran montados en postes de hormigón de 11 mts de altura, conocidos también como transformadores de distribución, en este caso, monofásicos, los mismos que están conectados su lado primario a la red de alta tensión ( 13.8 KV, Voltaje de línea a línea ), y el secundario va a la red de alumbrado público y servicio a usuarios ( 220 – 110 VAC ), esta red secundaria es la encargada de suministrar el fluido eléctrico al sistema de iluminación pública, y de esta red ( fig 2) se derivan las acometidas para proveer de energía a las casas ( abonados ), en la fig 3 y 4 se puede apreciar uno de los dos tipos de transformadores de distribución utilizados para este tipo de trabajo, el otro tipo de transformador de distribución mas

utilizado es el autoprotegido, este tiene solo un aislador en el lado de alta, además contiene un breaker incorporado para protección de sobre carga; en la Fig 4 se puede observar el interior de un transformador.

### Diagrama unificar del sistema eléctrico para servicio domestico

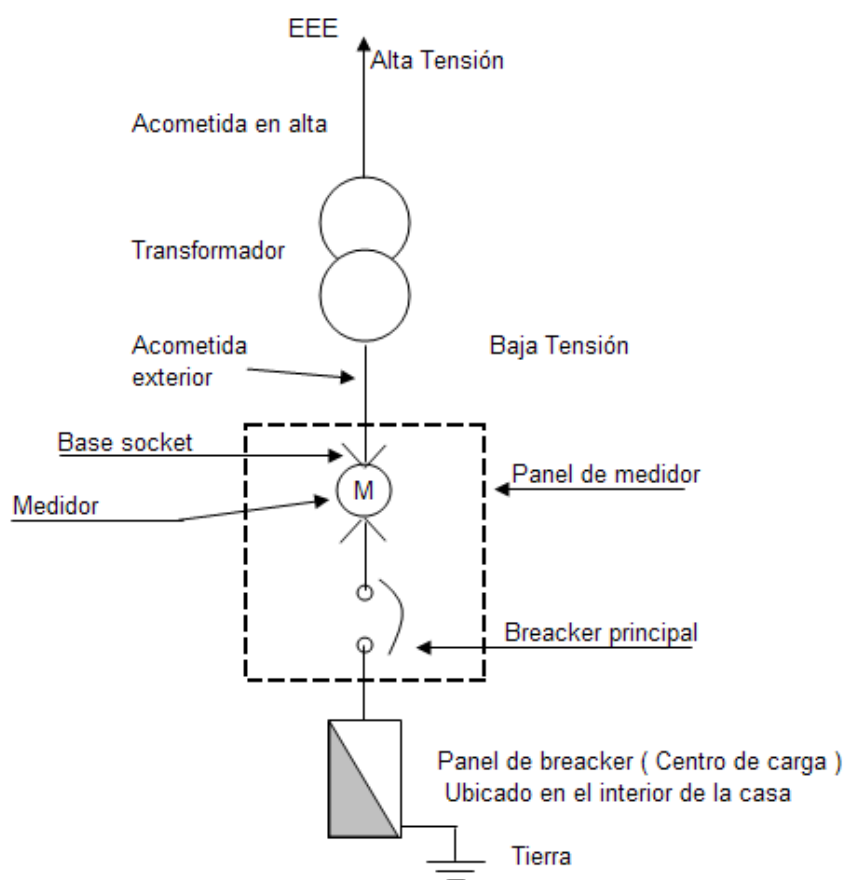


Fig 1

Se puede tener una mejor idea de cómo está montado el sistema eléctrico con sus elementos que constituyen el sistema, viendo la fig 2.

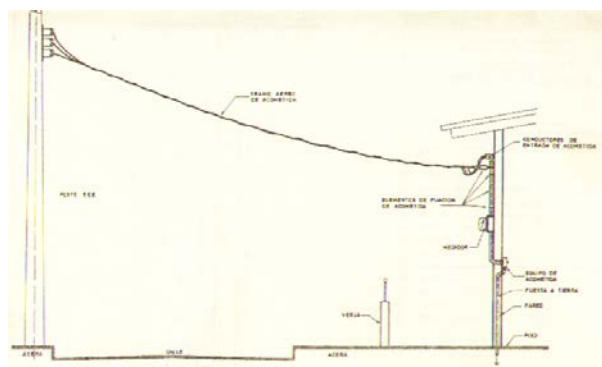


Fig 2



Fig 3



Fig 4

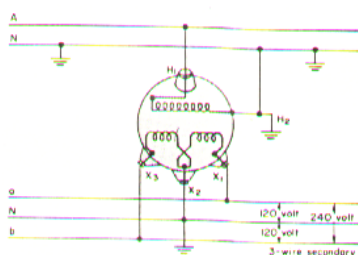
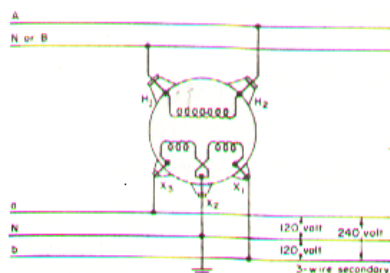
Estos transformadores tanto el autoprotegido como el convencional, su núcleo que contiene las bobinas, está sumergido en un medio aislante, cuyo

trabajo no es solo como un medio aislante si no también, es un buen conductor térmico, permitiendo así, refrigerarse, a través de una ventilación natural, disipando el calor generado en sus bobinas, por el efecto Joules, cuando este se encuentra conectado a las respectivas cargas.

En el lado de baja del transformador existen por lo general tres aisladores (En otros transformadores son cuatro), estos son los que van conectados a la red de alumbrado y usuarios dando un voltaje de 220 VAC entre los aisladores extremos y, 110 VAC entre cualquiera de los aisladores extremos y los internos. Una forma más ilustrativa para apreciar las conexiones, tanto de los transformadores convencionales como los autoprotegidos, se puede apreciar en las fig 5 y 6, las mismas detallan en forma más clara sus configuraciones y conexiones.

La figura ( Fig 5 ) indica las conexiones de un transformador de distribución tipo convencional, donde su lado primario puede ir conectado un extremo de la bobina primaria a una fase y la otra al neutro o a la otra fase, dependiendo de los parámetros eléctricos del transformador y el lado secundario se conecta a la red de alumbrado y los usuarios, donde entre las líneas a y b se obtiene 220 VAC, y entre a y n o entre b y n, se obtiene 110 VAC, el Neutro siempre debe ir solidamente aterrizado a través de una varilla de cobre de la

longitud adecuada, por lo regular esta se clava al pie del poste donde va montado el transformador. En la siguiente figura ( Fig 6 ) se expone las conexiones de un transformador tipo auto protegido



## 1.2.- Descripción de cada uno de los elementos que constituye el sistema Eléctrico

### 1.2.1.- Acometida

Se le denomina acometida al cable alimentador encargado de conducir la energía eléctrica, desde la red de usuarios hasta el tablero de medidor, este alimentador esta formado generalmente por dos cables aislados y un cable desnudo de aluminio ( cable trifilar ), para servicio de 220 – 110 VAC, debida-

mente dimensionado según la carga que va alimentar, aunque todavía existen acometidas bífalares, constituidas por un cable aislado y un desnudo para servicio de 110 VAC solamente.

Este alimentador, luego es introducido por un tubo de forma de un codo ( Llamado reversible ), acoplado a un tubo vertical que se acopla al panel de medidor, cuyo diámetro va en función del calibre del conductor, que también este, está en función de la magnitud de la carga que va alimentar ( Ver Fig 2 ).

### **1.2.2.- Panel de medidor**

Se conoce como panel de medidor al gabinete ( Caja ) metálico o de fibra, que en su interior contiene el medidor tipo sobre puesto como el que se aprecia en la fig 7 y un breaker principal dimensionado en función de la carga, el mismo debe ir montado en el cerramiento de la vivienda, para dar facilidad a la lectura y lo más próximo al poste para disminuir las pérdidas en la acometida.

#### **1.2.2.1.- Medidor**

Se conoce como medidor al instrumento de medición cuyo trabajo es el medir toda la energía consumida en un período de tiempo ( Generalmente 30 Días

calendario ), los mismos pueden ser en este caso, de dos tipos: sobrepuesto como el de la figura 7 o tipo enchufable en una base de socket.



Fig 7

#### 1.2.2.2.- Base de socket

Es una base de fibra ( Material aislante ), donde va enchufado el medidor, la misma contiene los respectivos conectores ( Para entrada y salida del medidor), donde se conectan los cables alimentadores de la acometida ( Entrada), y de su salida salen los cables al breaker principal, esta base se encuentra, en el panel de medidor.



### **1.2.3.- Centro de carga**

Más conocido como panel de breakers, o de disyuntores, instalado siempre en el interior de la vivienda.

Este contiene en su interior los disyuntores de protección secundaria para los diferentes circuitos de servicios, como por ejemplo circuitos de alumbrado y tomacorrientes, ya sean de 110 VAC o 220 VAC. Estos centros de carga hay de tres tipo:

- a.- Monofásicos 110 VAC
- b.- Monofásico de 220 – 110 VAC
- c.- Trifásicos de 220 – 440 – 600 VAC

Debido al uso incorrecto que muchos abonados hacen de los disyuntores, se hace hincapié, que los breakers son elementos de protección secundaria más no son, elementos de conmutación ( Interruptores ), lamentablemente en la actualidad, hasta personas instruidas en el campo eléctrico comenten este grave error, posiblemente sin darse cuenta, que al hacer trabajar un disyuntor como interruptor, están debilitando el mecanismo interno, ya que, no fueron diseñados para que trabajen en esta forma, y en cualquier momento este, puede fallar como protección.

Estos disyuntores según el voltaje de los circuitos que protegen, pueden ser de un polo si el circuito es de 110 V, dos polos si es 220 V, y de tres polos si el circuito es de 220 – 440 – 600 VAC trifásico y, dimensionado en los respectivos amperios según la demanda de la carga a la cual protegen, también son de tipo enchufadle o sobrepuesto, los enchufadle son los que van en los centros de carga sean estos monofásicos ( 1 polo ), bifilar ( 2 polos ) o trifilar ( 3 polos ).

#### **1.2.4.- Tierras**

En los sistemas de puestas a tierras, conocidos como Tierras eléctricas, solo se va tratar lo más elemental que se necesita para una vivienda.

Dentro de este tema existen conceptos que es ciencia y su aplicación correcta se lo puede considerar un arte, ya que cada instalación es única en su localización, por el tipo de suelo, y los equipos a proteger.

Normalmente el sistema de puesta a tierra utilizado para uso domestico, consiste en aterrizar una varilla tipo Cooperweld de 1.80 mts de longitud, en donde se conecta un cable desnudo a su respectivo conector de la varilla, donde el otro extremo de este cable va conectado al neutro del centro de carga o panel de disyuntores.

El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es, para limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o, de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos.

Este conductor debe ser dimensionado en forma apropiada, en función de la corriente de falla a tierra total del sistema eléctrico.

El objetivo, es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades y, para que operen las protecciones por sobre corriente.

La forma de aterrizar los equipos es, conectando la parte metálica del mismo a través de un conductor debidamente dimensionado a la corriente de falla, conectado a una varilla de puesta tierra enterrada. Para ser más explícito en esta explicación se expone algunas figuras ilustrativas, que de seguro va dejar más claro el tema que se esta tratando:

Entre los riesgos personales, que se hace mención anteriormente, se debe al voltaje que recibiría una persona, cuando toca accidentalmente una o dos líneas vivas, o la parte metálica de un equipo que puede tener una falla de

aislamiento en su sistema, y no este el sistema o el equipo debidamente aterrizado.

Un ejemplo de esto se tiene en la fig 8, donde se puede observar que existe un contacto directo de la persona con dos líneas vivas de la red, por lo tanto esta persona se encuentra sometida a una tensión existente entre las dos fases.

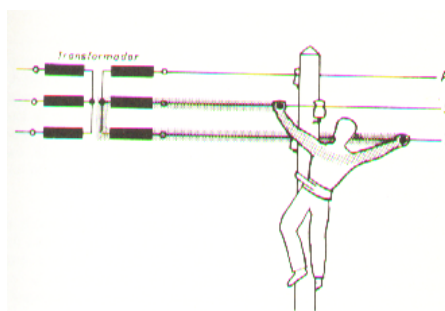


Fig 8

La corriente eléctrica atraviesa la parte superior del tronco, por lo que al pasar por el corazón, puede provocarle la muerte en forma instantánea.

Otro ejemplo de contacto directo, se puede apreciar en la fig 9, donde el individuo toca con la mano una línea viva de la red, y con sus pies el neutro conectado a tierra, los riesgos por lo que esta pasando esta persona son los mismos que el de la fig 8.

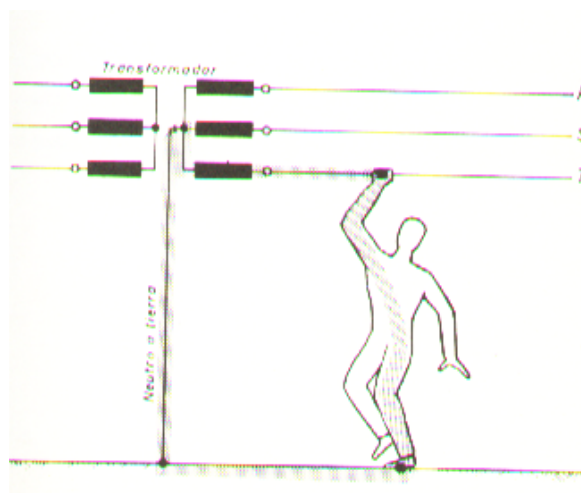


Fig 9

También existe otro tipo de contacto, y este es el indirecto, por medio de las siguientes figuras 10 y 11, va resultar más explícito el tema:

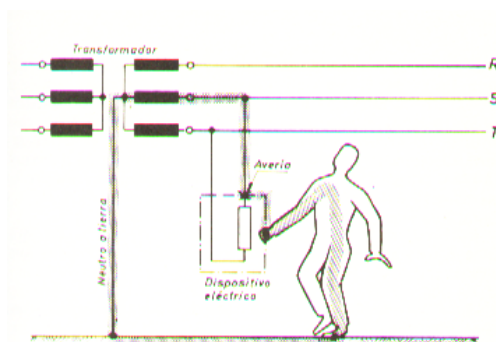


Fig 10

En la fig 10 se puede apreciar que el individuo topa accidentalmente la caja metálica, con su mano, y sus pies con el neutro aterrizado cerrando con su cuerpo el circuito eléctrico, por lo tanto, esta persona va recibir una descarga

eléctrica, con los riesgos personales ya mencionados anteriormente, este caso se le puede hacer una analogía con lo que ocurriría a nivel domestico, cosa igual ocurriría si tocara accidentalmente, el panel de breakers, o tomacorriente con placa metálica sea este de 110 VAC o 220 VAC en un sistema no aterrizado.

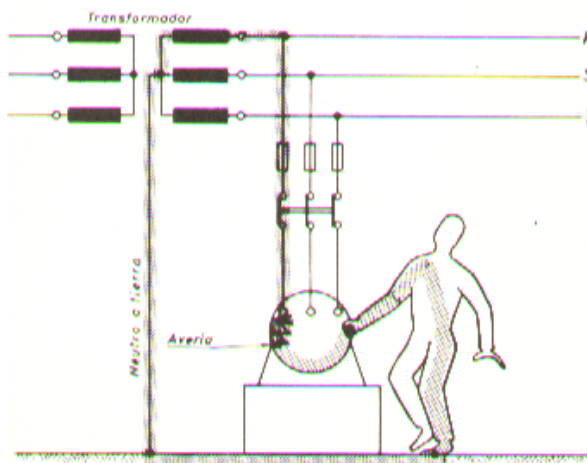


Fig 11

En la fig 11, se puede apreciar otro tipo de contacto indirecto, cuando el individuo topa con su mano la carcasa de un motor no aterrizado y sus pies con el neutro aterrizado, obviamente esta persona va recibir una descarga eléctrica a través de su cuerpo, y se puede hacer una comparación con lo

que ha sucedido y seguirá sucediendo en una residencia, sino se toma las debidas precauciones de aterrizar los sistemas y equipos en forma correcta hecha por profesionales en el campo eléctrico.

Los casos más frecuentes son las descargas eléctricas recibidas por las personas que habitan una vivienda, cuando tocan accidentalmente la bomba de agua, refrigeradora etc, todo esto se debe, cuando los equipos o el sistema no esta aterrizado.

Hasta aquí tal vez, no se tenga muy clara la idea del porque se debe aterrizar el sistema y los equipos, para seguridad de los mismos y personal, eliminando la no sana costumbre que la mayoría de las personas actualmente hacen como, conectar cualquier cable clavado o atornillado a la pared; para ello se va hacer una breve explicación de que es un sistema o, un equipo aterrizado correctamente.

**Un sistema de puesta tierra está formado o constituido de tres partes:**

- a.- Circuitos de conductores de unión
- b.- Electrodo o toma de tierra
- c.- Tierra propiamente dicha

### a.- Circuitos de conductores de unión

Estos conductores deben ser de una sección apropiada a la corriente de falla, para evitar inadmisibles calentamientos en los mismos. Como mínimo esta reglamentado:

Hilo o cable de cobre estañado.....	35 mm <sup>2</sup>
Hierro galvanizado .....	100 mm <sup>2</sup>

Estas secciones de los conductores, se refieren al sistema de tierra propiamente dicho; los demás circuitos que, agrupados en paralelo, se conectan, tendrán que ser como mínimo, de 25 mm<sup>2</sup>, este cable no debe tener empalmes en su trayecto excepto si este llega a una barra de distribución.

En la tabla 1 se da a conocer, las corrientes admisibles más empleadas como conductores en los circuitos a tierra.

Corriente admisible en los conductores a tierra con una temperatura final de 150°C



Sección en mm <sup>2</sup>	Máxima corriente admisible		
	Conduct. de acero	Conduct. de alumin	Conduct. De Cobre
35	-	200	250
50	100	250	350
70	175	-	-
100	200	-	-
200	300	-	-

Tabla 1

Otro factor que es de vital importancia y que hace único el sistema de tierra, es el tipo de terreno donde se va a realizar el montaje de estos sistemas. A continuación se expone la tabla 2, que aclarará la importancia del tipo de terreno:

Tipo de terreno	Ohms - metro
Terreno pantanoso o húmedo	50
Tierra de labor o arcillosa	100
Tierra arenosa húmeda	200
Tierra arenosa seca	1000
Tierra guijarrosa	1000
Suelo rocoso	3000

Tabla 2

Ahora bien, la difusión de la corriente que va circular por el terreno, va ocasionar una caída de voltaje en función de la resistencia del mismo. Se ha demostrado que la caída de tensión es máxima en la vertical de la toma de tierra y disminuye a medida que aumenta en forma radial, desde la toma de tierra; y que a unos 20 mts, de dicha toma resulta despreciable ( Ver fig 13 ),

como resultado de esto se puede observar, que se forma una especie de embudo de tensión en las zonas próximas a la toma de tierra ( Fig 12 ).

Si se realiza mediciones de voltaje metro a metro, se va a obtener un gráfico, que van a formar curvas de potenciales con forma de embudo, y que en un plano horizontal va tener la forma como se muestra en la siguiente figura 12 y 13.

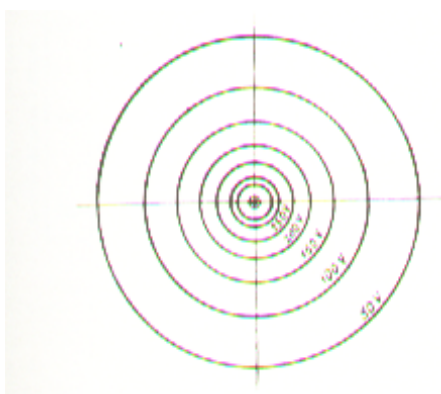


Fig 12

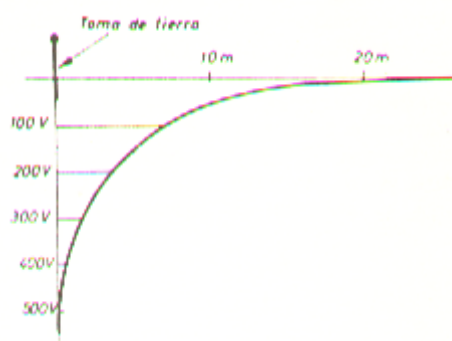


Fig 13

Por ello cuando una persona camina paso a paso hacia el lugar de la toma de tierra, está sometida a una tensión conocida como tensión de paso, esto se refiere a un metro de longitud de paso para el hombre, y a 1,5 mts para los animales domésticos. Esta tensión de paso puede resultar peligrosa en determinadas circunstancias, sobre todo si la toma de tierra no esta enterrada lo suficientemente profunda, donde el peligro es mayor para los animales domésticos, porque la mayor separación entre las extremidades, sirve de puente para mayores tensiones y, además por su constitución anatómica, el corazón se encuentra en la trayectoria de la corriente ( Ver fig 14 )

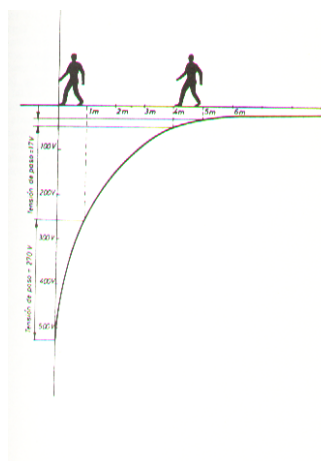


Fig 14

Si se desea evitar los peligros de la tensión de paso, habrá que enterrar la toma de tierra lo más profundo, pero en ocasiones esto no es posible debido a que el terreno puede ser rocoso, por ello hay que recurrir a las tomas de

tierras de mando, que están constituidas por bucles concéntricos colocados a cierta profundidad alrededor de las tomas de tierra y unidas eléctricamente entre sí, por medio de conductores metálicos. Colocando los bucles a igual profundidad que las tomas de tierra, se obtiene un embudo de potencial como aquel que está representado en la fig 15, o sea que en la proximidad de las tomas de tierras la variación de potencial es prácticamente nula. Esta variación de potencial aparece a partir del bucle más alejado y, además es más aplanada que la correspondiente a la toma sin toma de mando.

