



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

Sede Santo Domingo de los Colorado

**Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**

**ESCUELA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

Tesis Previa a la Obtención del Título de:

**TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

Estudio para optimizar la utilización de  
contadores de energía en masificación  
de Clientes

**Autor**

Cosme A. Moreno G.

**Director**

Ing. Néstor Albán M.

**Año Lectivo 1998 1999**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

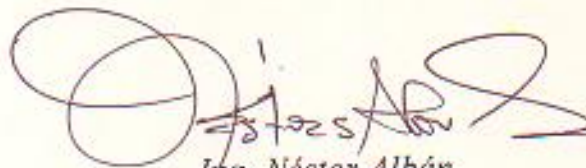
***Sede Santo Domingo de los Colorados***

*Santo Domingo a 02 de Octubre de 1998*

**CERTIFICADO**

*Cumplidos los requisitos para la elaboración de la tesis de grado, certifico:*

*Que esta tesis fue realizada por el Sr. Cosme Amable Moreno González.*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Néstor Albán', with a large, stylized flourish on the left side.

*Ing. Néstor Albán*

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

*Esta Tesis va dedicada a mis Padres, por haberme apoyado en todo momento, especialmente en mi carrera estudiantil. A mis hermanos, que creyeron en mi superación y me dieron su apoyo moral.*

*El autor*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo de los Colorados.*

*A la Empresa Eléctrica Regional Guayas Los Ríos S.A. (EMELGUR S.A.) Sistema Quevedo, Departamento de Contrastación, por su apoyo total e incondicional.*

*Al señor Ing. Néstor Albán M., por su asesoramiento en el desarrollo de esta tesis.*

*Al Señor Ing. Luis García M., por su apoyo incondicional y asesoramiento de esta tesis.*

*El autor*

*Santo Domingo de los Colorados, 02 de Octubre de 1998*

*Cosme A. Moreno G.*

**AUTOR**

*Ing. Néstor Albán M.*

**DIRECTOR**

*Lcdo. Mauro Avilés*

**PRORECTOR**

*Ing. Carlos Centeno*

**DIRECTOR DE ESCUELA**

## **INDICE**

### **INTRODUCCION**

**Pag.**

### **CAPITULO I**

#### **CONTADOR DE ENERGIA MONOFASICO**

<i>1.1.- Generalidades.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2.- Constitución y funcionamiento de Contador.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2.1.- Constitución.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2.1.1.- Sistema motriz.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.1.2.- Sistema de frenado.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.3.- Sistema numerador - integrador.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.4.- Sistema rotor.....</i>	<i>6</i>
<i>- Mecánico.....</i>	<i>7</i>
<i>- Magnético.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2.- Funcionamiento.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.3.- Características de funcionamiento.....</i>	<i>12</i>
<i>- Influencia de la variación de la carga.....</i>	<i>12</i>
<i>- Influencia de la variación de tensión en la red.....</i>	<i>14</i>
<i>- Influencia de la frecuencia en la red.....</i>	<i>15</i>
<i>- Influencia de la variación de la temperatura.....</i>	<i>15</i>

## CAPITULO II

### CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS CONTADORES.

2.1.- Condiciones generales.....	17
2.2.- Condiciones específicas.....	17
2.2.1.- Caja del Contador de Energía.....	18
2.2.2.- Base.....	18
2.2.3.- Bobina de tensión.....	18
2.2.4.- Bobinas de corriente.....	18
2.2.5.- Caja de bornes.....	19
2.2.6.- Bloque de bornes.....	19
2.2.7.- Tapa de la caja de bornes.....	19
2.2.8.- Bornes.....	19
2.2.9.- Disco.....	19
2.2.10.- Dispositivos de ajuste.....	20
2.2.11.- Dispositivo de sellado.....	20
2.2.12.- Bastidor.....	20
2.2.13.- Imanes.....	20
2.2.14.- Cojinetes y suspensiones.....	20
2.2.15.- Registrador.....	21
2.2.16.- Sentido de rotación de las agujas (punteros).....	21
2.2.17.- Relación de engranajes de las agujas (punteros).....	21
2.2.18.- Sentido de rotación del disco.....	21
2.2.19.- Tapa de Contador de Energía.....	21
2.2.20.- Placa característica de identificación.....	22

2.2.21.-Valores nominales.....	22
- Corriente nominal ( $I_n$ ) (Clase).....	23
- Corriente máxima ( $I_{m\acute{a}x}$ ).....	23
- Tensi3n nominal.....	23
2.2.22.- Constantes y relaciones del Contador de Energ3a.....	23
- Constante del disco ( $K_h$ o $K_d$ ) .....	23
- Constante del registrador ( $K_r$ ).....	23
- Relaci3n del registrador ( $R_r$ ).....	24
2.2.23.- Clase del Contador de Energ3a.....	24
- Contador de Energ3a Clase 100.....	24
- Contador de Energ3a Clase 200.....	24
- Contador de Energ3a Clase 10.....	25
- Contador de Energ3a Clase 20.....	25
2.2.24.- N3mero de Forma ( $F_m$ ).....	25

### **CAPITULO III**

#### **CONEXION DE CONTADORES MONOFASICOS.**

3.1.- Generalidades.....	26
3.2.- Sistema monof3sico 120 Voltios a 2 conductores.....	27
3.2.1.- De Medici3n Directa.....	27
3.2.2.- Esquemas y conexiones de medidores monof3sicos 120 Voltios a 2 conductores.....	28
3.3.- Sistema monof3sico 120/240 Voltios a 3 conductores.....	28



3.3.1.- De Medición Directa.....	29
3.3.2.- De Medición Indirecta.....	29
3.3.3.- Esquemas y conexiones de medidores monofásicos a 3 conductores.....	30
3.4.- Sistema monofásico 7620 Voltios a 2 conductores.....	32

## **CAPITULO IV**

### **INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE CONTADORES.**

4.1.- Instrucciones generales para la instalación.....	34
4.1.1.- Determinación de las características del Contador y elección del tipo.....	36
4.1.2.- Tipo del Contador de Energía.....	38
4.1.3.- Protección del Contador de Energía.....	38
4.2.- Mantenimiento de Contadores de Energía.....	39
4.3.- Factores que deben tomarse en cuenta al realizar el mantenimiento.....	40
4.4.- Plan de optimización.....	42
4.4.1.- Situación actual.....	42
4.4.2.- Experiencia en Empresas Eléctricas.....	43
4.4.3.- Análisis de tipos de daños más frecuentes.....	45
4.4.4.- Recepción de lotes.....	46
4.4.5.- Análisis de los datos obtenidos.....	52

## **CAPITULO V**

### **CONTRASTACION DE MEDIDORES.**

<i>5.1.- Generalidades.....</i>	<i>54</i>
<i>- Condiciones para la calibración.....</i>	<i>55</i>
<i>- Dispositivos de ajuste del Contador de Energía.....</i>	<i>55</i>
<i>- Ajuste a carga nominal.....</i>	<i>55</i>
<i>- Ajuste a carga pequeña.....</i>	<i>55</i>
<i>5.2.- Métodos para contraste de los medidores.....</i>	<i>56</i>
<i>5.2.1.- Contraste con medidor patrón.....</i>	<i>56</i>
<i>5.2.2.- Contraste por Vatímetro patrón y cronómetro.....</i>	<i>57</i>
<i>- Procedimiento.....</i>	<i>57</i>
<i>a) Cálculo del tiempo teórico.....</i>	<i>58</i>
<i>b) Determinación del error de medición.....</i>	<i>58</i>

## **CAPITULO VI**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
--	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA GENERAL.....</b>	<b>61</b>
----------------------------------	-----------

### **ANEXOS.**

**ANEXO # 1.- Servicio Monofásico 120 Voltios 2 Hilos ó 120 / 240 Voltios  
3 Hilos.**

**ANEXO # 2.- Características de los Contadores de Energía Monofásicos.**

**ANEXO # 3.- Manual de Operaciones para Contrastar Contadores de Energía.**

## **INTRODUCCION.**

*Se conoce que para las Empresas suministradoras de Energía Eléctrica la medición del consumo ha adquirido tanta importancia en los últimos años porque sin una correcta y precisa medición se reportan las máximas pérdidas que afecta el estado financiero, técnico y de experiencia de cada una de ellas. También los clientes de las Empresas suministradoras se verían afectados económicamente sin una correcta medición por la mala calidad de energía producida por fallas ocasionadas en los robos.*

*El objetivo de esta investigación es la utilización del Contador de Energía mejorando sus condiciones de funcionamiento, que garantice un correcto registro de la Energía Eléctrica y que su instalación, mantenimiento y calibración se lleven a cabo de acuerdo a criterios de optimización.*

*El Contador de Energía Eléctrica juega un papel muy importante, porque es el único testigo legalmente autorizado para registrar el consumo de energía de cada cliente y así establecer el cobro respectivo.*

*La aplicación práctica de estos elementos de medición y el diseño de los Contadores de Energía, pueden ser diferentes según su procedencia. Pero, en realidad, las casas fabricantes en todo el mundo tienen como norma general, el mismo principio de funcionamiento.*

*La mayoría de clientes son residenciales de estratos medios y bajos razón por lo cual el Contador de Energía más utilizado es el monofásico.*

*Este hecho conlleva a poner especial atención en la política de masificación.*

*El desarrollo de esta tesis consta de seis Capítulos que a continuación se describirán brevemente.*

*El Capítulo # 1, titulado Contadores de Energía Monofásico, trata sobre su constitución y funcionamiento.*

*El Capítulo # 2, se describen las condiciones que deben cumplir los Contadores de Energía y cada una de sus partes.*

*En el Capítulo # 3, trata cómo se realizan las conexiones de los Contadores de Energía para una correcta instalación.*

*En el Capítulo # 4, trata sobre la instalación y mantenimiento de los Contadores de Energía.*

*En el Capítulo # 5, se relaciona sobre la Contrastación de los Contadores de Energía.*

*El Capítulo # 6, el final de la tesis se indican sobre las Conclusiones y Recomendaciones que deben tomarse en cuenta para una mayor utilización de los Contadores de Energía.*

## **CAPITULO I**

### **CONTADOR DE ENERGÍA MONOFASICO.**

#### **1.1.- Generalidades.**

*La función de un Contador de Energía, es medir la energía consumida; se realiza con el giro del disco del sistema rotor, se controla por el torque o momento de frenado y el número de revoluciones del disco en el tiempo, se integra en el sistema numerador – integrador.*

*Por esta razón se busca a través de este estudio condiciones óptimas en la operación del Contador de Energía.*