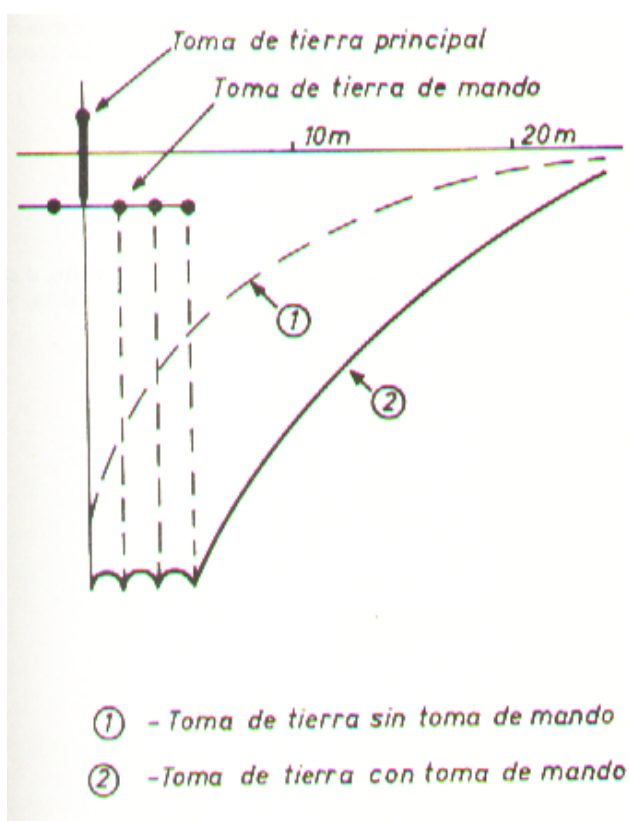


Fig 15

A continuación se expone algunos tipos de tomas de tierra que van ayudar a tener una mejor idea sobre el tema:

a.- Tipo pica ( La más usada )

b.- Tipo esfera

c.-Tipo platina

### a.- Tipo Pica

Este sistema es muy empleado, consiste en clavar en forma vertical, varillas de cooperweld o tubos de hierro galvanizados a profundidades adecuadas, donde el diámetro del tubo apenas influye en el valor de la resistencia eléctrica, para una profundidad (  $t$  ) se tiene: Resistividad del terreno ( Tabla 2 ) dividida para la profundidad a que se entierra la toma de tierra ( Ver fig 16 ), donde  $R_t = \text{ohms}$  ( Ec 1 )

$$R_t = \frac{\rho}{t} \quad (\text{Ec. 1})$$



Fig 16

Cuando la resistencia deseada no se logra obtener, con una sola toma de tierra, se clavan otras, donde la distancia entre las varillas, por lo menos deben ser igual a la profundidad  $t$ , a la que están clavadas las picas. Caso contrario la instalación de las tomas de tierra resultaría contraproducente, porque el embudo de tensión obtenido resultaría peligroso.

### **b.- Tipo esfera**

Este es otro tipo de toma de tierra que abarca una mayor superficie con respecto a la anterior toma de tierra y, que a continuación se expone (Fig 17)

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi d \left(1 - \frac{d}{4t}\right)} \quad (\text{Ec. 2})$$

#### **Donde :**

$d$  = es el diámetro de la toma de tierra

$t$  = es la profundidad a la cual está enterrada la toma

$\rho$  = *resistividad* del terreno ( ver tabla 2 )

Para este tipo de toma a tierra se utiliza la Ec 2

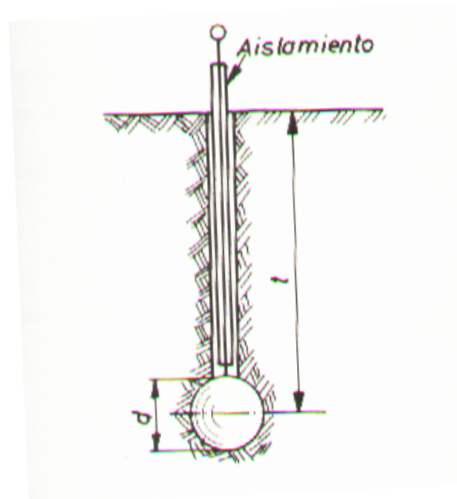


Fig17

### c.- Tipo platina o placas

Este es otro tipo de tomas de tierra, que se las colocan enterradas sobre el suelo verticalmente; como las bases de una maquina ( Ver Fig 18 ) :

$$R_t = \frac{\rho}{4d} \quad (\text{ Si la toma de tierra es una placa circular } ) \quad (\text{ Ec 3 } )$$

$$R_t = \frac{\rho}{4.5\sqrt{ab}} \quad (\text{ Para toma de tierra tipo placa cuadrada o rectangular } ) (\text{ Ec 4 } )$$

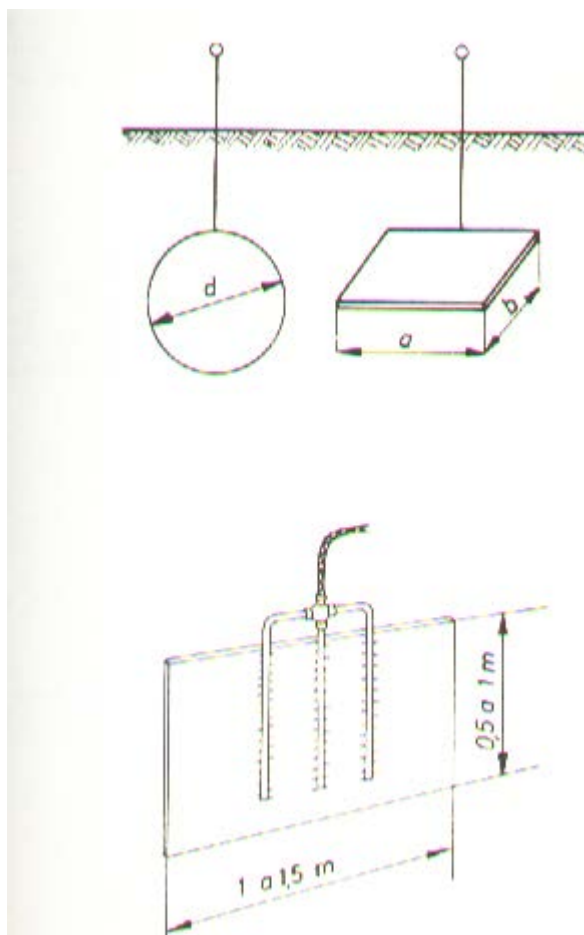


Fig 18

La forma y ubicación de la tomas de tierras, deben ir protegidas en lugares apropiados y que presten facilidad para su mantenimiento, sea este, preventivo o correctivo; a continuación se expone la siguiente fig 19, que dará una mejor idea en cuanto a su montaje:



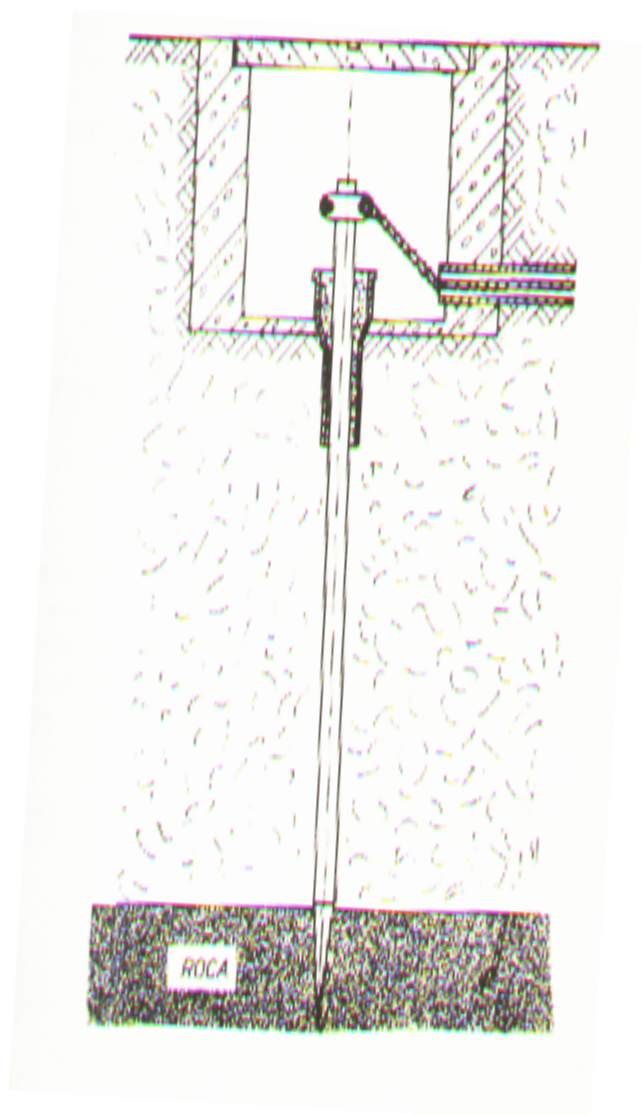


Fig 19

Otro tipo de tomas a tierras, esta el tipo Pletina, el tipo Bucle, que a continuación se describe ( ver fig 20 ).

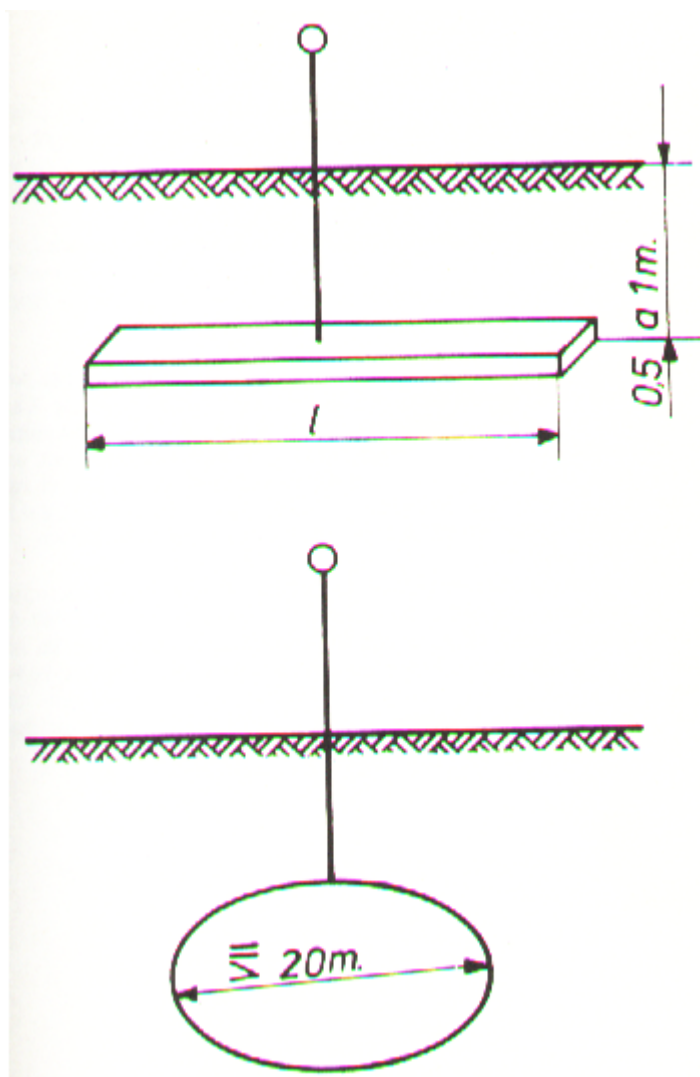


Fig 20

En el caso de las tomas de tierra tipo pletina, estas se colocan a poca profundidad y en forma horizontal, se las extiende en una gran superficie y

son utilizadas, sobre todo, en instalaciones a la intemperie y, también en lugares donde no puede ser instaladas otro tipo de toma de tierra, como por ejemplo en terrenos rocosos.

Si  $l$  es la longitud de la toma de tierra tipo pletina, entonces la resistencia eléctrica será:

$$R_t = \frac{2\rho}{l} \text{ ohmios} \quad (\text{Ec } 5)$$

Por lo tanto, indistintamente se puede utilizar para las tomas de tierra, conductores en forma de tubos o en forma de pletina, ya que la forma de estas tomas, no influyen en la resistencia.

En la forma bucle, el conductor que constituye la toma de tierra se cierra en si mismo para formar un bucle ( rectangular, circular etc. ), la resistencia aumenta. En la práctica se puede tomar, muy aproximadamente, de la Ec 5.

Para concluir con los tipos de toma de tierra, se expone tres tipos más ( Ver fig 21 ), como:

a.- Estrella

b.- Circular estrella

c.- Malla

En el tipo estrella, a partir de 6 ramificaciones, el aumento de estas contribuyen poco a la disminución de la resistencia, por lo que se adopta este número como máximo, además los ángulos no deben ser menor a  $60^\circ$ .

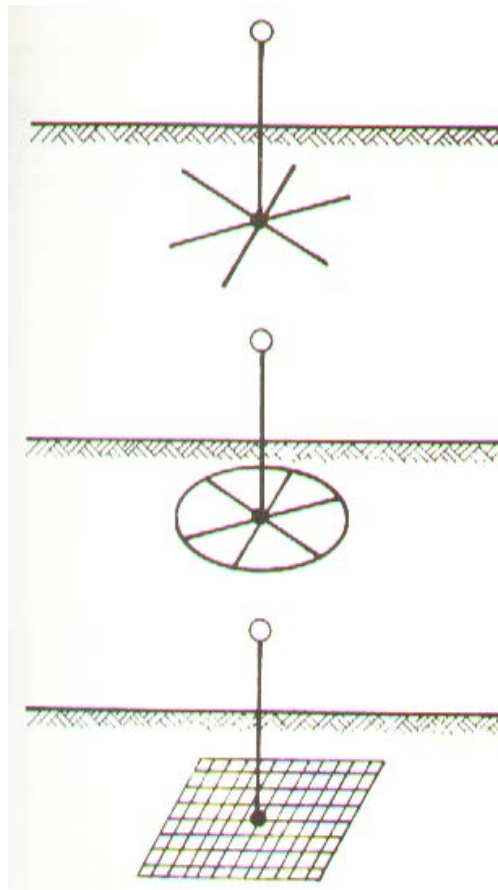


Fig 21

El cálculo de puesta a tierra en el tipo estrella, se aplica la misma fórmula que, para el caso de Pletina ( Ec. 5 ), ( Ver fig 21 ).

La toma circular estrella, se forma uniendo todos los extremos de sus ramificaciones por medio de otro conductor en forma circular, constituyendo un bucle y su resistencia se la calcula con la Ec. 5.

Puede formarse una excelente toma de tierra, mediante un enmallado metálico rectangular. En este caso la fórmula para calcular la resistencia eléctrica es la Ec. 4 y, la maya cuyo lado mayor no debe exceder los 20 mt de longitud.

Para el montaje de tomas de tierra tipo pletina, estrella o en malla, se emplea alambre de acero de sección mínima  $100 \text{ mm}^2$ , para tipo placa, un espesor mínimo de 3 mm, el cable de hierro galvanizado, puede ser utilizado, pero debe tener una sección mínima de  $95 \text{ mm}^2$ . En ocasiones se emplea también, el acero cobreado con una sección mínima  $50 \text{ mm}^2$ . Finalmente se utiliza con frecuencia un conductor desnudo de cobre de sección  $35 \text{ mm}^2$ .

Todos los tipos de tomas de puesta a tierra expuestos anteriormente, deben de ser conectadas solidamente a sus respectivos conductores previamente

calculados para su respectiva falla a tierra, por medio de fundición o, grapas de conexión para puestas a tierra ( Ver fig 22 y 23 ), siendo estas las más utilizadas.

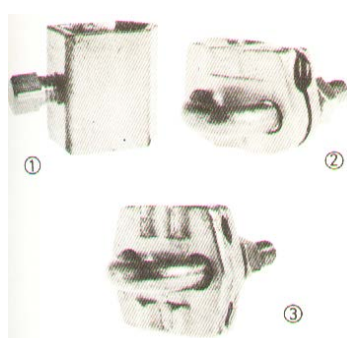


Fig 22



Fig 23

Estos dispositivos de conexión, facilitan la instalación de los conductores de protección, las líneas de enlace con tierra, con el tipo de toma de puesta tierra que se haya elegido según el tipo de terreno, o caso que se requiera.

En las fig. 22 y 23, se pueden apreciar 5 modelos distintos de grapas de conexión para puestas a tierra, fabricadas por la firma CRADY.

Estás, están construidas de latón estampados y diseñadas para permitir la conexión vertical a la pica o toma a tierra ( Ver fig 22, grapa 1 ), la conexión

horizontal y de paso ( Ver fig 22, grapa 2 y 3 ), para enlace entre varias picas, y las uniones a masa ( Ver fig 23, grapa 4 y 5 ).

Luego de haberse expuesto como esta constituido o formado un sistema de puesta tierra y, teniendo ahora una idea mas clara de todos los elementos que la constituye, se va a exponer la fig 24 y 25, que dará una idea mas precisa en cuanto a la protección de los equipos y personal se refiere.

Si se observa nuevamente las fig 10 y 11, se puede apreciar que el tablero de control y el chasis del motor, no están conectados por ningún medio a tierra, permitiendo de esta manera, recibir la persona, un diferencial de potencial a través de su cuerpo entre la parte metálica del tablero o chasis del motor y tierra.

Observando ahora las mismas fig 10 y 11, pero debidamente aterrizadas como se aprecian en las fig 24 y 25, de mejor manera, que las puestas a tierra crean un puente de muy baja resistencia entre las partes metálicas, tanto del tablero, chasis del motor y tierra, reduciendo así el riesgo de, recibir la persona, voltajes peligrosos, que ponen en peligro su seguridad, lo mismo sucede para los equipos.

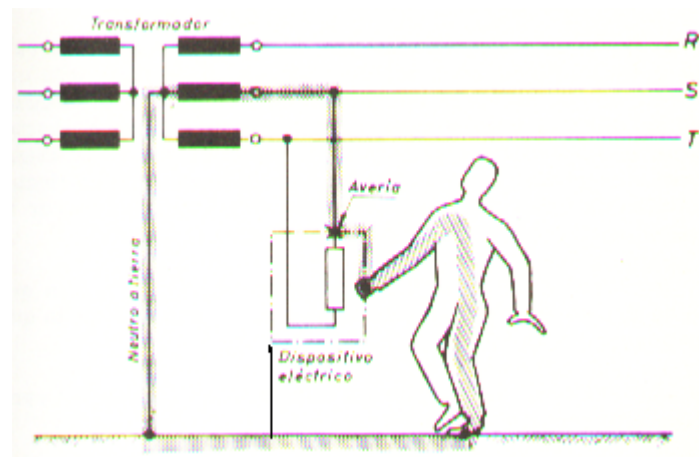


Fig 24

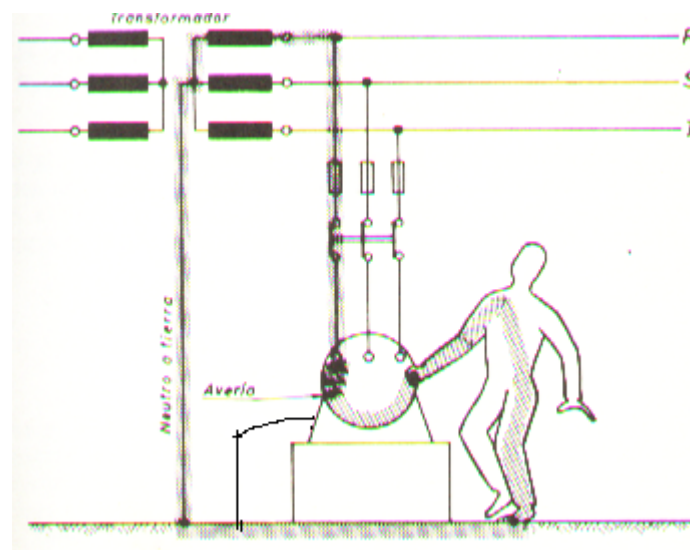


Fig 25

### 1.2.5.- Circuitos de servicios

Se conoce como circuitos de servicios, aquellos que están para cubrir las diferentes necesidades del usuario o abonado, los mismos pueden estar



constituidos en grupos o en forma independientes según el tipo de carga y fin que se le vaya dar, se derivan del panel de disyuntores.

Para una mejor comprensión, se va a dar varios ejemplos: Como circuitos de servicio en grupo se tiene, los circuitos de tomacorrientes y de alumbrado, que según el área de la vivienda puede haber desde uno a varios grupos o circuitos, donde cada uno de ellos está formado de 6 a 8 tomacorrientes y salida para alumbrado, conocidos como puntos eléctricos y, la cantidad de puntos por circuitos depende del tipo de vivienda, sea esta, económica o no. Cada grupo o circuito de puntos eléctricos pueden cubrir una o varias áreas de la vivienda.

En cambio los circuitos de servicio independiente son aquellos que están formados por un solo punto eléctrico, o máximo dos por circuito, se refiere a un solo tomacorriente o una sola salida para alumbrado, dependiendo fundamentalmente de su demanda de carga, derivándose estos también del panel de disyuntores, protegidos todos estos de su respectivo disyuntor. Como ejemplo de este tipo de circuito de servicio se tiene, la bomba de agua, refrigeradora, acondicionador de aire, Lavadora de ropa, etc.

En la fig 26, se puede apreciar los diferentes circuitos, derivados del panel de disyuntores o breakers y cada circulo con su respectiva denominación, por ejemplo: El que está, con la T1, representa a un circuito formado por 4, 6 u 8 tomacorrientes de servicio general, para una varias áreas de la vivienda, el A1 representa a otro circuito de alumbrado general, que puede estar constituido de 4 a 8 puntos o salida, obviamente con sus respectivos interruptores para poder activar o desactivar una luminaria o un grupo de luminaria, y se derivan de su respectivo disyuntor, que esta en el panel general.

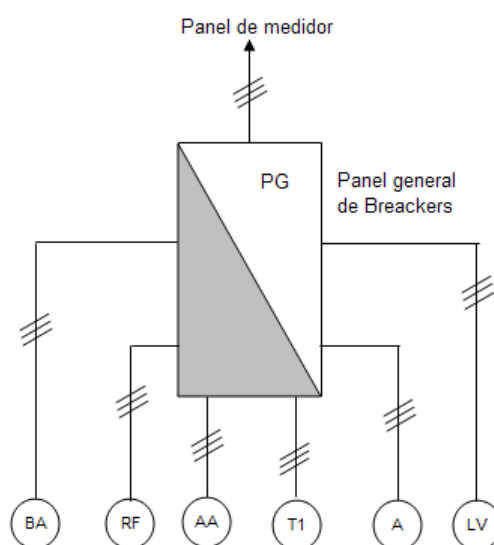


Fig 26

La bomba de agua ( BA ), refrigeradora ( RF ) y la lavadora de ropa ( LV ) son circuitos independientes y con un solo tomacorriente, por lo general son de 110 VAC, salvo excepciones como, los acondicionador de aire y en algunos casos la bomba de agua según sus HP ( Caballos de fuerza ).

Cada tomacorriente de servicio general de 110 VAC, o tomacorriente para cargas independientes sean estas de 110VAC o de 220VAC, en especial las duchas eléctricas deben ir debidamente aterrizadas, el porque de esto, ya se hablo en la parte que corresponde a tierras, para un mejor entendimiento de cómo se debe aterrizar un tomacorriente de 110 VAC para servicio general, se puede ver la fig 27, donde existe un tercer terminal de donde se deriva un tercer cable que va conectado a tierra y al neutro también, según el caso.

El aterrizaje de los tomacorrientes, evitará que cualquier persona sufra una descarga eléctrica por accidente, ya que la seguridad debe prevalecer ante cualquier ahorro de dinero.

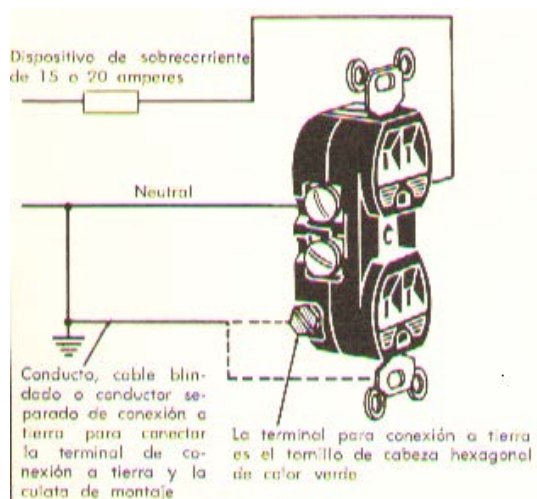


Fig 27

Para tener una mejor idea de la forma o aspecto, que tiene un panel general, lugar donde se derivan los circuitos de servicios, tanto generales e independientes se expone a continuación la siguiente figura 28:



Fig 28

La fig. 28, da a conocer un tablero general ( Tipo monofásico 220 – 110 VAC empotrable de 12 puntos ), utilizado normalmente en una casa de cualquier abonado, donde se puede apreciar también, las respectivas protecciones que van conectadas en el, que son del tipo enchufable las mismas son visibles en la fig. 29, tanto su aspecto interior como exterior:

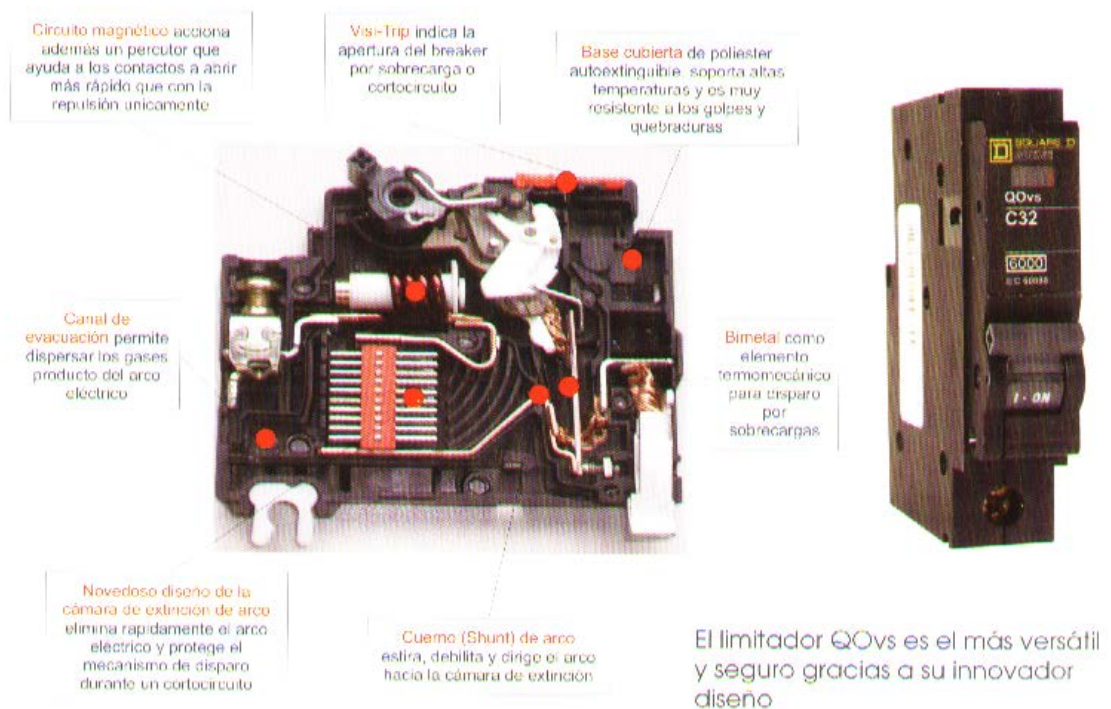


Fig 29

Estos disyuntores o breakers, poseen una bincha en su parte posterior, que ayudan a su conexión en las barras, que tiene el tablero para que queden conectados en forma segura ( Ver fig 30 ) y, donde se deriva la respectiva alimentación a los circuitos de servicio general, en este caso de 110 VAC porque se trata de un breaker de un solo polo, existen breakers de dos polos que son utilizados como protección de circuitos independientes a 220 VAC, un tercer tipo de disyuntores se tiene, el de tres polos ( Ver fig 31 ), que son utilizados en sistemas industriales ( Trifásico ) a 220, 440 y 600 VAC.

El neutro es aquel que se encuentra en la parte inferior de la fig 29, de donde también se deriva la conexión a tierra, para uso general.

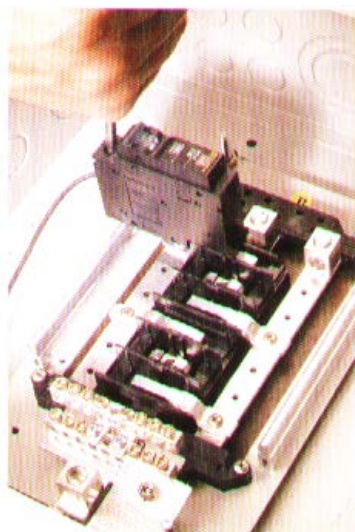


Fig 30

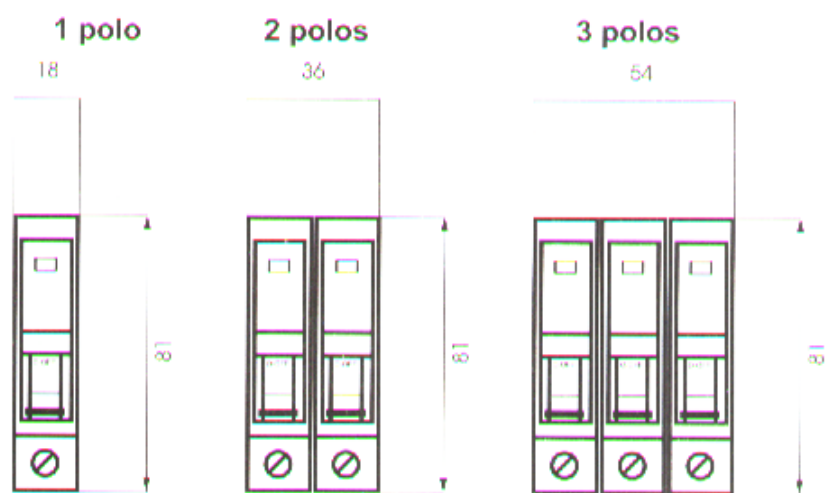


Fig 31





# CAPITULO 2

## CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIDOR

### 2.1.- Introducción

Para poder tarifar la energía eléctrica consumida por los abonados, las compañías suministradoras aplican el reglamento aprobado por el CONELEC.

La utilización de contadores de energía no solo permite llevar un mejor control de la energía consumida por cada usuario, sino también, sirve para establecer gráficos de consumo, para poder hacer nuevas instalaciones en el sector, introducir nuevas tarifas para los distintos sistemas de consumo, **aplicando rebajas progresivas en función de la energía consumida, permitiendo controlar las horas de mayor o menor demanda de energía eléctrica.**

### 2.2.- Conceptos previos

Para poder entender con claridad cual es el fundamento de los contadores eléctricos, se va a exponer algunos conceptos previos sobre la energía en general y, más en particular, sobre la energía eléctrica.

Cuando se dice que un cuerpo o un sistema tiene energía y, que puede producirla y cederla, quiere decir que es capaz, por sí solo o a través de un medio, producir trabajo.

Se conoce que, la energía se divide en dos clases fundamentales como: Energía Potencial y Energía Cinética.

Por ello no se entra en detalles, que llevarían muy lejos. Para clasificar el significado de estas dos clases de energía, se cita los siguientes ejemplos.

#### **Central Termoeléctrica:**

Una determinada cantidad de carbón o de otro tipo de combustible, tiene una energía potencial, proporcional a la cantidad y calidad del material de combustible existente. Si se quema dicho combustible, se va obtener una energía Cinética aprovechable a través, de un elemento transmisor ( Vapor de agua ) en una turbina, dicha energía pondrá en movimiento a esta, que a su vez transmitirá movimiento al eje del generador ( Energía Mecánica ), donde esta, se convertirá luego, en energía eléctrica; para visualizar mejor se puede ver la fig 32. Se trata de una mediana central termoeléctrica cuyo combustible utilizado es Diesel, en donde se puede apreciar los generadores, turbinas, y la respectiva cámara de combustión.

## CENTRAL TERMOELÉCTRICA

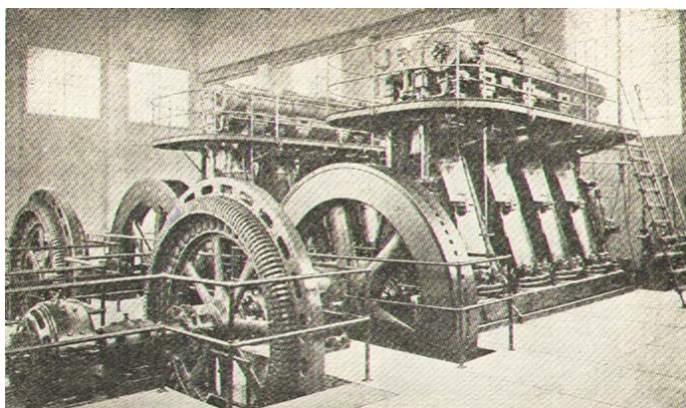


Fig 32

A continuación, se expone un tipo de turbina ( Fig 33 ) utilizada en una central termoeléctrica:

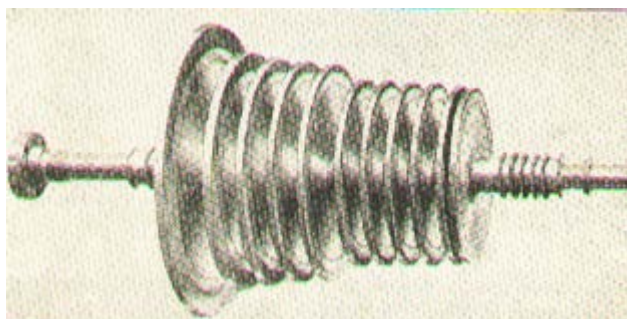


Fig 33

### **Central hidráulica:**

En este tipo de central, el agua que se encuentra en el embalse, tiene una energía potencial, proporcional a la cantidad de agua embalsada y a su nivel respecto al elemento transformador o turbina hidráulica. Según el principio de

la conservación de energía, toda energía potencial puede transformarse en energía cinética en las turbinas de la central, excepto las correspondientes pérdidas de energía en el salto ( Ver Fig 34 y 35 )

### **Sala de generadores de una central hidroeléctrica**

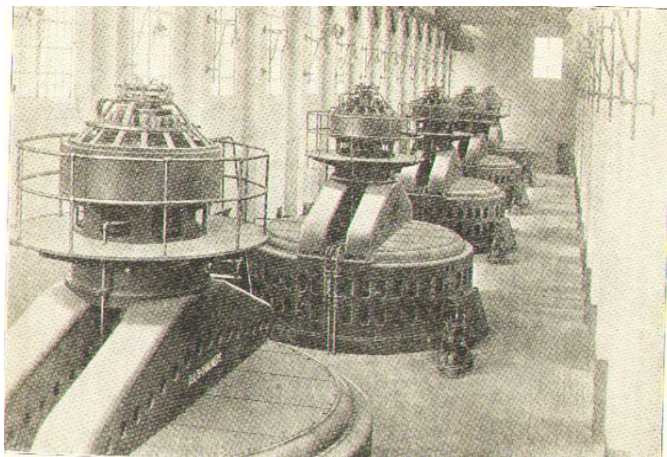


Fig 34

### **Turbina Hidráulica**

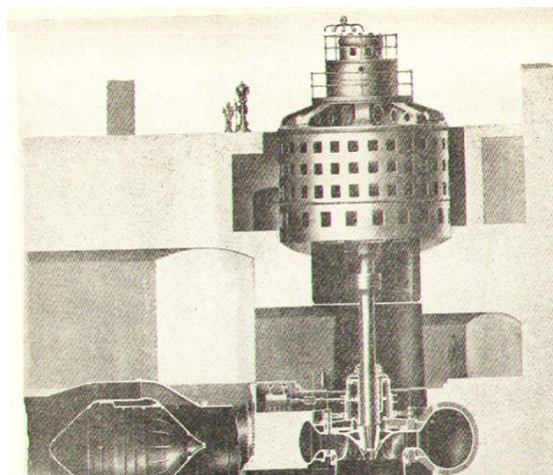
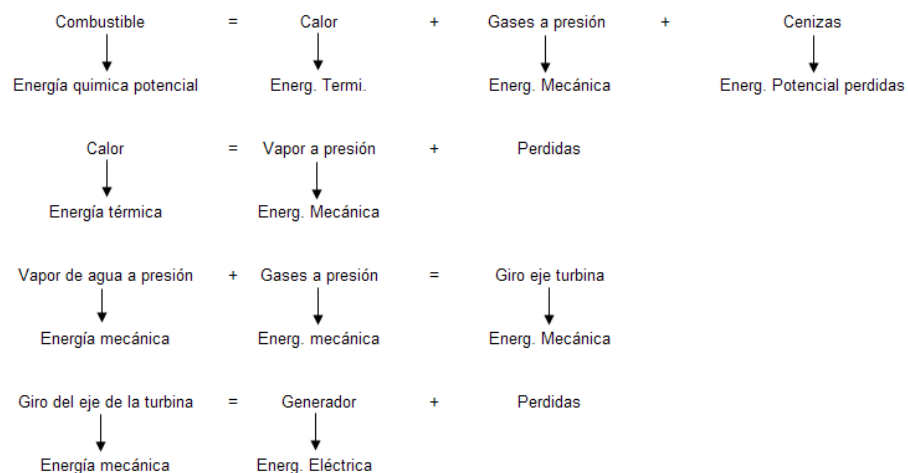


Fig 35

### Central nuclear:

En una reacción nuclear, la energía potencial contenida en el Uranio u otro elemento radioactivo, al saltar entre dos niveles energéticos distintos cederá una energía cinética, compensando la diferencia de potencial entre ambos niveles.

Por tanto, las transformaciones energéticas se producen directamente o a través de otras formas de energía. Los diversos estados en que aparecen son:



### 2.3.- Fundamentos de los contadores de energía eléctrica

Los contadores de energía eléctrica son aparatos integrados ( Totalizadores o sumadores ) que indican el consumo total de energía durante un tiempo

determinado. Es decir, indican los valores instantáneos de una magnitud eléctrica ( en este caso la energía ). Esto es correcto, si se toma en cuenta que la energía es función, no solamente del producto de la intensidad ( Amperios ) y de la tensión ( Voltios ), que da la potencia eléctrica, sino también del tiempo durante el cual estas magnitudes hayan actuado. La expresión general de la energía eléctrica es la siguiente:

$$W = K \int uidt \quad (\text{Ec. 6})$$

Suponiendo que, tanto la tensión como la intensidad de corriente son variables con el tiempo. Algunas veces, la tensión y la intensidad son constantes o puede considerarse constantes, en este caso la expresión anterior de energía quedaría:

$$W = KUI \int dt \quad (\text{Ec. 7})$$

O sea que, para contar la energía consumida, bastará con medir el tiempo durante el cual se consumió la potencia constante:

$$P = UI \quad (\text{Ec. 8})$$

Los contadores de este tipo, que solamente cuentan el tiempo en que el circuito consumidor permanece cerrado, se denominan contadores de tiempo y son los más sencillos puesto que están constituidos por un mecanismo de

relojería, que se pone en marcha al cerrarse el circuito y se para en el momento en que el circuito se abre.

El mecanismo de relojería acciona un mecanismo contador que cuenta el tiempo total o, si los valores constantes de la tensión y de la intensidad son conocidos, las indicaciones de este mecanismo contador pueden estar expresadas directamente en unidades de energía ( Vatios – seg, vatios – hora, o kilovatios – hora, según el caso ). Los contadores de energía eléctrica alterna existe en varios tipos como:

Contadores de inducción: Contadores de corriente alterna monofásica y contadores de corriente alterna trifásica

#### **Contadores corriente alterna monofásica**

- a.- Energía activa
- b.- Energía reactiva
- c.- Aparente

#### **Contadores de corriente alterna trifásica**

- a.- Energía activa
- b.- Energía reactiva
- c.- Aparente

## 2.4.- Constitución general de un contador de energía eléctrica

Los contadores de energía tienen los siguientes elementos constructivos:

- a.- Elementos eléctricos de medida
- b.- Elementos mecánicos de soporte
- c.- Elemento de frenado
- d.- Caja de bornes
- e.- Totalizadores

A continuación se muestra los diferentes elementos constructivos ( Ver fig 36 y 37 ), en la fig 38 se puede apreciar el bloque de conexión de un contador de energía eléctrica tipo inducción.

El aspecto exterior de un contador de energía tipo inducción se vio ya en la fig 7 del capítulo 1.

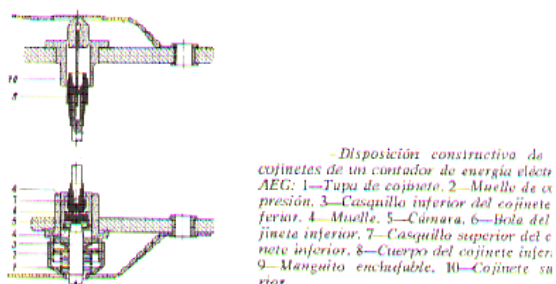
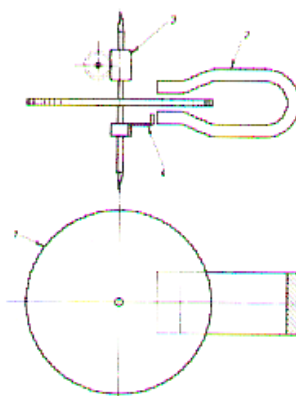


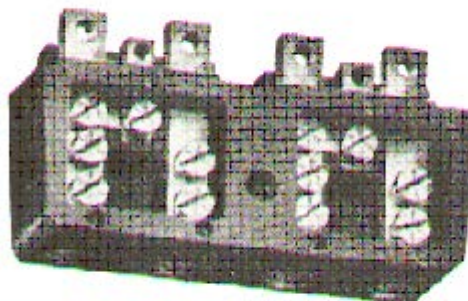
Fig 36





—Fruto de corrientes parásitas de un contador de energía eléctrica.  
1—Disco de frenado, 2—Imán permanente, 3—Tornillo sin fin, 4—Bandera rotatoria.

Fig 37



—Bloque de bornes de conexión de un contador de energía eléctrica.

Fig 38

## 2.5.- Totalizadores para contadores de energía eléctrica

Los totalizadores son los encargados de permitir las lecturas de la energía consumida en un intervalo de tiempo y, forma parte del medidor, para tener

una idea más clara de su forma y mecanismo se puede apreciar en las fig 39 y 40.