*Los errores de lectura y peor las fallas en los Contadores de Energía se traducen en pérdidas cuantiosas para la Empresa suministradora de Energía Eléctrica y en beneficio para los sus clientes fraudulentos.*

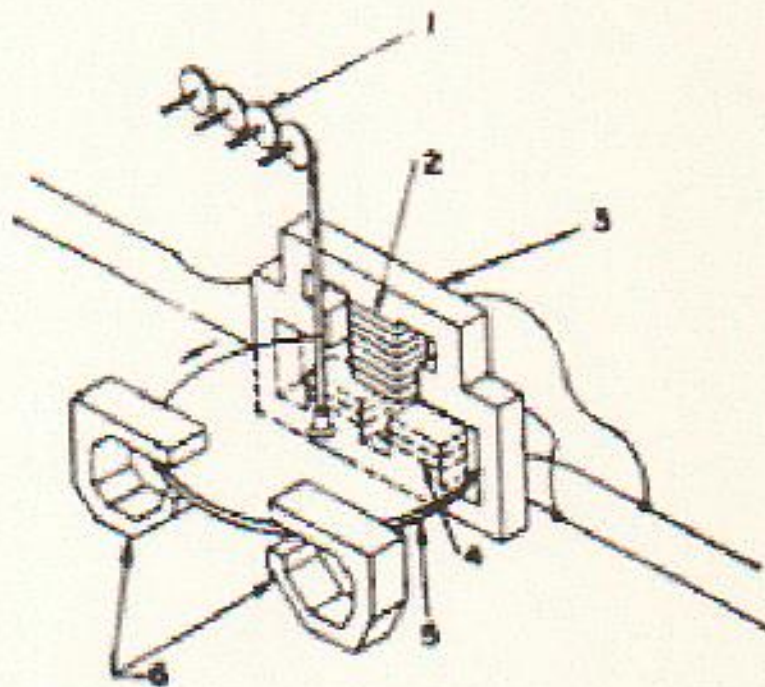
#### **1.2.- Constitución y funcionamiento del Contador de Energía.**

##### **1.2.1.- Constitución.**

*El Contador de Energía monofásico de inducción está constituido básicamente de cuatro sistemas:*

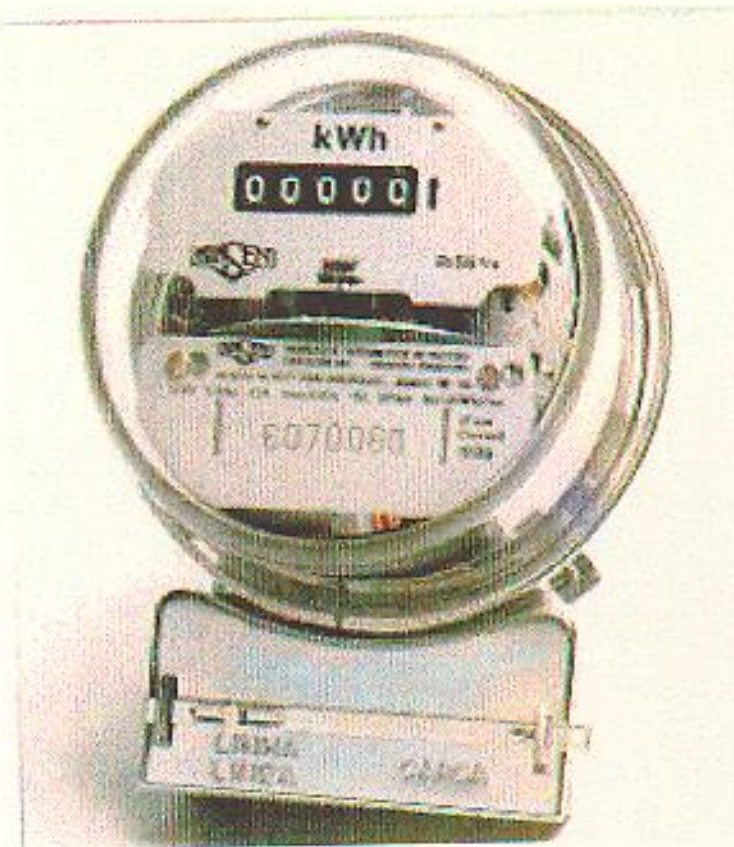
- Sistema motriz.
- Sistema de frenado.
- Sistema numerador - integrador.
- Sistema rotor.

*A continuación se describe brevemente cada una de estas partes:*



*Fig. # 1-1. Contador de Energía con sus partes constitutivas.*

*Sistema motriz (2,3,4), frenado (6), numerador (1), rotor (5).*



*Fig. # 2-1. Contador de Energía monofásico 120 V. Clase 100 Sobrepuesto.*



*Fig. # 3-1. Contador de Energía monofásico 240 V. Clase 200 Socket.*

### **1.2.1.1.- Sistema Motriz.**

*Usualmente llamado estator, es el que produce el torque motor para el accionamiento del disco del sistema rotor; esta conformado por núcleos magnéticos con bobinados de corriente y voltaje.*

*Según la marca y el modelo, los núcleos pueden ser fabricados de una sola pieza o por separado; el material utilizado es de chapa magnética de alta inducción y su permeabilidad es prácticamente constante para obtener una relación del flujo a la corriente como un parámetro fijo, esto es:*

$$\phi / i = \text{constante}$$

*condición que se obtiene únicamente en la zona recta de la curva de histéresis para un núcleo cerrado, es decir, sin entrehierro.*