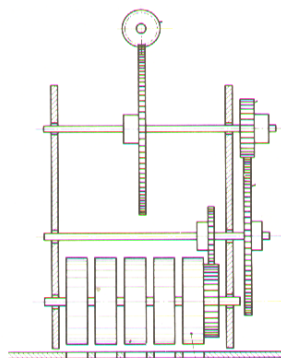


Fig 39

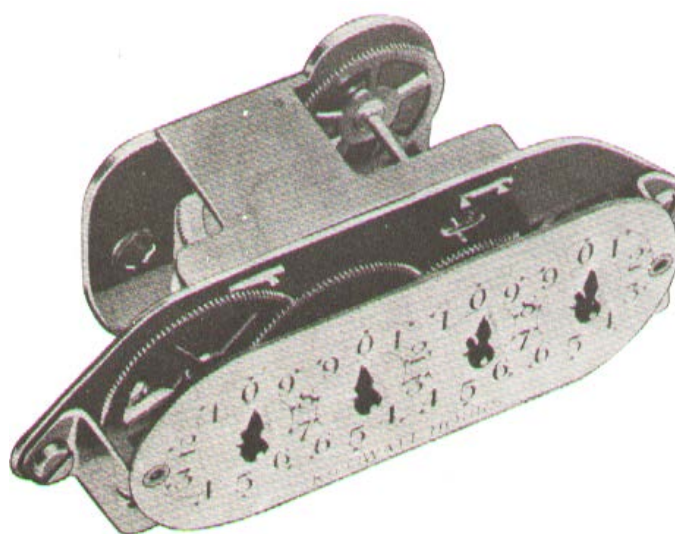


Fig 40

## 2.6.- Contadores de energía eléctrica de corriente alterna

Estos contadores son los más utilizados en la actualidad, tanto para usuarios residenciales, comerciales e Industriales y, son tipo inducción, en la siguiente fig 41 se puede apreciar como esta constituido en su interior, cuyas parte son:

- a.- Disco móvil de aluminio ( D )
- b.- Imán de frenado ( H )
- c.- núcleo de hierro de la bobina de tensión ( Nu )
- d.- Núcleo de hierro de la bobina de corriente ( Ni )
- e.- Bobina de tensión ( Bu )
- f.- Bobina de intensidad o corriente ( Bi )
- g.- Totalizador ( Z )
- h.- Tensión de la red ( U )
- i.- Corriente de carga ( I )
- j.- Flujo magnético de la bobina de tensión (  $\Phi_u$  )
- k.- Flujo magnético de la bobina de corriente (  $\Phi_i$  )
- l.- Flujo magnético en derivación (  $\Phi_D$  )

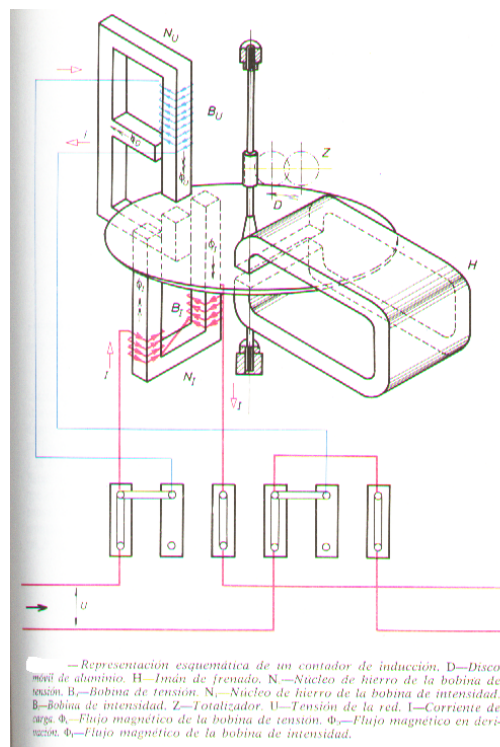


Fig 41

## 2.7.- Factores que influyen en la exactitud de los contadores

La exactitud de los contadores de inducción está influida por los siguientes factores:

- a.- Corriente de carga
- b.- Variaciones de la tensión en la red
- c.- Variaciones de la frecuencia de la red
- d.- Temperatura ambiente

### a.- Influencia de la corriente de carga

Los errores que se introducen por este factor, se debe fundamentalmente a los rozamientos entre los cojinetes, engranajes etc. Para cargas pequeñas, en las que la energía perdida en estos rozamientos, constituyen una parte apreciable, los errores son mayores.

Para mayores cargas, los errores disminuyen y las indicaciones del contador son más, exacta, cuando aumenta la carga, crece la velocidad del disco y de las otras partes móviles del contador y, por lo tanto, también aumentan las perdidas por rozamiento, pero este aumento es despreciable en comparación con el aumento de la carga.

Para tener una idea más clara sobre la variación de la exactitud en función de la carga se expone la siguiente figura 42, cuya ordenada contiene los porcentajes de error, y en su abscisa se encuentra los porcentajes de carga, y esta definida por la siguiente expresión:

$$Error = \frac{Kw - hmedidos - Kw - hreales}{Kw - hreales} \times 100 \quad (\text{Ec. 9})$$

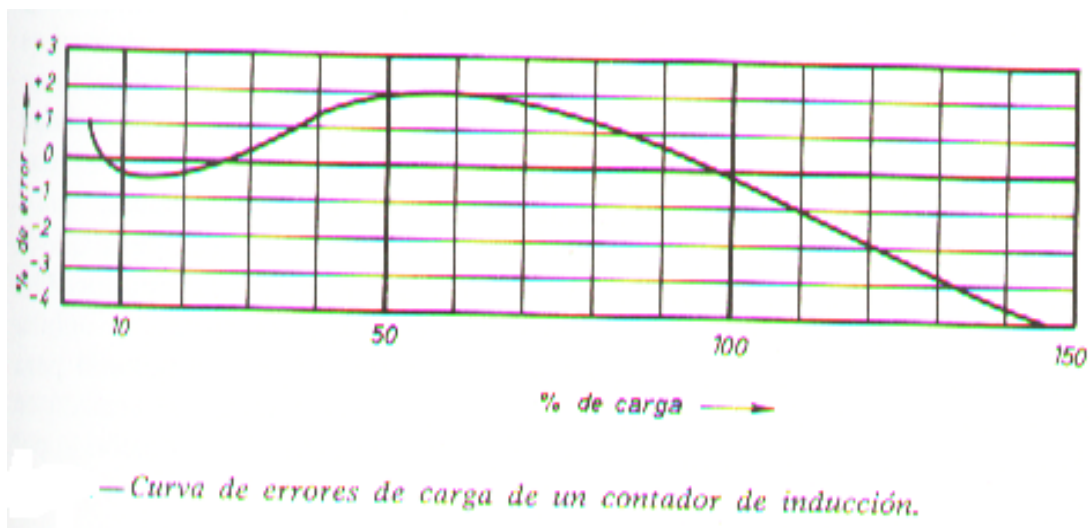


Fig 42

La Ecuación # 9, permite calcular el error en %, y resulta de la diferencia entre los Kw – h medidos menos los Kw – h reales, este resultado dividido para los Kw – h reales. Donde la comisión Electrotécnica Internacional admite un error de  $\pm 2\%$  para cargas medias y de  $\pm 2.5\%$  para cargas muy pequeñas o muy grandes.

Las pérdidas por rozamiento, es el factor que influye más en la exactitud de las medidas de los medidores o contadores de energía.

## 2.8.- Contador de corriente monofásica para energía activa

Ya se trató, como están estructurados los contadores de corriente alterna y, en corriente alterna monofásica el valor de la energía activa es:

$$W = UI \cos \phi t \quad (\text{Ec. 10})$$

Ahora se va a tratar sobre la forma de conectar estos contadores de energía según el tipo de alimentación que se tenga, para ello, se presenta las siguientes fig 43 y 44, son los tipos de conexiones de estos contadores:

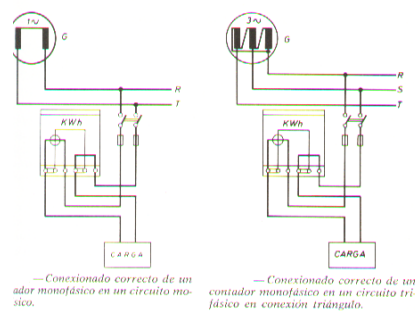


Fig 43

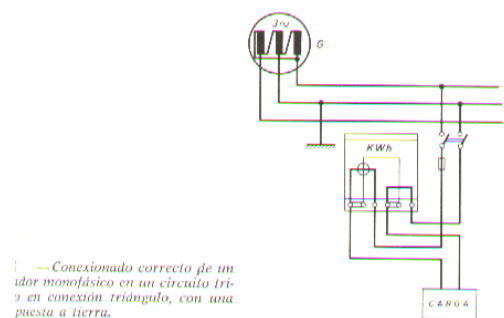


Fig 44

## **2.9.- Ampliación del campo de medida de los contad. de corriente alterna**

Resulta difícil construir contadores de corriente alterna para elevadas intensidades de corriente, como también, para altas tensiones, en la práctica, el límite de intensidad es de 100 Amp. y, el límite de tensión es de 750 voltios.

Por encima de estos valores indicados, es necesario utilizar transformadores de medida, que transforman las intensidades ( Transformador de corriente ) y las tensiones ( transformador de tensión ) que se han de medir, permitiendo de esta manera ampliar los rangos de medición y, a la vez separando las tensiones altas con las bajas tensiones, reduciendo los riesgos de contactos directos e indirectos, ya que, los núcleos de los transformadores van debidamente aterrizados.

Para el caso de los transformadores de intensidad existen entre sus arrollamientos relaciones de transformación de 10 : 5, 30 : 5, 50 : 5, etc, más adelante se tratará con más detalle, sobre este tipo de transformadores.

Para los transformadores de tensión, existen arrollamiento cuyas relaciones de transformación, quedan en el lado de baja 100 voltios y, su núcleo va



aterrizado, en forma correcta, eliminando también los riesgos que representan las cargas estáticas que pudieron haberse acumulado.

### **2.10.- Verificación de contadores de energía eléctrica**

La verificación de los contadores tiene por objeto, determinar el grado de exactitud o el error con que el contador mide la energía consumida, por comparación con otros aparatos de medida de precisión que, en la práctica se los conocen como aparatos patrones.

Por ello, antes de su instalación definitiva se debe revisar estos contadores, o en el caso, de que un contador ya lleve un tiempo operando se los debe chequear con cierta frecuencia para tranquilidad de los proveedores del fluido eléctrico como de los usuarios, sobre todo de los abonados porque solo así tendrían la certeza, de que están pagando por lo justo que consumen.

Existen normas dictadas por la Comisión Electrotécnica Internacional, estipuladas por esta organización con respecto a los contadores, entre ellas esta la expresión dada anteriormente ( Ec. 9 ), que indica como obtener el error en tanto por ciento de los medidores, para mayor información, se pone en conocimiento la siguiente tabla 3:

## Limites de error en los contadores de energía eléctrica

### Según norma de la C. E. I

% de la intensidad nominal	Factor de potencia	Limite de error en %
0,5	1	El contador de arrancar y seguir funcionando
5	1	aproxi. 2,5 %
10	1	aproxi. 2,0 %
20	0,5	aproxi. 2,0 %
50	1	aproxi. 2,0 %
100	1	aproxi. 2,0 %
150	1	aproxi. 2,5 %

Tabla 3

La tabla 3 expone valores que no se debe exceder, están contemplados a temperatura normal de 20°C, o a la indicada en el aparato, a tensiones y frecuencias nominales.

Cuando no hay corriente en el circuito de intensidad, pero el contador está sometido a tensión, el rotor debe permanecer inmóvil para cualquier tensión comprendida entre el 90 % y el 110 % de la tensión nominal.

En lo que se refiere a los efectos de variación de tensión, cuando un contador está funcionando con factor de potencia igual a la unidad, y con frecuencia nominal 60 Hz, una modificación de mas o menos 10 % de la tensión, respecto a su valor nominal, no deberá producir variaciones en las

indicaciones del contador, que excedan de los valores indicados en la tabla siguiente ( tabla 4 ):

**Variación máxima de las indicaciones de un contador para una  
Variación de tensión del  $\pm 10\%$  de la tensión nominal**

% de la intensidad nominal	Variaciones en las indicaciones en %
10	más o menos 1 %
100	más o menos 1 %

Tabla 4

Con respecto a los efectos que produce las variaciones de frecuencia, se establece que una modificación de un  $\pm 5\%$  de la frecuencia respecto a su valor nominal, no deberá producir variaciones en las indicaciones de los contadores, que no excedan de los siguientes valores ( Ver tabla 5 ):

**Variaciones máximas de las indicaciones de un contador para una  
Variación de frecuencia de  $\pm 5\%$  de la frecuencia nominal**

% de la intensidad nominal	Factor de potencia	Variaciones en las indicaciones en %
100	1	1
10	1	1
100	0,5 en atrazo	2

Tabla 5

En cambio los efectos de las variaciones de temperatura, sobre la temperatura normal de  $20^{\circ}\text{C}$ , se establecen como sigue a continuación: A la tensión y frecuencia nominales, el coeficiente de temperatura de un contador,

por grado centígrado, no deberá exceder de los límites expresados en la tabla 6 siguiente:

**Coefficiente de temperatura máximos admisibles para contadores**

<b>Factor de potencia</b>	<b>Coefficiente de temperatura por grado Centigrado</b>
1	0,10%
0,5 en atrazo	0,15%

Tabla 6

Después de haber presentado algunas tablas en la que se incluyen valores que no se debe exceder, cuando se puede suscitar variaciones tanto de temperatura, tensión como frecuencia también, se va a exponer los procedimientos más empleados en la práctica, para la verificación de los contadores eléctricos:

- a.- Por medio de un medidor patrón
- b.- Por medio de un vatímetro patrón y un cronometro

**a.- Por medio de un medidor patrón**

El contador patrón es un contador de energía eléctrica de construcción especial, de forma que resulte cómodo transportarlo, hasta los lugares en que se haya de efectuar la verificación, son de mayor precisión que los contadores usuales y de gran flexibilidad de funcionamiento, de manera que pueda medirse varias intensidades nominales como: 1, 5, 10, 15 amp, etc.,

como también tensiones nominales como: 127, 220, 380 voltios, a continuación se puede ver un medidor patrón ( ver fig 45 y 46 ).

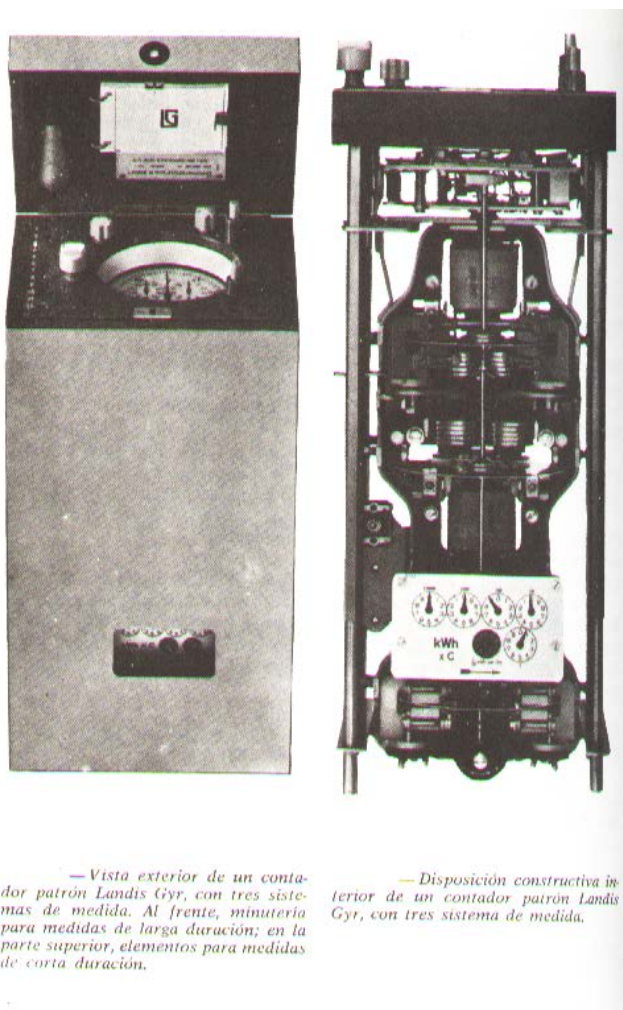
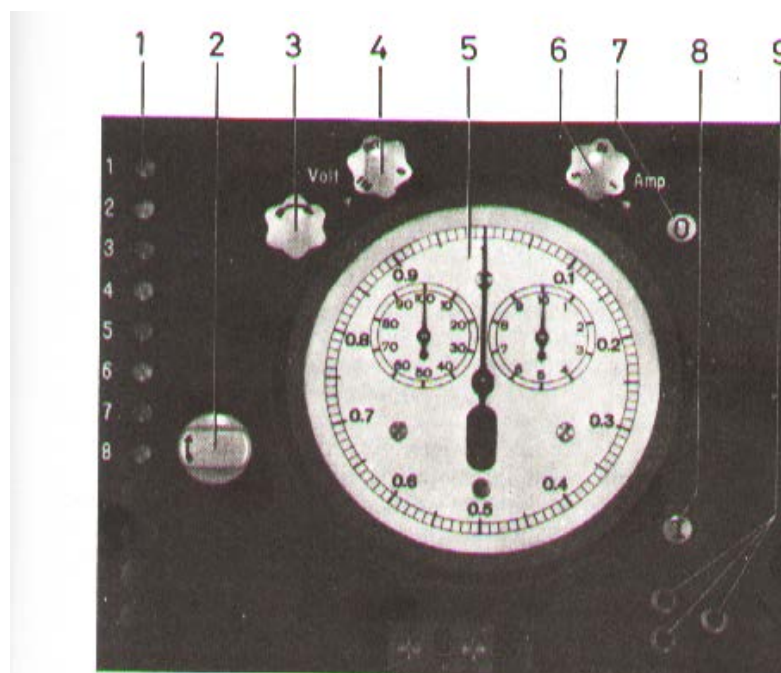


Fig 45

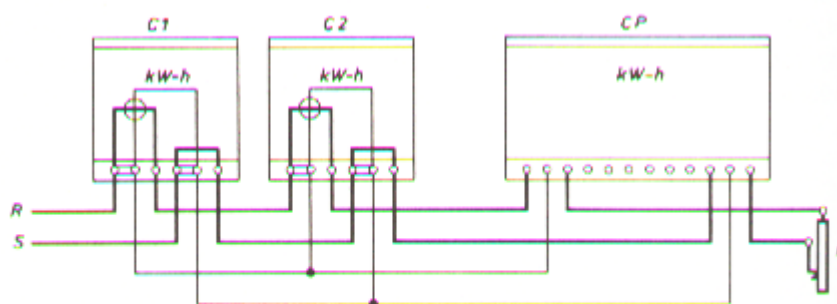


— Elementos para las medidas de corta duración de un contador patrón Landis Gyr. 1—Tornillos de los bornes de conexión. 2—Bloqueo del rotor. 3—Pulsador de retorno a cero de la minutería de revoluciones. 4—Selector de tensiones nominales. 5—Minutería de revoluciones. 6—Selector de alcances de medida de intensidades. 7—Desacoplamiento mecánico (minutería de revoluciones). 8—Acoplamiento mecánico (minutería de revoluciones). 9—Conexión para el cable de mando del interruptor manual (acoplamiento y desacoplamiento eléctricos).

Fig 46

En la fig 45 y 46 se puede apreciar un contador patrón fabricado por firma Landis Gyr y, que puede aplicarse a redes monofásicas y, redes trifásica de tres y cuatro hilos, donde las partes que lo constituyen es indicado en la parte inferior de la figura 45, con este tipo de contador se puede verificar contadores de energía activa y reactiva.

La manera de conectar los contadores monofásicos a verificar con respecto al medidor patrón se expone en la fig 46, y los contadores trifásicos en la fig 47.



— Esquema de conexión para la verificación de contadores monofásicos con un contador patrón. C1, C2—Contadores a verificar. CP—Contador patrón. R—Resistencia de carga.

Fig 47

En la fig 47 se puede apreciar los contadores de energía que están sometidos a prueba ( C1, C2 ), junto al medidor patrón y todo el sistema está conectado a una resistencia variable que hace la veces de carga original, lo mismo se puede apreciar en la fig 48, en cambio aquí se está sometiendo a prueba contadores trifásicos de energía.

Para verificar la carga aplicada, en vatios o en Kilovatios, hay que tomar, mediante un cronómetro, el tiempo durante el cual, el contador patrón efectúa cierto número de revoluciones y calcular mediante la siguiente expresión:

$$K_w = \frac{rpm \times \left(\frac{1}{K}\right) \times 3600}{T} \quad (\text{Ec. 11})$$

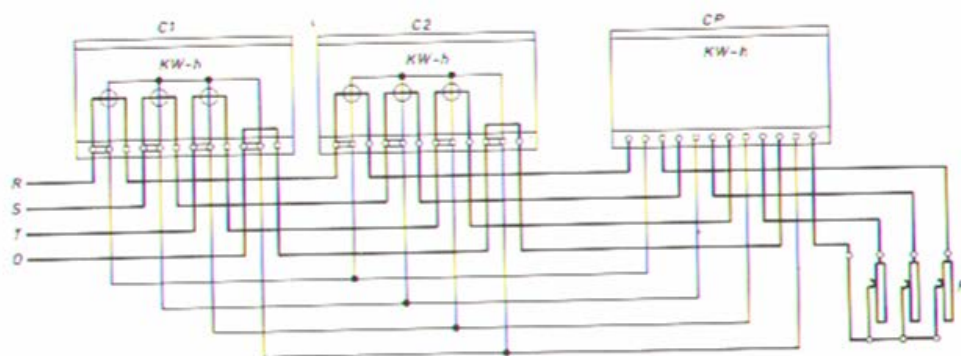
Donde:

Kw = Carga en Kw

rpm.= es el número de vueltas que da el disco del contador patrón

K = es la constante del contador patrón

T = es el tiempo en segundos que toma en dar un número de vueltas el disco



— Esquema de conexión para la verificación de contadores trifásicos con un contador patrón. C1, C2—Contadores a verificar. CP—Contador patrón. R—Resistencia de carga.

Fig 48

Como se pudo observar, la Ec. 11 es una expresión matemática aplicada al medidor patrón, pero después de varios ensayos se ha logrado deducir una expresión muy simple, que se aplica al medidor o contador de energía



eléctrica que tiene el abonado y, le puede permitir calcular su consumo mensual, **si la carga conectada se mantiene constante**, dando una idea de cuanto le va representar en costo, en la planilla que recibe mensualmente ( Ver Ec. 12 ):

$$E = \frac{60Kd}{1.39T} \quad (\text{ Ec. 12 } )$$

Donde:

E = Kw – H – Mes consumidos

Kd = es un factor dado en el medidor del usuario

T = tiempo que le toma al disco del contador del abonado en dar una vuelta, los segundos medidos deben ser expresados en minutos

Como ejemplo, para un mayor entendimiento de la Ec. 12, se va a citar un caso real:

¿ Cuantos Kw-h-mes, indicará un medidor con un Kd = 7.2 Wh/vuelta, clase 200, 220 – 110 VAC, y le tomo un tiempo T = 1.24 minutos, en dar una vuelta el disco, suponiendo que esta velocidad angular se mantuviera constante, aplicando la Ec 12, se obtiene que E = 251 Kw-h-Mes.

De igual manera se puede ir a la inversa, por ejemplo, si se quiere saber que velocidad del disco debe tener, para un determinado consumo mensual de 300 Kw-h-Mes, en este mismo medidor con  $K_d = 7.2 \text{ wh/vuelta}$ , se debe despejar  $T$  de la Ec 12 y obtener que  $T = 1.04 \text{ minutos} = 62.4 \text{ seg}$ , tiempo que le va tomar al disco del contador en dar una vuelta completa ( $360^\circ$ ), de esta forma el abonado tendrán, una mejor idea de cuanto va ser o está consumiendo en función de la velocidad del disco, ya que a mayor consumo, menos tiempo le tomará al disco, en dar una vuelta completa, y empezará a administrar su consumo con mayor conocimiento al respecto.