*Como en la constitución del medidor se tiene un entrehierro relativamente grande en los núcleos de los electroimanes, tanto para el de voltaje como para el de corriente, se consigue un alargamiento de la parte recta de la correspondiente curva de magnetización y, por lo tanto, la relación casi constante entre flujo y corriente en el rango de medición del contador.*

*En los Contadores de Energía actuales se tienen dos polos de corriente y uno de voltaje, localizados en la parte inferior y superior del disco respectivamente.*



*La bobina de voltaje, de gran número de espiras y alta inductancia, se conecta al voltaje de la red; en tanto que la de corriente, de pocas espiras y de baja impedancia, se conecta en serie con la carga.*

#### **1.2.1.2.- Sistema de frenado.**

*Está constituido por un imán permanente que abraza al disco del sistema rotor localizado en la parte lateral respecto del sistema motriz, sirve para introducir una resistencia intencional que controla el movimiento del disco, es proporcional a la velocidad del mismo.*

*El imán de freno es muy importante para la calibración y precisión de la medición; la confiabilidad de su operación depende de su posición adecuada así como de sus propiedades magnéticas.*

*Las características principales requeridas por este imán son: alta estabilidad magnética, gran fuerza coercitiva y mínima sensibilidad a las variaciones de temperatura; las aleaciones de Al - Ni - Co, cumplen con lo indicado.*

#### **1.2.1.3.- Sistema numerador - integrador.**

*El mecanismo de registro está formado por un sistema de engranajes, ruedas dentadas numeradas o indicadores decádicos, es decir, con relación 1:10 entre dos adyacentes.*

*Este mecanismo registrador acumula al número de revoluciones del disco rotor que, por los pasos adecuados de los engranajes y la constante nominal del Contador de Energía (rev/KWH), representa la energía registrada.*

*Cabe mencionar que se tienen dos tipos de representación de la lectura de la energía: a) de tambor (ciclométrico), en los que se obtiene la cifra directamente de la indicación de las ruedas numeradas; b) de esferas tipo reloj (puntero). El primero de éstos es de uso más frecuente por la facilidad y precisión que brinda su lectura, en los de esferas interviene el criterio apreciativo de la persona que la realiza.*

*De esta forma se obtiene la cantidad de energía que es la medición de la potencia con la correspondiente integración simultánea en el tiempo.*

#### **1.2.1.4.- Sistema rotor.**

*Está compuesto básicamente por el disco rotor y los cojinetes.*

*El disco construido de lámina delgada de aluminio está montado sobre un eje vertical acoplado al sistema numerador integrador. Este disco se desplaza en el entrehierro de los electroimanes al girar en torno al eje cuyos extremos se apoyan en dos cojinetes; el superior absorbe las fuerzas laterales impidiendo la inclinación, en tanto que el inferior sirve de apoyo y soporta las fuerzas verticales.*

*Las casas fabricante de Contadores de Energía ponen mucho énfasis en el diseño y construcción de los cojinetes, porque son fuente de errores debido a la fricción; por lo que se han desarrollado sistemas de suspensión para disminuir la presión vertical que ejerce el rotor sobre el cojinete inferior.*

*Existen varios mecanismos de suspensión, entre los más aplicados se tienen:*

***- Mecánico.***

*El extremo inferior del eje del rotor está acoplado a una punta de apoyo que descansa sobre la esfera del cojinete, la misma que se desplaza sobre una base de zafiro cuyo armazón está suspendido por un resorte de compresión que permite el movimiento armonioso del rotor.*

***- Magnético.***

*Se coloca dos imanes anulares en el cojinete inferior con los campos magnéticos orientados en sentidos opuestos, y por efecto de repulsión tienden a levantar una arandela de material no remanente fijada a la punta del eje del rotor, que es de material plástico, produciéndose así la disminución de la presión del rotor sobre la esfera del cojinete que se mueve sobre la base de zafiro descrita en el párrafo anterior.*

*Es de mencionar que cada uno de los sistemas componentes del contador de Energía tienen mecanismos de ajuste que permiten un margen de*

regulación para una operación correcta, los que serán descritos más adelante.

### **1.2.2.- Funcionamiento.**

Al estar instalado el Contador de Energía, mientras no se consuma corriente, solo existe el flujo que produce la alimentación; llamado flujo de tensión ( $\phi_v$ ), como está representado en la fig. # 1-2 y el Contador de Energía no gira; al consumir energía aparece el flujo del consumidor ( $\phi$ ) y este se pone en marcha, impulsado por el momento motor ( $M_m$ ). Al principio el movimiento del disco es lento y por lo tanto el par de frenado ( $M_f$ ) es muy débil. A medida que la velocidad del disco va en aumento, también crece el par de frenado hasta que se establece el equilibrio entre los dos momentos de torsión ( $M_m$ ) y ( $M_f$ ). Debido a la forma del imán de freno y a la construcción de su soporte se puede influir sobre la velocidad del disco y obtener así una regulación muy precisa del número de revoluciones del rotor en un margen muy amplio.

El par motor ( $M_m$ ) que actúa sobre el disco es proporcional a la potencia que se mide ( $P$ ).

$$M_m = C_1 P.$$

Donde;  $M_m$  = Par motor o momento motor.

$P$  = Potencia medida.

$C_1$  = Constante cuyo valor depende de las particularidades constructivas del sistema motor.