Los medidores clase 100, de 220 – 110 VAC, tienen un  $K_d = 3.6 \text{ wh/Vuelta}$ , estos datos se encuentran en el propio medidor.

# CAPITULO 3

## TRANSFORMADORES DE CORRIENTE ( TC )

### 3.1.- Conceptos generales

Los transformadores de corriente y los de tensión pertenecen a la familia de los Transformadores de medición, pero en este capítulo se hablará de los de intensidad.

Se conoce como transformador de intensidad o de corriente, por que son utilizados para medir magnitudes de intensidad junto con otro medidor ( Amperímetro ), sea este analógico o digital, que consume una carga específica ( Un motor por ejemplo ), o todo un sistema Eléctrico completo ( Alimentador principal ).

Generalmente se encuentran instalados en el interior del panel de distribución principal o en el interior de un tablero de control y mando, conectados a los instrumento de medición que se encuentran visibles en estos tableros, para que sea posible tomar las respectivas lecturas en amperios, por los operadores encargados de esta tarea.

Son utilizados para ampliar el rango de medición, por motivos obvios, ya que un instrumento analógico o digital tiene sus limitaciones en cuanto a la capacidad propia del instrumento.

### 3.2.- Transformadores de intensidad

Se va hacer una breve revisión sobre el tema de funcionamiento de estos transformadores, pero para ello se observará la fig 49 y, se puede ver que, se tiene que seccionar la línea ( Modelos viejos de transformadores de intensidad ), para poder conectar el devanado primario en serie con la línea y, el secundario se conecta con el instrumento ( M ), encargado de dar las lecturas en amperios, sin olvidar su respectiva conexión a tierra.

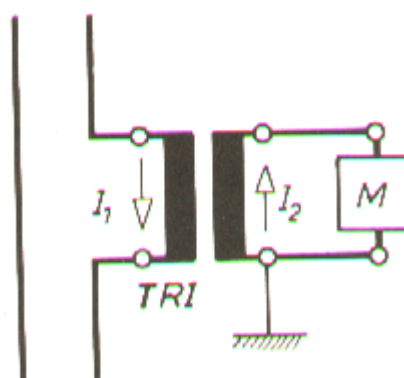


Fig 49

Por razones que más adelante se explicará, no se debe conectar fusibles en el arrollamiento secundario del transformador de corriente.

Su principio de funcionamiento esta basado como en todos los transformadores, y consiste en la acción de un flujo magnético alterno, producido por la corriente primaria, que se cierra a través del núcleo y, que atraviesa la bobina secundaria; en donde se induce un una fuerza electromotriz.

En un transformador de corriente, la corriente que circula por la bobina primaria, varia con la carga; de la misma forma varia también el flujo magnético producido, que cruza al arrollamiento secundario, induciendo en él una fuerza electromotriz variable.

Su arrollamiento secundario se encuentra siempre cerrado por una resistencia muy pequeña (  $R = 0.4$  ohms ) que corresponde a la bobina de intensidad del instrumento de medición, esto quiere decir que si desprecia esta resistencia pequeña del instrumento, se puede considerar que el secundario de un transformador de corriente esta cerrado en cortocircuito ( Ver fig 50 )

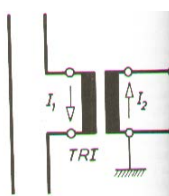
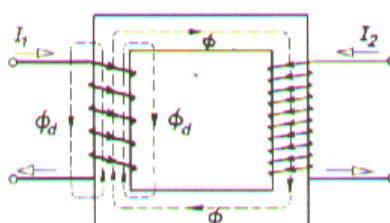


Fig 50

Como se sabe por la teoría de transformadores, las corrientes que circulan por las bobinas primarias y secundarias tienen sentidos opuestos. En cada instante, los amperios vueltas primarios son aproximadamente iguales y opuestos a los amperios vueltas secundarios, o sea:  $N_1 I_1 = N_2 I_2$  de donde resulta que :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (\text{Ec. 13})$$

La característica importante requerida en un transformador de corriente es una relación constante entre la corriente secundaria y la primaria, lo mismo que un ángulo de fase pequeño entre la corriente primaria y la secundaria.



*Flujos de dispersión de un transformador de intensidad.*

Fig 51

Cuando la corriente magnetizante  $I_0$  es pequeña, entonces el ángulo de error existente entre  $-I_2$  e  $I_1$  se reduce ( Ver fig 52 ), obteniendo así una mayor exactitud, en las lecturas del instrumento ( Amperímetro ) conectado en su secundario.

La corriente secundaria del transformador de corriente depende, de manera principal de la corriente primaria, y es aproximadamente independiente de la impedancia del instrumento conectado al secundario. La corriente primaria fluye independientemente de que el circuito secundario este abierto o cerrado; esta se determina completamente por la corriente de línea.

Si el circuito secundario esta abierto, no puede fluir corriente secundaria, y aquí no hay fmm ( fuerza magnetomotriz ) de oposición proporcionada por la corriente secundaria. El resultado es entonces, que la corriente primaria es una corriente magnetizante totalmente  $I_m$ .

Esto da como resultado una densidad de flujo muy elevada, y una tensión inducida elevada en el secundario, lo mismo que una caída de impedancia elevada a través del primario. La tensión puede ser suficiente para dañar el aislamiento secundario o para golpear severamente a un operador que entre en contacto con los terminales del secundario. Por lo tanto, es importante que el secundario de los transformadores de corriente se ponga en cortocircuito, cuando no haya instrumento conectado a este.

Si se deja abiertos los bornes secundarios en transformadores de corriente va ocurrir lo siguiente :

Donde el flujo produce los siguientes efectos:

- a.- Induce en el arrollamiento secundario, tensiones muy elevadas
- b.- Provoca fuertes calentamiento en el hierro por histéresis y Foucault
- c.- Queda una magnetización remanente que provoca errores en la medida

La relación de transformación de un transformador de intensidad está expresada por:

$$K = \frac{I_1}{I_2} \quad (\text{Ec. 14})$$

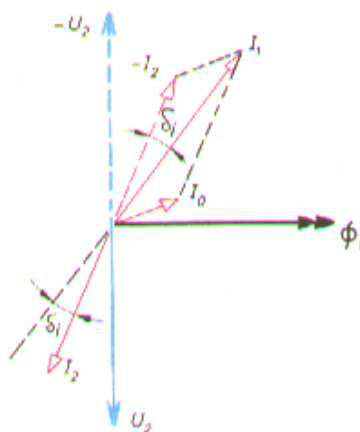


Fig 52

Si la corriente de excitación es pequeña y, se mantiene constante para cargas variables, entonces la relación de transformación resulta exacta para distintas cargas y, el ángulo  $\delta_i$ , resulta también pequeño. Estas condiciones son las que determinan la exactitud del transformador de corriente.



Existe otro término conocido como Error de Relación de Transformación de intensidad para una corriente primaria dada  $I_1$ , al tanto por ciento de desviación que presenta la corriente secundaria  $I_2$ , respecto al valor correcto.

La expresión matemática para **calcular el Error de Relación** es :

$$F_i = \frac{K_n I_2 - I_1}{I_1} \times 100 \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde  **$K_n$** , es la relación de transformación nominal expresada por:

$$K_n = \frac{I_{1N}}{I_{2N}} \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde los valores de las corrientes nominales primaria (  $I_{1N}$  ) y secundaria (  $I_{2N}$  ), son las que se muestra placa del transformador de corriente. La C.E.I. establece dos tipos de transformadores de corriente, denominados Clase 0.5 y Clase 1, la primera es utilizado para instrumentos de precisión, y la segunda clase, son utilizado en instrumentos industriales. A continuación se expone la siguiente tabla ( Tabla 7 ), donde se indica los limites de error de os transformadores de corriente, según la C.E.I. ( Comisión Electrotécnica Internacional )

Intensidad primaria % de intensidad nominal	Error de relación %	Angulo de error $\delta$ , minutos
10	$\pm 2,0$	120
20	$\pm 1,5$	60
100	$\pm 1,0$	60
120	$\pm 1,0$	60

Tabla 7

Además, los transformadores de corriente puede utilizarse en un margen de frecuencias entre 40 y 60 Hz, sin que el error de relación ni el ángulo de error sobrepasen los limites estipulado por la C.E.I.

### 3.3.- Tipos de transformadores de corriente

Los transformadores actuales están divididos en varios tipos y son:

- a.- Para barras
- b.- Para cable

Estos son tipo pasante, que quiere decir, que tanto la barra como el cable pasan por su centro ( Forma axial ), para tener una mejor idea de esto, se expone las siguientes figuras ( Fig 53, 54, 55 ).

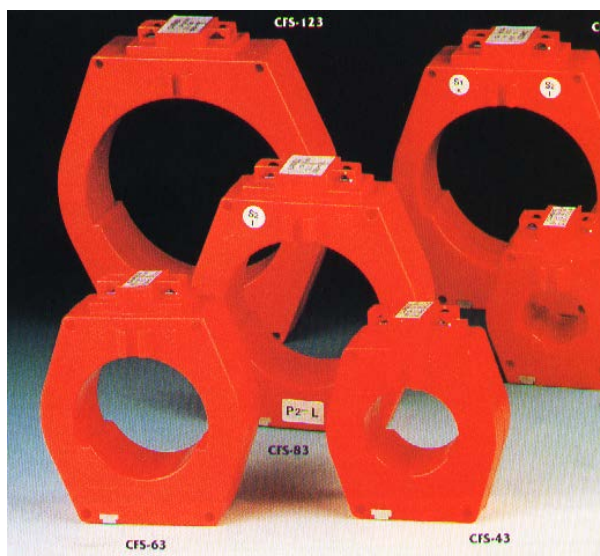


Fig 53



Fig 54



Fig 55

### 3.4.- Carga del transformador de corriente

La carga del transformador viene como dato de placa del transformador, conocida como carga nominal y, está expresada en Voltios – Amperios, llamada también potencia aparente ( S ), también puede venir en ohms (  $\Omega$  ), que representa la resistencia del arrollamiento secundario del transformador de corriente.

Los transformadores de corriente, pueden cargarse hasta 1.2 veces la corriente nominal y trabajar con suficiente exactitud ( Ver Fig 56 ), para

fines de servicio en clase 1. (Para aparatos de mediciones industriales), y el error de intensidad se sitúa aproximadamente dentro del límite de error del referido a  $0.1 \times I_N$ .

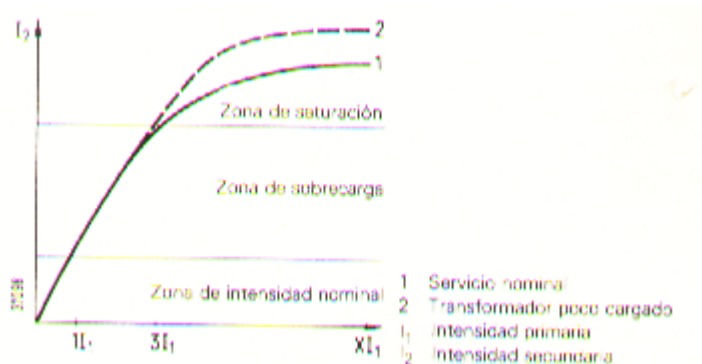


Fig 56

### 3.5.- Clasificación ASA – VDE, de la precisión de los transformadores

Es utilizada en la Republica Federal Alemana para transformadores con fines de fabricación, como la clase 0.5 ( Transf.. de precisión ), cada transformador debe ser homologado según las prescripciones establecidas en una sala de ensayos oficial, es decir, los transformadores deberán estar provistos de una marca o plaquita, donde la certificación o recepción es valida para siempre.

### 3.6.- Tensión en los bornes secundarios de un transformador de corriente

La tensión en los bornes secundarios de un transformador de intensidad se obtiene de la siguiente expresión:

$$V_{2eff} = \frac{P}{I_2} \quad \text{con servicio nominal} \quad (\text{Ec. 17})$$

$$V_{2cc} = V_{2eff} \times (\sqrt{2}) \times 50 \quad \text{en caso de corto circuito} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$V_{2so} = K \times A_{Fe} \times N_2 \quad \text{con secundario abierto en servicio} \quad (\text{Ec. 19})$$

$$K = f \left( \frac{I_1 \times N_1}{L_{Fe}} \right) \quad (\text{Ec. 20})$$

**A continuación se da el significado de las abreviaciones:**

$V_{2eff}$  = Valor efectivo de la tensión secundaria

$V_{2cc}$  = Valor de cresta de la tensión secundaria

$V_{2so}$  = Valor de la tensión con el secundario abierto en servicio

P = Potencia conectada

$I_2$  = Intensidad secundaria

K = Factor, que se obtiene de la línea característica de magnetización

( Ver fig 57 )

$I_1$  = Corriente primaria

$N_1$  = Número de espiras primaria

$N_2$  = Número de espiras secundaria

$L_{Fe}$  = Longitud media del núcleo de hierro

$A_{Fe}$  = Sección del núcleo de hierro

### Curva característica de magnetización

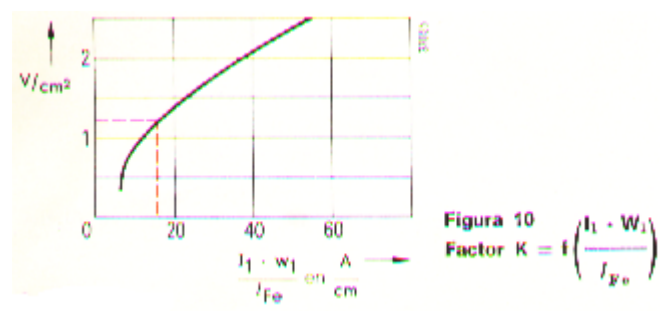


Fig 57

La ecuación 17, es para servicio normal, con 0.1 hasta 1.2 veces la intensidad nominal primaria y potencia nominal conectada al secundario. En transformadores de 1 Amp., y con potencias nominales pequeñas, rara vez se presenta en los bornes secundarios, tensiones de contacto peligrosas ( más de 65 Voltios ).

Con respecto a la ecuación 18,  $V_{2\text{eff}}$  solo sube poco en la zona de saturación del transformador, donde el valor de cresta  $V_{2\text{cc}}$  puede ascender proporcio-

79

nalmente hasta 50 a 100 veces, e incluso más, la intensidad nominal secundaria, es decir, la amortiguación por corrientes de Foucault se producen con retardo. Por esto el valor de la cresta de la tensión secundaria, no es solamente  $\sqrt{2}$  veces el valor efectivo, sino que es mayor.

**En lo que concierne a la ecuación 19, un transformador de corriente que está en servicio abierto, se comporta como un transformador que en cuyos bornes secundarios está conectada una carga infinitamente grande. Donde toda la corriente primaria  $I_1$ , es utilizada para la magnetización ( Ver fig. 58 ), Este corresponde al circuito equivalente de un transformador de corriente en servicio abierto.**

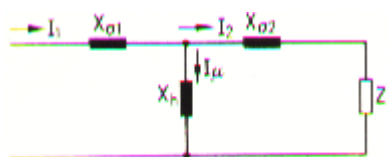


Fig 58

**Donde:**

$I_1$  = Intensidad primaria



$I_2$  = Intensidad secundaria

$I\mu$  = Intensidad de magnetización

$X_{\sigma 1}$  = Inductancia de dispersión, lado primario

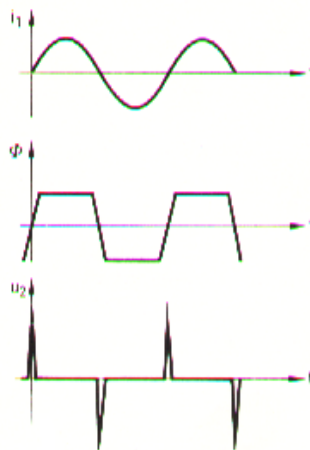
80

$X_{\sigma 2}$  = Inductancia de dispersión, lado secundario

$X_h$  = Inductancia principal

$Z_b$  = Carga conectada al secundario

**Donde el valor efectivo del flujo magnético  $\Phi$  no asciende, a causa de la saturación, en forma significativa, sin embargo en el paso por cero, la pendiente es considerablemente grande en los transformadores de servicio abierto y, ocasiona elevadas puntas de tensión, aproximadamente de 0.2 hasta 0.7 milisegundos de duración ( Ver fig 59 ). Incluso con pequeñas intensidades primarias, un transformador se magnetiza hasta la saturación durante cada semionda de intensidad, es decir, que en cada período, el núcleo del transformador se magnetiza dos veces.**



El valor de cresta de la tensión secundaria, da en general, elevados valores de tensiones, superiores a 65 Voltios, donde el arrollamiento del secundario puede dañarse. **El núcleo de hierro puede calentarse fuertemente y quemarse.**

A continuación se expone un ejemplo numérico para tener una mejor idea de lo manifestado anteriormente:

Suponer que se tiene que conectar una carga ( Instrumento de medición ), de 4.92 VA, a un transformador de corriente, que debe ser de 5 VA, cuya intensidad secundaria es de 1 Amp, vamos a calcular que tensiones se van a generar en los bornes del secundario del transformador de intensidad:

Con las ecuaciones 17 y 18 que están en la pag. 80, se obtiene los siguientes cálculos que se describe a continuación

$$V_{2eff} = \frac{P}{I_2} = \frac{4.92}{1} = 4.92V$$

Luego se calcula el valor de cresta de la tensión secundaria:

$$V_{2cc} = V_{2eff} \times (\sqrt{2}) \times 50 = 4.92 \times \sqrt{2} \times 50 = 347.90V$$

82

Como se puede observar en el ejemplo anterior, los voltajes que se generan son peligrosos.

### 3.7.- Consumo en los circuitos de intensidad de los transformadores

Para el cálculo del consumo propio se puede utilizar la siguiente formula:

$$P_N = \frac{I^2 \times 2L}{A \times 56} \quad (\text{Ec. 21})$$

**Donde:**

I = Intensidad de carga de los conductores de medida

L = Distancia en metros donde se va ubicar el instrumento

A = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

A continuación se da a conocer la siguiente tabla 8, que indica los consumos de los conductores :

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Consumo propio para conductores de ida y vuelta referidos a 1 A (valores entre paréntesis se refieren a 5 A), con una longitud de									
	1 m VA	2 m VA	3 m VA	4 m VA	5 m VA	6 m VA	7 m VA	8 m VA	9 m VA	10 m VA
1	0,036 (0,36)	0,071 (0,71)	0,107 (1,07)	0,143 (1,43)	0,178 (1,78)	0,214 (2,14)	0,25 (2,5)	0,286 (2,86)	0,321 (3,21)	0,357 (3,57)
2,5	0,014 (0,36)	0,028 (0,71)	0,042 (1,07)	0,057 (1,43)	0,071 (1,78)	0,085 (2,14)	0,1 (2,5)	0,114 (2,86)	0,128 (3,21)	0,142 (3,57)
4	0,008 (0,22)	0,018 (0,45)	0,026 (0,67)	0,035 (0,89)	0,044 (1,12)	0,053 (1,34)	0,062 (1,56)	0,071 (1,79)	0,08 (2,01)	0,089 (2,24)

### **3.8.- Efectos de la proximidad**

La ubicación de los aparatos de medición con respecto a los transformadores de corriente, deben estar lo más cerca posible, para evitar que se adicione las potencias ocurridas en los conductores, no solo por la sección del conductor, sino también por su longitud, debido a la distancia que va haber entre ellos, y recargar de esta manera al transformador de corriente.

### **3.9.- Polaridad y conexión de los transformadores de corriente**

Los transformadores de intensidad, como ya se habló anteriormente son utilizados para mediciones indirecta de las corrientes de línea, y estos pueden ser de uno a tres transformadores utilizados, dependiendo del tipo de sistema, sea: monofásico de 110 o 220 VAC, o un sistema trifásico, de 220 – 440 – 600 VAC, además, si se desea utilizar uno o tres aparatos de medición.

Para explicar mejor esto, se pone como ejemplo un arrancador para un motor trifásico y, si se desea tomar lecturas de las corrientes de línea del alimentador del motor, para ello, se puede hacer de dos formas:

a.- Utilizar tres TC, y tres amperímetros

b.- Utilizar tres TC, y un amperímetro más un selector

84

El método más recomendable y usado, es el literal b, ya que resulta mas económico, por que ahorramos dos amperímetros; para tener una mejor idea de cómo van conectados los transformadores de corriente se expone la siguiente fig 60 :

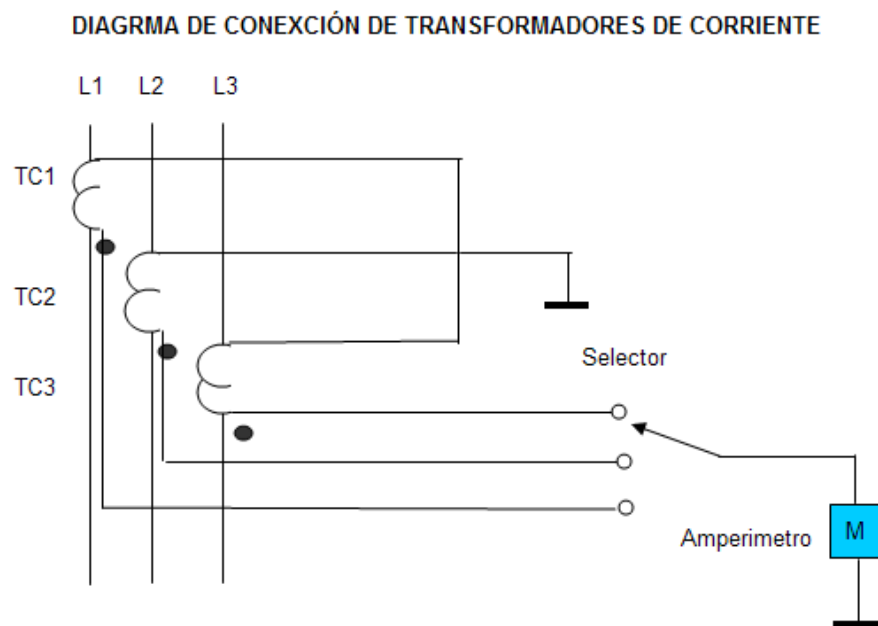


Fig 60

Si se observa la fig 60 se puede apreciar, que el selector se encuentra en la primera posición superior, pero el mismo, conecta a tierra los otros terminales

libres de TC1 y TC2 ( Evitando que TC1 y TC2 queden abiertos ), de esta manera el amperímetro toma lecturas de la magnitud de corriente que esta circulando por la línea 3, en función de la carga que este conecta al

85

alimentador trifásico, lo mismo va a ocurrir si el selector se lo ubica en las otras dos posiciones.

En el caso de que se tuviera, un alimentador monofásico de 220 Voltios, se conectaría de forma similar que el gráfico de la fig 60, solo que en este caso se utilizaría dos transformadores de corriente, donde los TC y el amperímetro van dimensionados en función de la corriente nominal de la carga que va a estar conectada.

Si el alimentador fuese un monofásico de 110 VAC, solo se conectaría un TC con su respectivo amperímetro, ambos dimensionados en función de la corriente nominal de carga que va ir conectada. ( Ver fig 49 ).

Para una mejor orientación en cuanto a la conexión de los TC, estos traen en sus bornes secundarios identificaciones en alto relieve para, identificar cada uno de sus terminales, por ejemplo: El terminal o borne 1, se lo identifica como S1 ( K ), y el terminal 2 como S2 ( I ).



# CAPITULO 4

## **4.1.- Tarifas eléctricas**

En toda actividad comercial el tema de precios, tiene una importancia esencial, ya que esto condiciona, el posterior desarrollo de una empresa. Que se quiere decir con esto, que si los precios de los productos elaborados o producidos en una empresa son más bajos que los costos, la misma está destinada a la ruina.

Por consiguiente, se trata de ofrecer al público precios que atraigan, y al mismo tiempo, aseguren los correspondientes beneficios económicos, a lo que se dedica la empresa, bien sea como accionista o como elemento directo de producción.

Sin embargo los costos de facturación de la energía eléctrica, plantea problemas especiales, ya que su suministro difiere de otros servicios públicos, que puedan establecerse a disposición de los usuarios.

Esto se debe, sobre todo a que, en el estado actual de la tecnología, no es posible almacenar la energía eléctrica en condiciones económicas para disponer de ella a medida que se vaya necesitando, sino que debe



producirse en el mismo momento en que las necesidades del consumo así lo requieran, lo que obliga, a las empresas suministradoras, a disponer sus medios de producción y distribución, de forma que, estén a punto para cualquier circunstancia de la demanda de los usuarios.

En el caso de una empresa ( No suministradora de energía ), cuando se trata de un producto cualquiera, se puede adaptar el ritmo de producción a la demanda y a los medios que dispone la empresa, como por ejemplo se puede acoplar los plazos de entrega, de tal forma que el ritmo de producción resulte lo más regular posible, aunque el ritmo de la demanda pueda presentar algunas irregularidades.

Por consiguiente se podrá calcular los costos, mediante cálculos más o menos complejos, que relacionen el número de objetos producidos en un tiempo determinado con los gastos de producción correspondientes.

Pero este no es el caso, para una empresa, que ha de generar o suministrar energía eléctrica, ya que estas deberán proporcionar toda la energía que los usuarios puedan consumir, en un momento dado, sin previo aviso al personal de la o las empresas eléctricas, mediante una simple conexión de un interruptor.

Es decir que las empresas eléctricas se encuentran, no frente a un diagrama de consumo aproximadamente lineal y relativamente sencillo, sino ante curvas de demandas muy complejas.

Para estos casos es necesario un profundo estudio, para determinar los factores aleatorios y que deben condicionar el valor de las centrales de producción, de las líneas de transporte de la energía eléctrica y, de las redes de distribución que son necesarias, de los capitales que deben invertirse en la explotación y, de la forma que se puede hacer frente a la demanda máxima que pueda presentarse.

Por lo tanto el problema de costos consiste en preparar, calcular y resolver una función de parámetros múltiples y de carácter aleatorio que, por lo menos resuelva de forma aproximada.

No es suficiente la determinación de un costo medio, para obtener los precios de venta de la energía eléctrica a los usuarios, ya que, estos varían en varios aspectos.

Uno de los factores, que se considera de mayor importancia, es el precio del combustible ( Sea este gasolina, diesel, bunker, gas etc ) , utilizado por las

empresas generadoras ( si son Termo eléctricas ), ya que esto va repercutir en el costo final del Kw – H, que va a beneficiar a los usuarios, si son bajos, generando beneficios para todos y, permitiendo el desarrollo del país. En cambio si son altos los costos del Kw – H, los resultados son obvios, va producir costos mas altos en los productos terminados por las industrias, el poder adquisitivo de las familias será menor, etc., en fin, va generar menos producción por que, la demanda disminuye, y el desarrollo del país se detiene por ser menos competitivos.

Por todo lo expuesto anteriormente, el parque electromotriz, debe ser una política de estado, en todos los países el mundo. Esto quiere decir que, como en todos los servicios públicos, la energía eléctrica debe suministrarse a precios que permita competir a nivel Nacional e Internacional, lo que significa una importante intervención de las administraciones publicas y de las empresas generadoras de los países, en el problema de la tarificación eléctrica que, por lo menos requiere la aprobación de dichas administraciones.

Estas consideraciones previas, demuestran cuanta complejidad tiene el problema de la tarificación de la energía eléctrica lo que, no solamente es ignorada por los usuarios, sino también insuficientemente conocida por casi todos los profesionales de la Electricidad. En lo que a continuación se

expone, se tratara de analizar los diversos factores que influyen en el suministro de energía eléctrica y cual es su importancia en la determinación del precio de venta de esta energía a los usuarios.

#### **a.- Factores que determinan el precio de venta de la energía eléctrica**

Toda empresa suministradora de energía eléctrica, se considera que debe respaldarse en los siguientes aspectos:

Es necesario construir centrales eléctricas necesarias para atender la demanda e invertir los capitales que se requieran para ello, debe hacerse hincapié en la generación Hidráulica de bajo costo y no contaminante.

La energía producida deberá transportarse desde las respectivas centrales generadoras hasta los diferentes centros de consumo, por medio de las correspondientes líneas de transporte, lo que implica inversiones de capital.

En los centros de consumo, la energía eléctrica debe distribuirse a los diferentes usuarios, para lo cual se requiere la instalación de transformadores, líneas de media y baja tensión etc., obviamente, esto implica inversión de capital.

Esta energía distribuida deberá ser entregada en cada domicilio de los respectivos usuarios, por lo que habrá la necesidad de nuevas instalaciones, lo cual implica nuevas inversiones, ya que esto genera gastos.

Una vez llevada la energía hasta los usuarios, se va requerir de un contador para registrar los consumos, por lo que se necesitará de personal técnico calificado, para la instalación de estos equipos, y el chequeo periódico de las mismas, evitando así los fraudes.

Por lo tanto, las empresas generadoras y/o distribuidoras, deberán de disponer del capital necesario, para poder producir, transportar y distribuir la energía eléctrica y, en el precio de costo, a de tenerse en cuenta también, las cargas financieras, los intereses del capital invertido, amortizaciones de dicho capital y de las maquinarias empleadas, las reservas, los gastos de explotación y de conservación, los gastos generales y de administración.

Entre los gastos anteriormente citados, se puede distinguir: Los gastos fijos y los gastos variables.

**Gastos Fijos:** Estos depende de la potencia instalada, aunque no se produzca energía, existe un capital invertido en las centrales productoras,

líneas de transportación y de distribución, que es necesario amortizarlas, y que requieren de un mantenimiento periódico ( Esto, generará gastos ), gastos de personal y gastos generales.

Estos gastos de instalación son mayores, cuanto mayor es la potencia instalada, aunque varían según el tipo de central: Hidráulica, Térmicas o Nucleares.

**Gastos Variables:** Estos depende de la energía producida en función del número de usuarios que exista. Esto quiere decir, que cuando una central comienza a producir energía eléctrica, surgen nuevos gastos: por ejemplo en una central térmica hay que quemar combustible sea este sólido o líquido, en una central Nuclear debe consumirse Uranio, además, en todas las centrales habrá que atender los mantenimientos sean estos de carácter preventivos o correctivos, tanto a las respectivas maquinarias propias de cada central, como en lo que respecta a las diferentes estructuras encargadas en la transportación y distribución de la energía. Todos estos gastos serán mayores, cuanto más, horas estén funcionando. Como se puede apreciar, lo complejo que resulta llegar al precio del Kw – H final que se le ha de ofertar al usuario, por ello la generación, transmisión y distribución debe ser una política de todos los estados del mundo, e

incentivar a la investigación para encontrar alternativas, para la obtención de nuevas fuentes de energía, que se utiliza para generar energía eléctrica a bajo costo.

#### **b.- Medidas para la racionalización del consumo de energía**

De lo tratado anteriormente, se podría deducir que, tanto a las empresas suministradoras de energía, como al abonado les debe interesar repartir los consumos de energía de tal forma que el valor medio del precio que resulte, por cada Kw – H, sea lo más reducido posible. Esto se conseguirá cuando la energía consumida se ajuste lo más exactamente posible al tipo de facturación que haya sido previamente convenido entre las partes interesadas.

Ante todo se debe procurar reducir las puntas de carga mediante medidas que incumben preferentemente, al abonado. Especialmente deben evitarse las puntas de corta duración, mediante un desplazamiento en el tiempo de las horas de servicio de los receptores de mayor consumo. Para ello es recomendable una planificación del consumo de energía. Donde los máximos

de potencias indeseables pueden evitarse mediante aparatos controladores de punta de carga. También, debería procurarse en no consumir más energía en las horas pico, o de mayor demanda ( noche ).

#### **4.2.- Mantenimiento de los sistemas eléctricos del abonado**

Este tema que se va a tratar, se considera de vital importancia y, se espera contribuir en algo en la orientación , por que no, en la educación de todos los que consumen energía eléctrica que ayuda a ser más cómoda la manera de vivir. Se es conciente que el factor dinero, puede ser un obstáculo para muchos, no quita nada a nadie, realizar una breve inspección a nuestros sistemas, para ver el estado en que se encuentran; para lo cual, no se requiere ser un Tecnólogo o un Ingeniero en el campo eléctrico, como para no reconocer lo que es un conductor o cualquier otro elemento eléctrico, que se encuentre caliente o recalentado, reconocer terminales oxidados y sulfatados, simplemente se necesita primero, tener el deseo de realizar una inspección en forma periódica, segundo, tener un poco de sentido común, ya que si se desconoce algo, “ **SE PREGUNTA** “ y, se despoja así, de esa postura cómoda ( No tan sana ), a lo que se esta acostumbrado, de tal forma, con esta actitud positiva, se va ayudar de mejor manera la forma de vivir y, establecer una economía.



Se va a comenzar por donde debe ser, que es la acometida, de esta, ya se hablo en un anterior capitulo, pero se va recordar un poco, se trata de los conductores alimentadores, que conducen la energía desde la red secundaria, hasta el panel de medidor ( capítulo 1 ), uno de los puntos de mayor problema suele ocurrir, justo, en la unión o conexión de la acometida con la red de distribución secundaria, debido a que si el material del conductor que conforma la acometida es de cobre ( Cu ), y el de la red de distribución de energía es de aluminio ( Al ), además de la circulación de la corriente que va ver entre las uniones, va producir una capa de sulfato, similar a lo que ocurren en los bornes de una batería de carro, ocasionando un incremento en la resistencia de contacto entre las superficies de los conductores que están conectados, generando fluctuaciones de voltaje al abonado, en perjuicio de sus electrodomésticos, por ello, el usuario debe percatarse ( si este fuera el caso ) de que su acometida, este conectada a la red, por medio de conectores cobre aluminio de presión ( ver fig 61 ), donde el conductor de aluminio de la red de distribución secundaria va acoplado en el orificio superior ( Al ) y el conductor de cobre de la acometida va por el orificio inferior ( Cu ), luego con ayuda de una herramienta, se ejerce presión, quedando solidamente unidos.

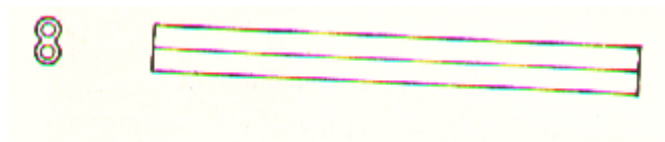


Fig 61

En cambio si los cables de la acometida y los de la red, están conectados por medio de un empalme ( Ver fig 62 ), esto va ocasionar con el tiempo una reacción química entre ellos, con las consecuencias que ya se habló anteriormente.

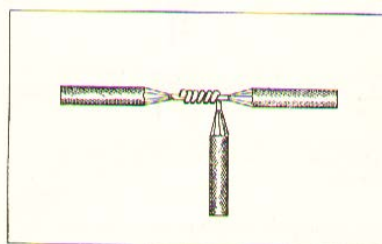


Fig 62

Los conductores que conforman la acometida, deben ir dimensionado de acuerdo con la carga ( consumo ), según el tipo de usuario, generalmente para clase media, la acometida es de dos conductores # 4 y un neutro # 6, debido a que su breaker principal es de 2P – 70 Amp, y el medidor o

contador utilizado, es clase 100, con servicio de 220 – 110 VAC, ya que, este tipo de contador, resiste una intensidad máxima de 100 Amperios.

Como segundo punto se va a tratar el panel de medidor, actualmente este panel es proporcionado por las empresas distribuidoras de energía, en cuyo interior solo se encuentra el medidor y cuyo panel es de fibra, se encuentra sellado con candado de seguridad, que no debe ser violado, so pena de ser sancionado, evitando así fraudes ( By pass ), en perjuicio de las empresas encargadas de la distribución de la energía eléctrica, pero esto no impide hacer un chequeo por tacto, para ver si el mismo, no tiene un exceso de temperatura ( caliente ), de ser este, el caso, se debe comunicar a la empresa, para que envíen el personal técnico autorizado y, revisen esta anomalía.

Como tercer punto se tratará el breaker principal. Anteriormente el panel de medidor estaba formado por el panel ( metálico ), el contador de energía y contenía en su interior el breaker principal, pero por razones ya tratadas anteriormente, ahora, este breaker se encuentra fuera del panel, el mismo debe ser revisado, sobre todo sus bornes de conexión para cerciorarse de que no este sulfatados u oxidados. Se aprovecha el momento de estar en este tema, para hacer hincapié, de que los breakers son elementos de

protección, más no, de conmutación ( lo que significa, no deben ser utilizados como interruptores ),

En cuarto lugar, se tiene el alimentador que conecta desde el panel de medidor hasta el centro de carga y, debe de ser de igual características que el de la acometida, se quiere decir con esto que, si la acometida esta formada por dos # 4 y un # 6, entonces el alimentador que se hace mención al comienzo del párrafo, también debe ser de igual característica.

En quinto lugar se tiene el panel de breaker, conocido también como panel de disyuntores o centro de carga, es aquí donde se encuentran todos los breakers o protecciones, encargados de distribuir la energía a todos los puntos de servicio, como: tomacorrientes, puntos de alumbrado, ya sea estos que trabajen a 110 o 220 VAC, cuyo fin principal es proteger de cualquier sobre carga o corto circuito en el sistema.

Este panel no debe ser destapado por el usuario, salvo que tenga conocimientos en electricidad, caso contrario, podrá ocasionar daños en la persona que incurriera en esto; lo máximo que puede hacer el abonado, es de limitarse en tocar con la mano los breakers, pero estando con zapatos con base de caucho, para verificar de que, no estén calientes, en el caso de

estar caliente, llamar a un técnico en el campo, el mismo que podrá destapar el panel y verificar lo que está pasando y, realizar el mantenimiento, si es necesario.

Como sexto punto se tratará, los elementos de servicios como: los tomacorrientes, los mismos deben ser verificados, para cerciorarse de que no presente manchas de hollín, sinónimo de que, existe un problema de recalentamiento por motivo del tiempo, o que ese tomacorriente ha sido expuesto por repetidas veces a un exceso de carga, que el mismo, no este diseñado para ella.

Todos los tomacorrientes, sean estos para 110 o 220 VAC, deben estar aterrizados, como se mencionó en el primer capítulo, sobre todo aquellos donde se conectan equipos electrónicos, como una computadora; el sistema de tierra para este caso, no se debe derivar del neutro aterrizado, si no, más bien, se debe realizar una puesta a tierra independiente ( no menos de 5 mts ) de la anterior tierra, caso contrario, se corre el riesgo que el disco duro que se encuentra en el CPU, se dañe.

Se desea recalcar que, los lugares más peligrosos en una casa son el baño y la cocina, debido que, en estas dos áreas, se esta en contacto con el agua

y la persona por lo regular esta descalza, dos factores que ayudan, a que ocurran un accidente por descargas eléctricas.

Las duchas eléctricas, son muy utilizadas en climas o temporadas frías, cuyo cable color verde debe ir aterrizado, por motivo de una falla de aislamiento que pueda ocurrir en esta. Se podría decir que, solo un 3 a 5 % de las personas que utilizan esta clase de electrodoméstico tienen sus duchas eléctricas debidamente aterrizadas ( Ver en el capítulo 1, la parte que corresponde a tierras ).

Los tubos de metal que se utiliza para sostener las antenas de televisión, también deben ser aterrizadas, con tomas de tierra independientes, porque los tubos que sostienen a las antenas se comportan nada mas ni nada menos, como un pararrayo, sobre todo en zonas donde existe muchas tormentas eléctricas ( zonas rurales o en edificios altos ).

#### **4.3.- Administración en el consumo de energía para ahorrar costos**

La energía eléctrica es el milagro del siglo XX, ya que a proporcionado comodidades en nuestra vida cotidiana, pero si se aparta por un momento de la postura cómoda, y se reflexiona un poco sobre este campo, se esta seguro que a van tener muchas preguntas y posiblemente entre ellas, puede

estar la siguiente: ¿Se sabe realmente cuanto consumimos? y ¿Cuánto se está pagando? . Esta es la razón principal que motivo, la realización de esta tesis de grado, en este tema en particular, sin olvidar el deseo, de orientar este campo.

La ayuda proporcionada por las empresas eléctricas, a través de los comunicados por los diferentes medios de comunicación : indicando que, el que menos consume menos paga, se a querido ir, más haya, indicando y orientado al usuario de cómo se puede ayudar más, así mismo y, a su economía familiar.

Para ello, se vuelve a recordar que debe haber la predisposición de hacerlo y, los resultados van hacer alentadores, ya que les va permitir planificar de igual manera, como lo hacen con su presupuesto familiar; por que se esta seguro, que lo van a implementar.

Para comenzar se debe realizar dos lecturas, una en la mañana cuando se sale a realizar las labores cotidianas ( 7:30 AM ), y la segunda cuando se regresa a casa ( 19:30 PM ), existiendo entre ellas un intervalo de aproximadamente 12 horas, las que deben ser tomadas del contador o medidor de energía eléctrica, y deben ser anotadas ( la lectura completa que

indique el medidor ) en una tabla de registro como la que se expone a continuación ( Ver tabla 9 ).

**CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

MES:				
DIA DEL MES	HORA	LECTURA	HORA	LECTURA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Tabla 9

Esta tabla de registros contiene cinco columnas, para ello se va a referir, de izquierda a derecha. En la parte superior izquierda, se encuentra el casillero correspondiente al mes actual en el momento que se empieza a tomar las lecturas, la primera columna están numerados todos los días del mes.

Cuando se tomó la primera lectura en la mañana, hay que cerciorase de la fecha y la hora en que va a tomar dicha lectura, en la segunda lectura que



es en la tarde, se la debe realizar en la misma fila, correspondiente a la primera lectura que se hizo en la mañana, y así se debe realizar las lecturas de los días venideros del resto del mes, como ejemplo se expone la tabla 9, llena con datos reales correspondientes al mes de Julio ( Ver tabla 10 ).

### CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

MES: Jul - 05				
DIA DEL MES	HORA	LECTURA	HORA	LECTURA
1	6:24	53408,00	21:30	53411,50
2	6:15	53414,50	18:39	53424,00
3	8:00	53428,50	18:21	53433,50
4	6:36	53439,50	21:35	53443,00
5	6:25	53445,50	21:40	53449,00
6	6:30	53452,00	21:42	53455,50
7	6:25	53458,00	23:00	53461,00
8	6:19	53463,00	21:35	53465,50
9	6:43	53468,50	19:16	53476,50
10	10:05	53481,00	18:30	53485,50
11	6:30	53490,00	19:55	53493,00
12	6:11	53497,00	22:00	53500,00
13	5:30	53502,00	22:00	53505,00
14	6:34	53508,50	22:00	53511,50
15	6:30	53513,50	21:54	53516,50
16	6:38	53518,50	19:00	53525,50
17	10:16	53528,50	18:00	53533,50
18	6:38	53633,00	18:00	53537,50
19	6:30	53538,50	19:00	53541,50
20	6:24	53545,50	19:00	53548,50
21	6:28	53552,50	19:00	53555,00
22	6:30	53557,50	19:00	53559,50
23	9:30	53566,00	19:00	53570,00
24	7:00	53574,00	19:00	53576,00
25	6:00	53580,00	21:30	53582,00
26	6:30	53585,00	19:00	53587,00
27	7:10	53601,50	19:00	53603,50
28	7:45	53608,50	19:00	53610,50
29	6:00	53613,50	19:00	53616,00
30	6:30	53623,00	17:00	53629,00
31	9:39	53634,00	18:00	53648,00

Tabla 10

Una vez que a transcurrido el mes ( implica que la tabla estará llena ), se procederá a ingresar esta información, en la hoja de cálculo, que se la

a estructurado de tal forma, que a medida que se va digitando los datos, va dando información adicional en columnas adicionales que se a incorporado, cuya información es de vital importancia al usuario; para tener una mejor comprensión se expone la siguiente tabla 11, donde aparece la hoja completa con toda la información, y que más adelante se explicará que significa cada una de las columnas que se a agregado.