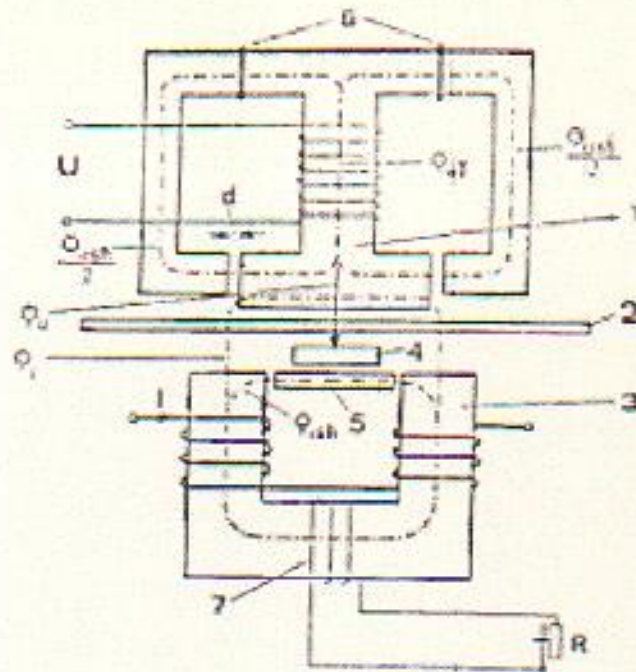


Fig. # 4-1. Comportamiento de los flujos de corriente y potencial.

El momento torsional de freno ( $M_f$ ) es proporcional a la velocidad del disco.

$$M_f = C_2 \cdot V$$

Donde;  $C_2$  = Es la constante cuyo valor depende del imán y de su posición respecto al disco.

$V$  = Velocidad uniforme cuando ambos pares (motor y frenado) son iguales.

*El movimiento del rotor se transmite al integrador – numerador, mediante un sistema de engranajes que mueve agujas (punteros) o ciclométrico.*

*Este dispositivo está acoplado al eje del rotor y suma su número de vueltas.*

*Para lograr la proporcionalidad de las indicaciones del Contador de Energía con la potencia activa se debe mantener el desfase entre el voltaje ( $V$ ) y la corriente ( $I$ ) en  $90^\circ$ , para que esto ocurra la bobina del electroimán de tensión debe comportarse como una inductancia pura, como en realidad el bobinado del electroimán de tensión es muy inductivo y debido a un entrehierro relativamente largo, debido a las pérdidas en el hierro y en el cobre, en la práctica no se consigue dicho ángulo; el máximo ángulo de desfase ( $\phi$ ) entre voltaje ( $V$ ) y la corriente ( $I$ ) que se consigue, es de  $70^\circ$ . Además debido varios factores, los flujos ( $\phi_v$ ) y ( $\phi_i$ ) no están exactamente en fase con sus respectivas corrientes magnetizantes, por estas razones para lograr la proporcionalidad de las indicaciones del Contador de Energía a la potencia activa, es imprescindible corregir los errores originados por el sistema motor.*

*Una de las maneras de poder ajustar el ángulo entre el flujo de corriente ( $\phi_i$ ) y el flujo de voltaje ( $\phi_v$ ) se consigue bifurcando el flujo total ( $\phi_{VT}$ ) producido por las bobinas de tensión en dos partes; en un flujo derivado o flujo Shunt ( $\phi_{SN}$ ) y en un flujo activo ( $\phi_v$ ), que atraviesa el disco rotor.*

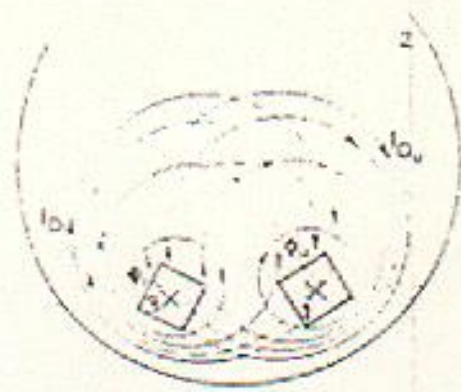


Fig. 5-1. Compensación de flujos magnéticos perdidos.

Debido a las pérdidas en el hierro y en el cobre, el ángulo entre la tensión ( $V$ ) y la corriente ( $I$ ) en la bobina de tensión será menor de  $90^\circ$ , por lo que se produce un retraso relativamente pequeño en el flujo Shunt ( $\phi_{sh}$ ), mientras el flujo ( $\phi_v$ ), está cargado; además, con las corriente inducidas en el disco se retrasará ( $I_v$ ).

Los retrasos en los flujos parciales ( $\phi_v$ ) y ( $\phi_{sh}$ ) con respecto a la corriente ( $I_v$ ) pueden ser regulados colocando espiras en cortocircuito (fig. # 1-3) que hace aumentar el ángulo entre ( $I_v$ ) y ( $\phi_{sh}$ ). También se obtiene una regulación variando el entrehierro ( $d$ ) del circuito magnético Shunt.

Los medios de regulación descritos pueden ser empleados por separado o bien combinados, y sirve para el ajuste del Contador de Energía. Se consigue un ajuste fino con unas espiras (7) sobre el núcleo del electroimán de intensidad y una resistencia variable ( $R$ ). Con ello se regula

el ángulo y el flujo ( $\phi$ ). También se utiliza un Shunt magnético (Sh) en el núcleo del electroimán de intensidad.

### **1.2.3.- Características de funcionamiento.**

La exactitud de los Contadores de Energía depende de varios factores:

- Influencia de la variación de la carga.
- Influencia de la variación de la tensión en la red.
- Influencia de la variación en la frecuencia en la red.
- Influencia de la variación de la temperatura.
- **Influencia de la variación de la carga.**

Es la más importante, los errores que se producen es por el rozamiento de las partes móviles. Cuando el Contador de Energía registra pequeñas cargas, en la que la energía perdida para eliminar estos rozamientos constituye una parte apreciable, los errores son mayores. Para cargas grandes, los errores disminuyen y el registro del Contador de Energía es más exacto.

La Norma INEN 280 admite un error de  $\pm 2,5 \%$  para cargas pequeñas y de  $\pm 2 \%$  para cargas medianas y grandes.



A continuación se detalla una curva de la variación de errores según la carga.

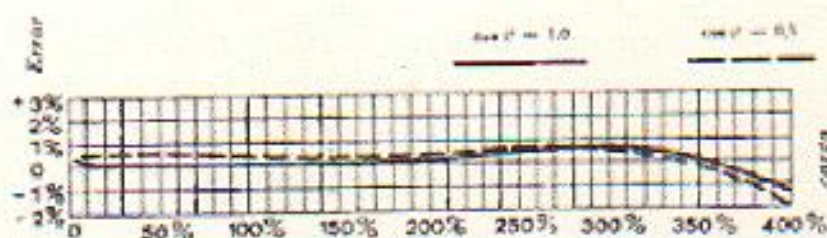


Fig. # 6-1, Curva de errores según la variación de la carga.

Las pérdidas por rozamiento es el factor que más influyen en la exactitud de los Contadores de Energía, existen también otros factores que dependen de la carga como son: el flujo magnético del imán permanente y el flujo magnético de las bobinas de tensión y de intensidad que en conjunto con las corrientes inducidas producen pares de frenado.

El par de frenado que se debe a la corriente inducida del disco de aluminio por el flujo de la bobina de corriente, es proporcional a la intensidad de corriente que circula por dicha bobina, y depende por lo tanto de la corriente de carga. Como el par de frenado principal (imán permanente) depende también de esta misma corriente, resulta que el par de frenado total es proporcional al cuadrado de la corriente de carga.

*- Influencia de la variación de tensión en la red.*

*En teoría, las indicaciones del Contador de Energía deben ser proporcionales a la tensión de la red. En la práctica esta tensión siempre varía. Las indicaciones de los Contadores de Energía son por lo general exactas, son proporcionales a la tensión cuando sus variaciones están comprendidas entre el  $\pm 20\%$  de la tensión nominal., cuando son mayores las variaciones de tensión a estos límites, las indicaciones del Contador de Energía se notan de la siguiente forma:*

*- Al aumentar la tensión el Contador de Energía registra menor energía de lo que en realidad consume (error negativo).*

*- Al disminuir la tensión, el Contador de Energía registra más energía de lo que consume (error positivo).*

*Esto se explica debido a que al aumentar la tensión, aumenta el flujo en la bobina de tensión y como consecuencia aumenta en mayor cuantía el par de frenado; también a la viceversa, con una fuerte bajada de tensión en la red, el flujo de la bobina de tensión y el par de frenado, más débil.*

*Si las variaciones de tensión son superiores al 20 % los errores que pueden presentarse en la medición son serios, presentándose el fenómeno de deslizamiento del disco cuando el Contador de Energía se encuentra sin carga.*

**- Influencia de las variaciones de la frecuencia en la red.**

*Teóricamente los Contadores de Energía por lo general, son independientes de las variaciones de la frecuencia en la red. Sin embargo en la práctica, se observan algunas influencias provenientes de las variaciones de la frecuencia, por lo general en casos en que la curva sinusoidal está deformada*

*por altos armónicos (de mayor frecuencia que la curva sinusoidal).*

**- Influencia de la variación de la temperatura.**

*Estas variaciones tienen un pequeño efecto en la exactitud del Contador de Energía, debido que al aumentar la temperatura también aumenta la resistencia eléctrica del disco; si aumenta la temperatura del disco en 10 ° C, su resistencia ohmica aumenta en 4 % aproximadamente. Por lo tanto, disminuyen en la misma proporción las corrientes que inducen el disco y disminuye también el momento de giro en 4 % aproximadamente. Pero en esta misma proporción disminuye el par de frenado y por las mismas razones el par motor. El flujo del imán permanente también varía con los cambios de temperatura. En consecuencia, al aumentar la temperatura del ambiente en 10 ° C , el Contador de Energía sigue marcando correctamente. Sin embargo, con este aumento el flujo del imán permanente disminuye alrededor de 0,3 %; siendo el momento de freno proporcional al cuadrado de este flujo, dicho momento disminuirá en esta relación y el Contador de Energía tendrá una lectura ligeramente superior. Se puede compensar la influencia de la temperatura mediante un shunt magnético montado en el imán permanente o empleando aleaciones de níquel en la una parte de los*

*núcleos de hierro de las bobinas de intensidad y tensión, porque la permeabilidad de dichas aleaciones se reducen cuando aumenta la temperatura.*

## **CAPITULO II.**

### **CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS CONTADORES.**

#### **2.1.-Condiciones generales.-**

*Las características mínimas del Contador de Energía en cuanto a su operación continua contempla un periodo no menor a 12 años.*