MES:		Jul-05	Refs. De hora	0:00						
DIA DEL MES	Hora	Lectura	Hora	Lectura	Horas en el día	Kw-H en el día	Kw por Hora en el día	Horas en la noche	KW-H en la noche	Kw por Hora en la noche
1	6:24	53408,00	21:30	53411,50	15,10	3,50	0,23	8,75	3,00	0,34
2	6:15	53414,50	18:39	53424,00	12,40	9,50	0,77	13,35	4,50	0,34
3	8:00	53428,50	18:21	53433,50	10,35	5,00	0,48	12,25	6,00	0,49
4	6:36	53439,50	21:35	53443,00	14,98	3,50	0,23	8,83	2,50	0,28
5	6:25	53445,50	21:40	53449,00	15,25	3,50	0,23	8,83	3,00	0,34
6	6:30	53452,00	21:42	53455,50	15,20	3,50	0,23	8,72	2,50	0,29
7	6:25	53458,00	23:00	53461,00	16,58	3,00	0,18	7,32	2,00	0,27
8	6:19	53463,00	21:35	53465,50	15,27	2,50	0,16	9,13	3,00	0,33
9	6:43	53468,50	19:16	53476,50	12,55	8,00	0,64	14,82	4,50	0,30
10	10:05	53481,00	18:30	53485,50	8,42	4,50	0,53	12,00	4,50	0,38
11	6:30	53490,00	19:55	53493,00	13,42	3,00	0,22	10,27	4,00	0,39
12	6:11	53497,00	22:00	53500,00	15,82	3,00	0,19	7,50	2,00	0,27
13	5:30	53502,00	22:00	53505,00	16,50	3,00	0,18	8,57	3,50	0,41
14	6:34	53508,50	22:00	53511,50	15,43	3,00	0,19	8,50	2,00	0,24
15	6:30	53513,50	21:54	53516,50	15,40	3,00	0,19	8,73	2,00	0,23
16	6:38	53518,50	19:00	53525,50	12,37	7,00	0,57	15,27	3,00	0,20
17	10:16	53528,50	18:00	53533,50	7,73	5,00	0,65	12,63	-0,50	-0,04
18	6:38	53533,00	18:00	53537,50	11,37	4,50	0,40	12,50	2,00	0,16
19	6:30	53539,50	19:00	53541,50	12,50	2,00	0,16	11,40	4,00	0,35
20	6:24	53545,50	19:00	53548,50	12,60	3,00	0,24	11,47	4,00	0,35
21	6:28	53552,50	19:00	53555,00	12,53	2,50	0,20	11,50	2,50	0,22
22	6:30	53557,50	19:00	53559,50	12,50	2,00	0,16	14,50	6,50	0,45
23	9:30	53566,00	19:00	53570,00	9,50	4,00	0,42	12,00	4,00	0,33
24	7:00	53574,00	19:00	53576,00	12,00	2,00	0,17	11,00	4,00	0,36
25	6:00	53580,00	21:30	53582,00	15,50	2,00	0,13	9,00	3,00	0,33
26	6:30	53585,00	19:00	53587,00	12,50	2,00	0,16	12,17	14,50	1,19
27	7:10	53601,50	19:00	53603,50	11,83	2,00	0,17	12,75	5,00	0,39
28	7:45	53608,50	19:00	53610,50	11,25	2,00	0,18	11,00	3,00	0,27
29	6:00	53613,50	19:00	53616,00	13,00	2,50	0,19	11,50	7,00	0,61
30	6:30	53623,00	17:00	53629,00	10,50	6,00	0,57	16,65	5,00	0,30
31	9:39	53634,00	18:00	53648,00	8,35	14,00	1,68	12,57	-7,00	-0,56
1	6:34	53641,00	19:00	53643,00	12,43	2,00	0,16	#REF!		
<b>V. promedios</b>					<b>12,86</b>	<b>4,00</b>	<b>0,35</b>	<b>11,14</b>	<b>3,52</b>	<b>0,32</b>
Consumo diario:		7,52		# de días:		31				
Consumo mensual:		233,00								

Tabla 11

En la tabla 11 se puede apreciar 11 columnas, y se va describir de izquierda a derecha, las cinco primeras, donde a partir desde la segunda hasta la

quinta se ingresa los datos que se recopiló en la tabla 10, las siguientes columnas, se va explicar en detalle, cada una de ellas:

### **Horas en el día**

Es la sexta columna, que contiene el numero de horas transcurridas desde la primera lectura tomada en la mañana, hasta la segunda lectura tomada en la tarde o noche; al final de esta columna como de las otras, que se van presentando a la derecha de esta, estan los valores promedios, de cada una de ellas.

### **Kw – H – Día**

Corresponde a la séptima columna, cuya información se refiere a la cantidad de Kilovatios consumidos desde la primera lectura ( En la mañana ), a la segunda lectura tomada ( En la tarde o noche ).

### **Kw por hora en el día**

Esta es la octava columna, y la información proporcionada, corresponde a la cantidad de Kilovatios consumidos por cada hora durante el día ( Aproximadamente 12 horas ).

**Horas en la noche**

Es la novena columna y es similar a la sexta columna, pero en cambio aquí, se proporciona el número de horas en la noche.

**Kw – H en la noche**

Esta es la Décima columna, que indica La cantidad de Kilovatios – H consumidos en la noche.

**Kw por hora en la noche**

Es la Décima primera columna, y similar a la octava, la información proporcionada es la que indica la cantidad de Kilovatios consumidos por cada hora en la noche. En la parte inferior de la tabla 11, se encuentra la información correspondiente a la cantidad de Kilovatios – Hora – Día que se está consumiendo y cuanto a representado en el transcurso de 30 días.

Obviamente este consumo equivalente a 7.52 Kw – H – Día, corresponde al mes de Julio que tiene 31 días, pero existe meses que tienen solamente 30 días, donde este consumo está contemplado desde el 1 de Julio hasta el 31 de Julio.

Cabe indicar que algunas empresas eléctricas no se manejan de esta manera, si no que toman lecturas entre el 20 al 22 de cada mes.

Con este método, el usuario, puede llevar un mejor control de lo que consume, como también lo que le facturan, por medio de este método se logra detectar, anomalías, en cuanto a la toma de lecturas, y también puede proporcionar en forma aproximada hasta la hora en que fueron a tomar la lectura en el medidor, como ejemplo se va a citar el siguiente:

En lo que corresponde al consumo desde el 21 de Junio del 2.005 al 20 de Julio del 2.005, esto quiere decir que el 20 de Julio tomaron la última lectura que según factura indica que fue de 53.547 Kw - H - Mes, comparando con los registros, tomados el día 20 de Julio a las 6:24 AM ( Ver tabla 11, día 20, hora 6:24 AM ), indica que fue de 53.545.5 Kilovatios - Hora- Mes, Existiendo una diferencia de 1,5 Kw - H - Mes ( Diferencia entre la factura y los registros diarios del abonado ), esta diferencia, más el dato promedio de 0,35 Kilovatio por hora, proporcionado por la octava columna denominada Kw - H en el día, va ser utilizada en la siguiente relación matemática: Número de horas igual a Kilovatios - H - mes último registrado por la empresa eléctrica menos Kilovatios - H - mes según registro del abonado, todo esto dividido para el valor promedio de Kilovatios por hora en el día:

$$H = \frac{E_F - E_A}{E_p} = \frac{53547 - 53545.5}{0.35} = 4.29$$

Donde:

$E_F$  = A la energía consumida y registrada por el contador y tomada por la EE

$E_A$  = Es la energía registrada por contador, y anotada por el abonado

$E_p$  = Valor promedio de Kilovatio – Hora en el día.

El ejemplo anterior da como resultado 4,29 horas que equivale a 4 horas con 17 minutos, este tiempo luego se suma a la primera ( 6:24 AM ) del 20 de Julio, va a dar entonces aproximadamente que, el señor de la empresa eléctrica tomó la lectura a las 10:41 AM.

Como se puede observar, que con esta forma de llevar el control, se puede saber, si han ido a tomar las lecturas que corresponde al consumo mensual o no y, estar seguros que esto debería aparecer en la factura, y que por ello vamos a pagar.

Otro ejemplo se puede citar, y corresponde al consumo desde el de 20 de Julio hasta el 22 de agosto, y según factura la lectura registrada el 22 de Agosto es de 53.819, pero según registros del abonado para esa fecha es de 53.805 Kw – H – Mes ( Ver tabla 12 ), Pero si se observa en esta tabla, que,

en el día 24 de Agosto, es donde da la lectura de 53.819, similar a la que esta en la factura.

MES:		Ago-05	Refs. De hora	0:00						
DIA DEL MES	Hora	Lectura	Hora	Lectura	Horas en el día	Kw-H en el día	kw por Hora en el día	Horas en la noche	KW-H en la noche	kw por Hora en la noche
1	6:34	53641,00	19:00	53643,00	12,43	2,00	0,16	11,43	7,00	0,61
2	6:26	53650,00	19:00	53652,00	12,57	2,00	0,16	11,43	4,50	0,39
3	6:26	53656,50	19:10	53658,50	12,73	2,00	0,16	11,43	5,50	0,48
4	6:36	53664,00	18:45	53666,00	12,15	2,00	0,16	11,75	5,50	0,47
5	6:30	53671,50	19:00	53673,50	12,50	2,00	0,16	11,25	4,50	0,40
6	6:15	53678,00	18:30	53683,00	12,25	5,00	0,41	13,73	4,50	0,33
7	8:14	53687,50	19:00	53692,00	10,77	4,50	0,42	11,50	6,00	0,52
8	6:30	53698,00	17:42	53700,00	11,20	2,00	0,18	12,72	5,00	0,39
9	6:25	53705,00	19:00	53707,00	12,58	2,00	0,16	11,37	3,00	0,26
10	6:22	53710,00	19:00	53712,00	12,63	2,00	0,16	11,38	4,00	0,35
11	6:23	53716,00	19:00	53718,00	12,62	2,00	0,16	12,00	3,00	0,25
12	7:00	53721,00	18:00	53725,50	11,00	4,50	0,41	13,00	5,50	0,42
13	7:00	53731,00	19:00	53737,00	12,00	6,00	0,50	12,00	3,00	0,25
14	7:00	53740,00	18:55	53747,00	11,92	7,00	0,59	11,58	3,00	0,26
15	6:30	53750,00	18:00	53755,00	11,50	5,00	0,43	12,50	3,00	0,24
16	6:30	53758,00	18:00	53760,00	11,50	2,00	0,17	12,50	2,50	0,20
17	6:30	53762,50	18:30	53764,50	12,00	2,00	0,17	12,00	4,50	0,38
18	6:30	53769,00	19:00	53771,00	12,50	2,00	0,16	11,68	5,50	0,47
19	6:41	53776,50	19:00	53782,50	12,32	6,00	0,49	11,68	4,50	0,39
20	6:41	53787,00	18:49	53793,50	12,13	6,50	0,54	12,02	2,50	0,21
21	6:50	53796,00	17:56	53800,00	11,10	4,00	0,36	12,65	5,00	0,40
22	6:35	<b>53805,00</b>	18:40	53808,00	12,08	3,00	0,25	11,83	4,00	0,34
23	6:30	53812,00	19:00	53814,00	12,50	2,00	0,16	11,50	5,00	0,43
24	6:30	<b>53819,00</b>	19:14	53821,00	12,73	2,00	0,16	11,17	4,00	0,36
25	6:24	53825,00	19:00	53827,00	12,60	2,00	0,16	11,50	4,00	0,35
26	6:30	53831,00	19:00	53833,00	12,50	2,00	0,16	13,05	4,00	0,31
27	8:03	53837,00	19:03	53848,00	11,00	11,00	1,00	11,45	1,00	0,09
28	6:30	53849,00	19:00	53853,00	12,50	4,00	0,32	11,50	7,00	0,61
29	6:30	53860,00	19:00	53862,00	12,50	2,00	0,16	11,50	4,00	0,35
30	6:30	53866,00	19:00	53868,00	12,50	2,00	0,16	11,50	5,50	0,48
31	6:30	53873,50	21:30	53875,50	15,00	2,00	0,13	9,00	3,50	0,39
1	6:30	53879,00	19:00	53881,00	12,50	2,00	0,16	5,00	-53881,00	-10776,20
<b>V. promedios</b>					<b>12,20</b>	<b>3,37</b>	<b>0,28</b>	<b>11,79</b>	<b>4,31</b>	<b>0,37</b>
Consumo diario:		7,68	# de días:		31,00					
Consumo mensual:		238,00	Costo Net		23,25	Recargo + Imp.		Total:		

Tabla 12

Con este segundo ejemplo, se puede apreciar, que existe una anomalía en la toma de lectura de registro por consumo, aparte de esto se puede detectar si el personal de la empresa eléctrica ha ido, o no tomar los registros para la respectiva facturación.

El objetivo de este método es permitir al abonado, llevar un mejor control de la energía consumida, y poder planificar de mejor manera su consumo en los meses venideros.

A continuación y, como complemento del método anterior, se expone la siguiente tabla 13, que le va ayudar al abonado a tener una mejor idea de lo que consume algunos electrodomésticos, y poder administrar de mejor manera su consumo.

CONSUMO DE LOS ELECTRODOMESTICOS

Descripción	Carga en vatios	Equivale a focos incandescente de 100 Watt
Aire acondicionado	1800	18
Aspiradora	400	4
Batidora	180	1,8
Bomba de agua pequeña	373	4
Cafetera eléctrica	1000	10
Cocina eléctrica	8000	80
Congelador	350	4
Ducha eléctrica	3000	30
Eliminador de desperdicios	300	3
Enceradora	300	3
Equipo de sonido	200	2
Extractor de jugo	180	2
Freidor	1300	13
Lavadora de platos	1200	12
Lavadora de ropa	750	8
Parrilla eléctrica	1300	13
Plancha eléctrica	1300	13
Refrigeradora	300	3
Sanduchera	650	7
Televisor	300	3
Tostadora	900	9
Ventilador normal	70	1
Ventilador rapido	100	1

Tabla 13



Con los datos de la tabla 13, se tiene un mejor conocimiento de cuanto consume algunos de los electrodomésticos más usados en una casa, y de esta manera se puede utilizar de forma más eficiente el consumo, como ejemplo se puede citar uno: Si toda la familia desea ver un mismo programa de televisión, no es aconsejable que ese programa se lo vea en dos y peor en tres televisores diferentes, por que esto genera más consumo, lo lógico es, que se lo vea en un solo televisor.



# CAPITULO 5

## INGENIERIA DEL PROYECTO

### 5.1.- Diseño del prototipo ( Regulador de consumo de energía eléctrica )

El objetivo del regulador de consumo de energía es evitar un exceso en la cantidad de Kw – Hora preestablecida en el mes, favoreciendo al usuario en su economía.

Para el diseño del prototipo, se tuvo que recurrir a la tecnología electrónica y, utilizar integrados 741 ( Amplificador Operacional ), transistores, el integrado 555 y, otros más elementos semiconductores que están en el mercado local. Para esto se realizó varios diseños, hasta que se pudo conseguir el prototipo final.

El diagrama de bloques del circuito, se puede observar en la Fig 63 :

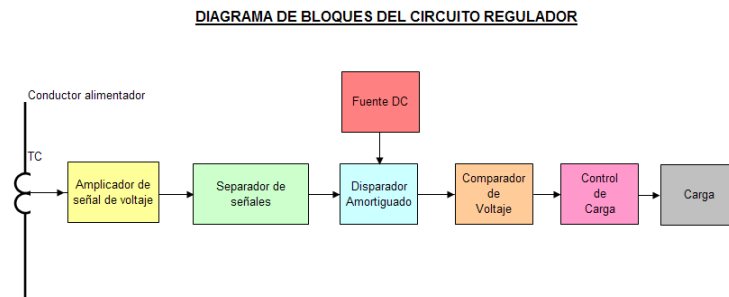


Fig 63

Este diagrama de bloques, esta formado por siete bloques o etapas y cada una de ellas desempeñan un papel importante para lograr el control de exceso de consumo de energía, permitiendo así, no exceder en los costos que aparecen mensualmente, en las planillas que emiten las Compañías distribuidoras de energía eléctrica.

Para un mejor entendimiento del diagrama de bloques, se expone a continuación el diagrama electrónico del regulador de consumo de energía eléctrica ( Fig 64 ).

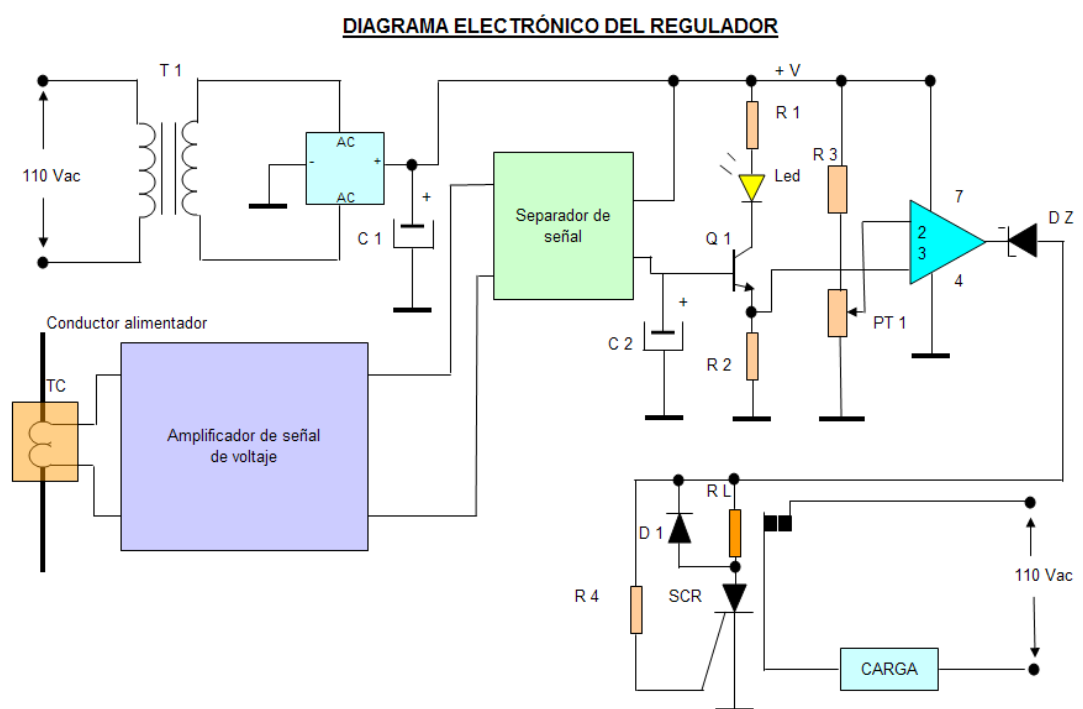


Fig 64

Si se observa el diagrama electrónico, se puede apreciar la fuente alimentadora, que está formada por un transformador reductor de 110 V a 12 Voltios corriente alterna, la misma está conectada a un puente rectificador, para obtener un voltaje de 12 V DC, que alimenta al circuito.

Por otro lado se tiene el transformador de corriente ( TC ), que es el encargado de censar el **incremento de corriente**, debido al aumento de carga en el sistema del abonado o usuario, esta señal es enviada al amplificador de voltaje, para luego ir al separador de señal, que tendrá el objetivo de disparar al transistor Q1, pero en forma amortiguada ( Con retardo de tiempo ), para evitar disparos no deseados, como cuando ocurre, un arranque de los compresores de la refrigeradora o aire acondicionado.

El elemento responsable del retardo de tiempo al disparo de Q1, es el capacitor C2, una vez disparado este, envía un voltaje ( +V ) originado en el resistor R2, al terminal 3 del Opam ( comparador ), para luego ser comparado con el voltaje del terminal 2 ( -V ) previamente calibrado, entonces, si  $+V > -V$ , el Opam se dispara, encendiendo el SCR , encargado de activar la bobina del relé de control ( RL ), desconectando así, la carga en exceso que ocurre en ese momento.

## **5.2.- Construcción del regulador o Controlador de energía eléctrica**

El prototipo, se tuvo que construir en un taller improvisado en casa, y las pruebas que se realizo al transformador de corriente, se lo hizo en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación FIEC, donde facilitaron lo necesario para la realización de esta prueba.

Inicialmente se utilizó, un Protoboard o tablero de prueba de montaje para los circuitos Electrónicos, luego que funcionó, se diseño el circuito impreso de acuerdo al circuito anterior ( Ver fig 64 ) y, se lo envió a que lo fabriquen ( Fig 67 ), luego se soldó todos los elementos que intervienen en el circuito (Ver fig 68 ), finalmente se lo montó en un chasis, quedando así, construido el prototipo.

## **5.3.- Análisis y pruebas experimentales**

Los resultados de esta prueba fueron obtenidas por medio de la utilización de los bancos de resistencias, que sirvieron para ir incrementando paulatinamente la carga, e ir midiendo el aumento de la corriente ( consumo ), resultados que sirvieron para tabular y luego graficar la curva del transformador de corriente que se utilizo y, poder observar su comportamiento.

Los valores obtenidos en las pruebas del transformador con cargas menores son los siguientes ( Ver tabla 14 ):

$I_1$	$I_2$
0,22	0,035
0,45	0,082
0,67	0,132
0,89	0,183
1,11	0,236
1,34	0,295
1,57	0,355
1,79	0,411
2,00	0,470
2,24	0,530
2,27	0,540

Tabla 14

Donde  $I_1$ , representa la corriente primaria (Corriente de línea) del transformador de corriente e,  $I_2$ , es la corriente secundaria, la misma que se la pudo reflejar como voltaje, en los terminales de conexión del mismo, por medio de una resistencia, se realizó estas mediciones para comprobar la relación de transformación del transformador de intensidad, y poder medir su voltaje reflejado en los terminales de su bobina secundaria.

Una segunda prueba se realizo, pero con cargas mayores, y cuyos resultados obtenidos son los siguientes ( Ver tabla 15 ):

$I_1$	$I_2$
2,38	0,570
2,61	0,630
3,07	0,750
3,75	0,910
4,53	1,070
5,00	1,220
5,30	1,240
5,50	1,260
6,30	1,310
7,00	1,350
8,00	1,390
9,00	1,420
12,00	1,470
17,00	1,540
20,00	1,570

Tabla 15

#### 5.4.- Análisis de los resultados

Los resultados se tabuló, para poder obtener dos gráfico y, se los puede observar con las figuras 65 ( Con poca carga ) y 66 ( Con mayor carga ), se pudo observar, que al incrementar la carga (  $I_1$  ), la grafica se distorsionó

( Fig 66 ), posiblemente a la calidad con que fue hecho el núcleo del transformador que se utilizo en la prueba , tal parece que se saturo.





Fig 65

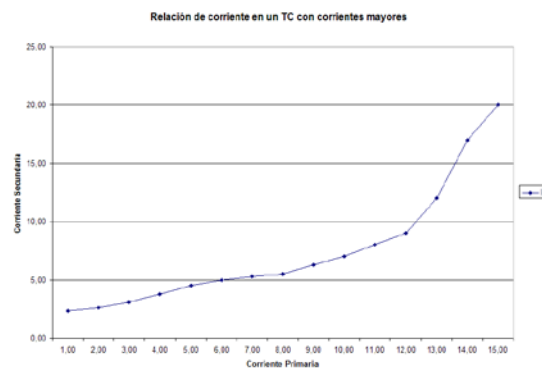


Fig.66

En cuanto al circuito electrónico, después de muchas pruebas llenas de fracasos, se pudo obtener resultados satisfactorios ( Ver Fig 67 y 68 ), donde el circuito queda calibrado para un consumo en fase de 0.675

Amp, dando un total de consumo de energía mensual de 230 Kw– H – Mes.

### DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

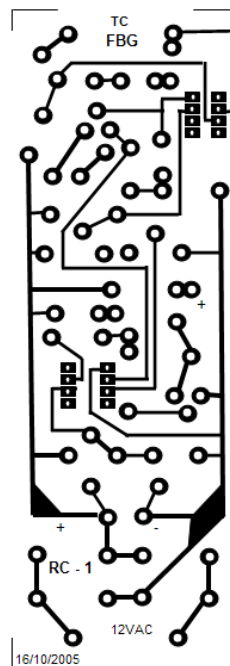


Fig 67

A continuación se expone una tabla donde se puede observar la relación que existe entre la magnitud de la corriente de fase, y el tiempo que le toma en dar una vuelta al disco del medidor ( Ver tabla 16 ).

$I_F$	Tseg	Tmin	Kd	KwhMes
0,4	174	2,9	7,2	107,17
1	63	1,05	7,2	295,99
1,6	22,2	0,37	7,2	839,98
2,3	10,85	0,18	7,2	1726,62

Tabla 16

## TARJETA ELECTRÓNICA TERMINADA

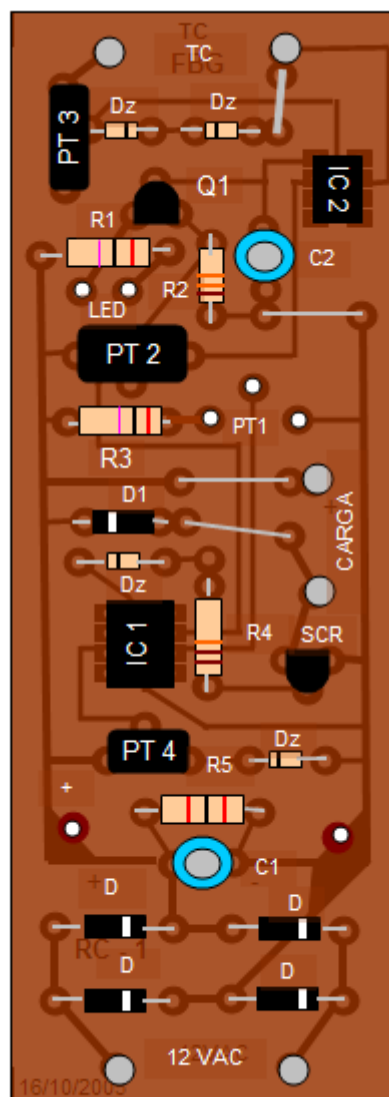


Fig 68

### **5.5.- Limitaciones del prototipo**

Con la práctica ha enseñado, que todo diseño debe reunir tres condiciones fundamentales que son: Funcional, Versátil, y Económico.

**Funcional:** Relativo a las funciones, debe buscar la mayor eficiencia en las funciones que les son propias.

**Versátil:** Que pueda adaptarse a diferentes usos y funciones.

**Económico :** Debe tener un bajo costo, para que esté, al alcance de las mayorías.

Analizando las tres condiciones que debe tener todo diseño, el prototipo que se diseñó y construyó, se considera que, reúne las mismas, por lo tanto las posibles limitaciones que pueda tener, son pocas.

Este prototipo fue construido para uso domestico, pero puede ser calibrado para uso comercial e Industrial, o para desempeñar otras funciones.

En cuanto a la parte económica, esta unidad tiene un costo aproximado de \$60 Dólares, valor que se vería revertido, con los ahorro por consumo de energía. Por otro lado el consumo propio de energía del equipo, es casi despreciable.

### **5.6.- Comercialización del Prototipo**

Se tuvo que recurrir a los conceptos de teoría Económicas y Comercialización.

Donde se pudo obtener bastante información, que considero muy importante, pero se alejaría del tema principal de la tesis, donde se rescató puntos que se puede anexar al tema que se está tratando.

Para comercializar este producto se tendría primero que realizar un estudio de mercado, para ver si tiene, aceptación el producto, luego establecer un lugar para la fabricación en serie del prototipo, seguidamente realizar una consulta de precios de otros productos similares en caso de haber, buscar el financiamiento adecuado, finalmente realizar una publicidad bien planificada.

A continuación se expone las siguientes tablas ( 17 a 26 ), que da a conocer algunos indicadores económicos, que va ayudar a tener una mejor idea de l

as condiciones económicas de la población, factor primordial también, para la comercialización del producto.

### ECUADOR: PRINCIPALES INDICADORES ECONÓMICOS

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b><u>Producto Interno Bruto</u></b>							
<u>PIB Total (Millones de US\$)</u>	23.635	23.255	16.674	15.934	21.024	24.311	26.745
<u>PIB Total Per Cápita (En US\$)</u>	2.111	2.035	1.429	1.338	1.729	1.959	2.112
<u>PIB Agrícola (% del PIB total Millones de \$ de 2000)</u>	8,1%	7,5%	9,1%	9,2%	8,8%	9,1%	9,00%
<b><u>Sector Externo</u></b>							
<u>Exportaciones Total fob (Millones de US\$)/2</u>	5.264	4.203	4.451	4.927	4.678	5.030	4.305
<u>Exportaciones Agrícolas(% de exportaciones Total)/2</u>	50,3%	55,0%	44,2%	29,7%	33,6%	34,5%	33,7%
<u>Importaciones Total cif (Millones de US\$)/2</u>	4.955	5.576	3.017	3.721	5.363	6.431	4.817
<u>Importaciones Agrícolas (% de Importaciones Total)/2</u>	5,9%	5,3%	6,6%	6,4%	5,0%	4,2%	4,6%

TABLA 17

**ECUADOR: INDICADORES ECONOMICOS**

Rubros	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<u>INFLACION</u>	27,3%	22,9%	24,4%	30,6%	36,1%	52,2%	96,8%	37,7%	9,4%
<u>DEFICIT FISCAL</u> *	0,3%	-0,9%	-0,5%	-1,5%	-0,7%	-0,5%	-0,2%	2,2%	0,6%
Fuente: Banco Central del Ecuador Elaboración: Proyecto SICA - /MAG - Ecuador (www.sica.gov.ec) * (% del PIB)									

Tabla 18

## SECTOR REAL

PRODUCTO INTERNO BRUTO REAL TOTAL (Tasa de crecimiento anual de los valores constantes)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA	2,5	1,7	2,4	2,8	3,6
COLOMBIA	2,9	1,5	1,9	4,0	4,0
ECUADOR	2,8	5,1	3,4	2,7	6,9
PERU	2,9	0,2	4,9	3,8	5,1
VENEZUELA	3,7	3,4	-8,9	-7,7	17,3
COMUNIDAD					

Tabla 19

## DEMOGRAFIA Y DESEMPLEO

POBLACION (Miles de habitantes)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 e/
BOLIVIA	8 428	8 624	8 824	9 025	9 227
COLOMBIA	42 321	43 070	43 817	44 562	45 302
ECUADOR	12 646	12 879	13 112	13 343	13 572
PERU	25 939	26 347	26 749	27 148	27 547
VENEZUELA	24 170	24 632	25 093	25 554	26 012
COMUNIDAD ANDINA	113 504	115 553	117 595	119 631	121 659

Tabla 20

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (Millones de habitantes)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004e/
BOLIVIA	3.08	3.18	3.27	3.38	3.48
COLOMBIA	16.98	17.43	17.89	18.36	18.85
ECUADOR	5.02	5.17	5.33	5.49	5.66
PERU	10.76	11.06	11.37	11.69	12.01
VENEZUELA	9.52	9.80	10.09	10.39	10.69
COMUNIDAD ANDINA	45.36	46.63	47.95	49.31	50.69

Tabla 21



DESEMPLEO (tasas anuales)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA 1/	7,5	8,5	8,7	9,2	8,7 e/
COLOMBIA 2/	17,3	18,2	17,6	16,7	15,4
ECUADOR 3/	14,1	10,4	8,6	9,8	11,0
PERU 4/	8,5	9,3	9,4	9,4	9,5
VENEZUELA	14,0	13,4	16,0	18,0	15,1
COMUNIDAD ANDINA	13,5	13,5	13,7	14,0	13,0

Tabla 22

INVERSIÓN EXTRANJERA */ (Flujo anual en millones de dólares)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA	734	703	674	195	114
COLOMBIA	2 395	2 525	2 115	1 793	2 739
ECUADOR	720	1 330	1 275	1 555	1 242
PERU	810	1 070	2 156	1 317	1 802
VENEZUELA	4 701	3 683	782	2 659	1 144
COMUNIDAD ANDINA	9 360	9 311	7 002	7 519	7 041

Tabla 23

EXPORTACIONES FOB AL MUNDO (millones de dólares)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA	1 457	1 351	1 372	1 633	2 254
COLOMBIA	13 049	12 287	11 890	12 947	16 477
ECUADOR	4 822	4 424	4 837	5 873	7 224
PERU	6 794	7 041	7 565	8 549	12 365
VENEZUELA	31 302	25 868	23 897	25 979	33 775
COMUNIDAD ANDINA	57 423	50 970	49 560	54 981	72 095

Tabla 24

IMPORTACIONES CIF AL MUNDO (millones de dólares)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA	1 977	1 708	1 770	1 601	1 888
COLOMBIA	11 539	12 813	12 668	12 853	16 745
ECUADOR	3 569	5 299	6 431	6 534	7 861
PERU	7 401	7 291	7 492	8 700	10 792
VENEZUELA	15 278	17 667	11 198	9 035	16 272
COMUNIDAD ANDINA	39 763	44 778	39 559	38 724	53 557

Tabla 25

BALANZA COMERCIAL (millones de dólares)					
PAISES	2000	2001	2002	2003	2004 p/
BOLIVIA	-520	-356	-398	32	367
COLOMBIA	1 511	-526	-778	94	-268
ECUADOR	1 253	-875	-1 594	-661	-637
PERU	-607	-251	73	-151	1 573
VENEZUELA	16 024	8 201	12 698	16 944	17 503
COMUNIDAD ANDINA	17 661	6 192	9 095	16 230	20 025

Tabla 26

Para entender mejor algunos términos que se emplean en las tablas anteriores, se expone el significado de algunos de ellos:

### **Población Económicamente activa**

Se considera Población económicamente activa ( PEA ), a la población comprendida entre los 8 y 65 años de edad, que están cumpliendo o que pueden cumplir funciones productivas. La Población económicamente activa del Ecuador para el año 2.000, se calcula en 5'062.334, de las cuales el 73% corresponde a la PEA urbana, a continuación se da a conocer la siguiente tabla 27 con datos referente a este tema.

<b>POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) POR SEXO, SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD 2000*</b>			
<b>RAMAS DE ACTIVIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Agricultura, caza, pesca	1586.763	1121.169	465.594
Minas y canteras	31.030	29.206	1.824
Industria manufacturera	608.692	354.103	254.589
Electricidad, agua	16.096	14.763	1.333
Construcción	255.188	249.617	5.571
Comercio, restaurantes	1245.705	587.385	658.320
Transporte, almacenamiento comunicaciones	201.519	192.817	8.702
Establecimientos Financieros, Seguros	48.212	25.188	23.024
Servicios, Comunaies, Sociales y Personales	1069.129	493.932	575.197
<b>TOTAL</b>	<b>5062.334</b>	<b>3068.180</b>	<b>1994.154</b>
* PEA estimada Fuente: Mujeres y Hombres del Ecuador en Cifras. CONAMU- INEC. 1999			

Tabla 27

### **Desempleo y Subempleo**

Uno de los sectores más golpeados por la crisis y las medidas de ajustes aplicado por el modelo “ **NEOLIBERAL** “ ( Responsable del financiamiento de la Globalización ), es el empleo.

Para el año 2.001, la tasa de desempleo fue del 9%, y la de subempleo en 44%, aunque otros datos obtenidos, dan una tasa del 10,4% y del 2.004 un 11% según tabla 22.

Otro factor si se lo puede llamar así y, que se lo considera de vital importancia, son los recursos energéticos que se lo clasifica en: Convencionales y no convencionales.

### **Recursos energéticos Convencionales**

Estos son los que tradicionalmente se han venido utilizando, como: Carbón, Petróleo, Gas, La energía hidráulica etc.

Para este caso solo se va a tratar un poco, los hidráulicos, que son procedentes de las lluvias, escurrimiento superficial de los ríos, y reservas subterráneas, almacenadas en el subsuelo, proporcionan incalculables beneficios a la comunidad humana, como son: abastecimiento de agua potable, la Irrigación y, para la producción de energía eléctrica.

La Costa solo recibe el 29% de los caudales de los ríos, en cambio el Oriente, el 71%, debido a la desigual distribución de las precipitaciones ( Datos obtenidos del libro Ecuador su realidad ).

En el Ecuador se tiene un caudal promedio de 15.000 m<sup>3</sup> por Segundo, lo que significa un alto rendimiento. Según estudios, al Ecuador se lo dividió en 31 Cuencas Hidrográficas que fueron analizadas y, se encontró que, el

potencial promedio es de 93.436 Mw ( Datos obtenidos del libro Ecuador su realidad ). Luego, utilizando índices Técnico – económicos, se encontró, que el potencial aprovechable es de 21.520 Mw.

El consumo de energía eléctrica por habitante, se a incrementado anualmente, se estima que el 81% de la población del Ecuador dispone este servicio, y que de esta cifra, el 45,7% está destinada para el área de viviendas, y un 54,3% para el área rural ( Libro : Ecuador su realidad ).

Se estima que el consumo nacional es del 41,5% para el sector residencial, 25,9% para el área Industrial, el 7% para el alumbrado público, y el 9,7% para otros suministros.

Aproximadamente existe alrededor de 1'871.200 abonados a nivel residencial, 22.000 comerciales, 25.700 Industriales y, 29.100 en otros sectores, que dan un total de energía consumida aproximada de 7.804 GWH, dando un promedio por habitante de 655 KWH, dando con esto al Ecuador un sitio, de ser un país que menos consumo Percápital tiene, en América Latina, a continuación se expone mas información.

El 31 de Marzo de 1.999, cesa el INECEL, y se divide en seis empresas de generación anónimas que son ( Ver tabla 28 ) ( Libro Ecuador su realidad ):

Empresa	Potencia instalada MW	Activos Millones de Sucres	Pasivos Millones de Sucres
HIDROPAUTE	1,075	5,580,486	2,107,897
HIDROAGOYAN	156	1,144,791	427,889
HIDROPUCARÁ	70	688,426	257,313
TERMOESMERALDA	130	344,741	128,864
TERMOPICHINCHA	85	173,462	63,918
ELECTROGUAYAS	412	1,346,634	565,51

Tabla 28

Para Transmisión se establece, la Compañía Nacional de Transmisión de energía Eléctrica Transelectric, encargada de la transmisión de energía. Para la generación y distribución de energía, se han establecido 18 a 20 (aproximadamente) empresas en todo el país.

Revisando todo el potencial que el Ecuador tiene, no esta el éxito, de quien lo administre, sea este, el Estado o la empresa privada, sino, la objetividad, la ética y los valores con que se lo haga. Ya el Ecuador a sobresalido solo, en **CORRUPCIÓN**, es hora de que exista un cambio en nosotros mismo, sobre todo en nuestra forma de pensar, para que exista cambios radicales en nuestras actitudes, para sacar a delante a nuestro país. A continuación se expone como información adicional la ubicación de las Centrales Eléctricas, sean estas Hidráulicas, Vapor, Gas y Diesel ( Ver Tablas 29 ) y Fig 69

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS		
CENTRALES	UBICACIÓN	POTENCIA EFECTIVA
San Miguel	Carchi	2.9 MN
El Ambi	Imbabura	8.0 MN
Aloag	Pichincha	2.2 MN
Cumbayá	Pichincha	40 MN
Nayón	Pichincha	30 MN
Guangopolo	Pichincha	15. MN 7
Paracocha	Pichincha	4.5 MN
Los Cullpas	Pichincha	12. MN 6
Ilunchi	Cotacachi	7.0 MN
Pisayambo-Pucará	Tungurahua	69.2 MN
Agoyan	Tungurahua	156.0 MN
Paute	Cañar-Azuay	1.075.0 MN
<b>TOTAL</b>		<b>1.423.1 MN</b>

CENTRALES A VAPOR, GAS Y DIESEL			
REGIÓN	CENTRAL	UBICACIÓN	Potencia Efectiva Mw
GALÁPAGOS	Santa Cruz	Galápagos	6.5
	San Cristóbal	Galápagos	6.5
	Esmeraldas	Esmeraldas	125.0
COSTA	Térmica G	Guayas-Salitre	80.0
	Cevallos	Guayas	140.0
	Vapor G.	Guayas	40.0
	Electronal	Guayas	72.0
	Antibal	Guayas	106.0
	Santos	El Oro	9.0
	Monay	Manabí	11.5
	Miraflores	El Oro	6.4
	El Cambioli	El Oro	2.7
	Machala	Carchi	1.5
	San Francisco	Pichincha	51.3
	Sta. Rosa	Pichincha	3.0
	Diesel II	Pichincha	6.1
Luncoto	Pichincha	28.2	
Guangopolo	Pichincha	33.0	
Hectorquito	Tungurahua	2.2	
El Balan	Tungurahua	2.2	
Ligua	Tungurahua	1.5	
Guaranda	Bolívar	27.4	
El Descanso	Azuay	682 MW	
<b>TOTAL</b>			<b>682 MW</b>

Tabla 29

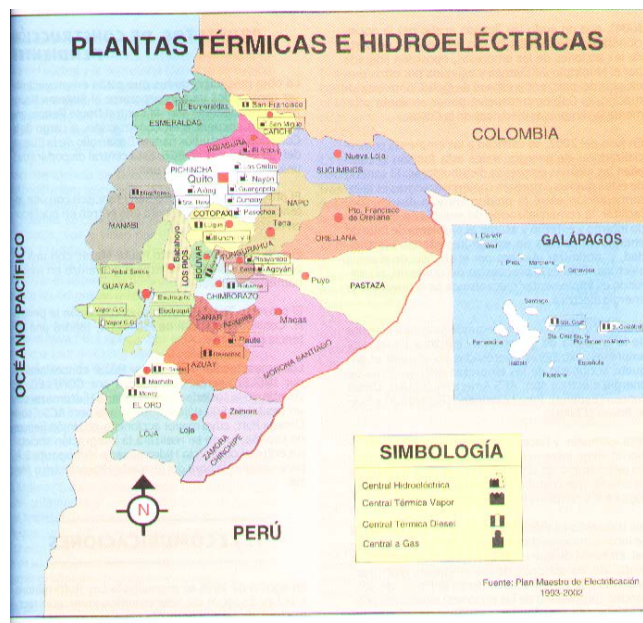


Fig 69



## Recursos energéticos no convencionales

Como recursos energéticos no convencionales se tiene: Energía Geotérmica, Solar, Eólica y Biomasa, su utilización solucionaría en parte el suministro de energía y sustituiría parcialmente el uso de combustible convencional que tiene efectos contaminantes, donde su aprovechamiento todavía es incipiente en nuestro país.

### 5.7.- Ubicación del Equipo

El montaje se lo debe hacer en el interior de la vivienda, para que esté protegido de cualquier persona extraña, y de los factores climáticos, la ubicación ideal sería junto al panel de breakers. Para tener una idea mas clara, de cómo debería ir montado se puede observar la siguiente fig 70, donde el montaje deberá ser realizado por un electricista profesional.

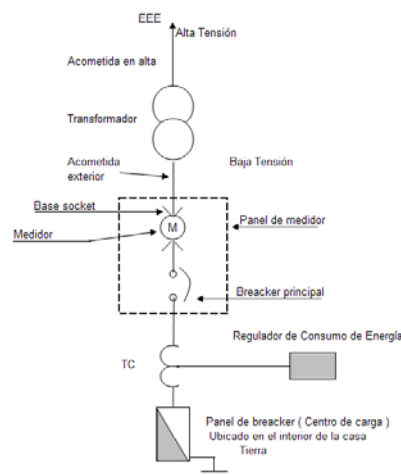


Fig 70

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En la siguiente Tesis, aparte de haberse realizado un trabajo de investigación, se la a estructurado de una forma orientadora como para instruir al usuario y, que tenga un conocimiento general sobre el sistema que se utiliza diariamente, la forma como se podría llevar, un control de la energía que se consume, que va ayudar a su economía.

Por otro lado, en lo que concierne al trabajo de investigación, el objetivo principal es demostrar que, en el Ecuador se puede hacer equipos, el prototipo que se diseño y construyo ( fabricación casera ), no solo demuestra en la práctica, la formación que se recibe en la ESPOL, sino también, la capacidad que tienen los ecuatorianos, en cuanto al potencial humano que existe en nuestro país.

Todo está en decidirse a tener un cambio en nuestra forma de pensar, para poder obtener un cambio radical en nuestras actitudes y poder salir adelante, creando un Ecuador digno, para que las futuras generaciones, se sientan orgullosos de vivir en nuestra tierra.

Como recomendación se sugiere, mejorar el prototipo, he incluso, se lo podría digitalizar, partiendo del principio básico del diseño.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Enciclopedia de Electricidad Práctica Aplicada: COYNE
2. Tiristores y Triacs: Circuiteca de Electrónica por Henri Lilen
3. Electronic Circuits Discrete and Integrated por Donald L. Schilling
4. Manual del Montador Electricista por T. Croft, C.C. Carr, J.H. Watt
5. Manual de Aparatos de Maniobra en Baja Tensión: SIEMENS
6. Ecuador su Realidad por José Peralta
7. Ideas Económicas Mínimas por Ramón Abel Castaño Tamayo
8. Administración un Enfoque Basado en Competencias por  
HELLRIEGEL
9. Internet