*Los materiales aislantes empleados en los Contadores de Energía deben ser substancialmente no higroscópicos.*

*Todas las partes expuestas a la corrosión, en condiciones normales de trabajo serán eficientemente protegidas de las influencias atmosféricas. Los acabados protectores no estarán sujeto a deterioro por manipulación ni sufrir detrimento por exposición a la atmósfera en condiciones normales de servicio.*

*Es importante reducir el costo de adquisición y de instalación, se requiere que sean rígidos frente a los agentes mecánicos y tener una larga vida útil.*

**2.2.-Condiciones específicas.-** *Son las condiciones que deben cumplir cada una de las partes del Contador de Energía que a continuación se describen:*

**2.2.1.- Caja del Contador de Energía.-** Los mecanismos estarán rígidamente afirmados a la base y cubiertos por una tapa cuyo cierre impida la entrada de polvo. La caja tendrá una robustez adecuada para proteger a los mecanismos de los deterioros mecánicos en uso razonable, permitir la lectura del Contador de Energía y la verificación del funcionamiento del disco, sin que sea necesario abrirla.

**2.2.2.- Base.-** La base del Contador de Energía será de una rigidez mecánica y térmica, indeformable, estable frente a los agentes atmosféricos, no tendrá tornillos, remaches o dispositivos de fijación de las partes internas del Contador de Energía, que puedan ser retirados sin violación de los dispositivos de sellado.

Bloque del Contador de Energía por el cual este se fija y sobre el están montados: la tapa, la placa de bornes y su caja.

**2.2.3.- Bobina de tensión.-** La bobina de tensión debe ser montada, estar fija al núcleo y no producir ruidos audibles. El aislante debe permanecer elástico con un alto coeficiente dieléctrico durante la vida útil del Contador de Energía.

El material aislante no higroscópico, evita fallas aún frente a descargas atmosféricas.

**2.2.4.- Bobinas de Corriente.-** Estas bobinas están conectadas a la línea y a través de la cual fluye la corriente en forma directa o indirecta. Serán

*moldeadas de modo que no produzcan vibraciones audibles, ni sufran desplazamientos que puedan afectar la calibración del Contador de Energía.*

**2.2.5.-Caja de bornes.-** *La caja de bornes tendrá una tapa independiente de la tapa del Contador de Energía.*

**2.2.6.-Bloque de bornes.-** *Debe ser hecho de material aislante, capaz de no presentar deformaciones visibles después de haber sido sometido al ensayo de calentamiento a la corriente máxima y a la sobrecarga de corta duración.*

**2.2.7.- Tapa de la caja de bornes.-** *Deberá cubrir los bornes y los elementos de fijación de los conductores externos. Tendrá colocado en su interior el esquema de conexiones, o grabadas en su parte exterior las indicaciones de línea y de carga.*

**2.2.8.- Bornes.-** *Deberán permitir la conexión segura y permanente de los conductores, y tener capacidad para soportar la corriente máxima del Contador de Energía. Si los bornes del Contador de Energía están marcados, las mismas marcas figurarán en el esquema de conexiones.*

**2.2.9.- Disco.-** *Debe tener rigidez suficiente para evitar deformaciones. En el borde del disco existirá una marca indeleble de color negro o rojo, como referencia para contar las revoluciones. El disco tendrá, además, marcas o ranuras para el contraste estroboscópico y/o 100 divisiones o ranuras de 10 en 10, a partir de la marca, para contraste por comparación con el Contador Patrón, dispuestas en forma que no interfieran la cuenta automática con la célula fotoeléctrica.*

**2.2.10.- Dispositivos de ajuste.-** Los Contadores de Energía tendrán dispositivos de ajuste para: carga baja, carga nominal y carga inductiva. Estos dispositivos deben ser de fácil operación y no sufrir alteraciones, sea por el transcurso del tiempo o causadas por golpes y vibraciones producidos en su manipuleo y servicio normal.

*No son necesarios los dispositivos de ajuste para carga, en los Contadores de Energía que tengan compensaciones permanente para este fin.*

**2.2.11.- Dispositivo de sellado.-** Todo Contador de Energía tendrá dispositivos de sellado, independientes de la tapa del Contador de Energía y de la tapa de la caja de bornes, a fin de que se pueda retirar la tapa de la caja de bornes, independientemente de la tapa del Contador de Energía.

**2.2.12.- Bastidor.-** Debe ser de construcción rígida, para evitar deformaciones que puedan afectar la exactitud de la medida. El bastidor puede formar una sola pieza con la base.

**2.2.13.- Imanes.-** Los imanes se fabricarán con materiales que mantengan una inducción magnética inalterable con el tiempo y que eviten la oxidación, corrosión y formación de escamas. Los hay de una sola pieza o de placas.

**2.2.14.- Cojinetes y suspensiones.-** Deben tener una disposición tal que permitan su fácil sustitución; además no deberán producir vibraciones audibles. Entre los mecanismos tenemos mecánico y magnético.



**2.2.15.- Registrador.-** Será ciclométrico o de agujas (punteros). El primero es más utilizado y el más eficiente en la toma de lecturas; el otro tipo es más propenso a la confusión en la toma de lecturas.

La única ventaja del registrador de agujas (punteros) sobre el registrador ciclométrico es que su momento de fricción es de valor muy pequeño.

**2.2.16.- Sentido de rotación de las agujas (punteros).-** La aguja de las unidades debe girar en el sentido horario y las demás girarán alternadamente en sentido opuesto.

**2.2.17.- Relación de engranajes de las agujas (punteros).-** La relación de engranajes de las agujas debe ser de 10:1.

**2.2.18.- Sentido de rotación del disco.-** El sentido de rotación del disco será de izquierda a derecha del Contador de Energía, visto de frente, y estará indicado con una flecha claramente visible.

**2.2.19.- Tapa del Contador de Energía.-** Esta tapa constituirá una unidad y dejará visibles, por lo menos, el disco, la placa característica de identificación, el registrador para la toma de lecturas. Deberá acoplarse a la base para evitar la entrada de polvo, insectos y cuerpos extraños. Estará montado sobre un empaque resistente al deterioro, en condiciones normales de servicio. Cuando sea de vidrio u otro material quebradizo será sujeta hacia la base con un cintillo metálico.

**2.2.20.- Placa característica de identificación.-** Todo Contador de Energía debe estar provisto de una placa característica, de material adecuado, colocada en su interior, de modo que sea visible con la tapa del Contador de Energía en su lugar, teniendo como mínimo los siguientes datos marcados:

- a) nombre o marca del fabricante,
- b) país u origen,
- c) número de serie,
- d) Tipo,
- e) frecuencia, tensión y corriente nominales,
- f) número de fases,
- g) número de hilos,
- h) constante del disco (Kh).....(Wh/r o KWh),
- i) corriente máxima (Imax...A),
- j) clase,
- k) año de fabricación.

**2.2.21.- Valores nominales.-** Los valores normales de la corriente, tensión y frecuencia nominales en Contadores de Energía monofásicos son los siguientes:

Corriente nominal (A)	15
Tensión nominal (V)	120 - 240
Frecuencia (Hz)	60

- **Corriente nominal ( $I_n$ ) (Clase).**- Corriente para el cual el Contador de Energía es diseñado y que sirve de referencia para la realización de pruebas o ensayos.

- **Corriente máxima ( $I_{m\acute{a}x}$ ).**- Es el máximo amperaje que puede ser conducido en régimen permanente por la bobina de corriente del Contador de Energía, sin que su error porcentual y temperatura admisible sean superados. Será por lo menos cuatro veces la corriente nominal.

- **Tensión nominal.**- Tensión por la cual el Contador de Energía es diseñado y sirve de referencia para la realización de pruebas.

**2.2.22.- Constantes y relaciones del Contador de Energía.**- Los tipos de constantes y relaciones del contador de Energía se citarán a continuación.

- **Constante del disco ( $K_h$  ó  $K_d$ ).**- Expresada en WH/Revolución, es el número de vatio - hora correspondiente a una revolución o vuelta completa del disco.

Expresada en Revolución/KWH, es el número de revoluciones correspondiente a un KWH que debe dar el disco.

- **Constante del Registrador ( $K_r$ ).**- En sistemas de medición directa, este valor debe multiplicarse por la lectura indicada en el registrador para obtener consumo real del cliente; mientras que en sistemas de medición indirecta, esta contante debe ser considerada para la

determinación del factor de multiplicación de la lectura; generalmente esta constante es igual a 1.

*Formula para el cálculo de la Constante del Registrador:*

$$K_r = (K_h \times R_r \times R_s) / 10.000$$

- **Relación del registrador (Rr).**- Es el número de revoluciones de los engranajes internos del Registrador por una revolución completa del primer puntero (décimas).

**2.2.23.- Clase del Contador de Energía.**- La clase del Contador de Energía denota la máxima corriente de operación continua del Contador de Energía en amperios, sin exceder los límites de temperatura y con una precisión aceptable.

*Las clases de los Contadores de Energía pueden ser:*

- **Contador de Energía Clase 100.**- Este Contador de Energía puede ser monofásico y debe ser capaz de conducir hasta 100 amperios en trabajo continuo, sin pasar los límites de temperatura.

- **Contador de Energía Clase 200.**- El Contador de Energía puede ser monofásico y debe ser capaz de conducir hasta 200 amperios en trabajo continuo, sin pasar los límites de temperatura.

- **Contador de Energía Clase 10** .- El Contador de Energía puede ser monofásico y debe ser capaz de soportar hasta 10 amperios en trabajo continuo. Estos Contadores de Energía se usan con transformadores de corriente y/o potencial.

- **Contadores de Energía Clase 20.**- El Contador de Energía puede ser monofásico y deber ser capaz de soportar hasta 20 amperios en trabajos continuos. Estos Contadores de Energía se usan con transformadores de corriente y/o potencial.

**2.2.24.- Número de Forma (Fm).**- Este número está de acuerdo con el diagrama de conexión interna del Contador de Energía mostrado en las normas ANSI C12.10. Los Contadores que tienen igual número de forma, tendrán iguales conexiones internas. Estos diagramas de conexión de los Contadores de Energía son necesarios para realizar la instalación de los mismos y evitar errores.

## **CAPITULO III**

### **CONEXIÓN DE CONTADORES DE ENERGIA MONOFASICOS.**

#### **3.1.- Generalidades.**

*Los Contadores de Energía monofásicos son conectados a través de una acometida aérea o subterránea desde la red de distribución del sector o del tablero de medición, el caso de ser condominio o edificio.*

*El número de conductores a conectarse depende del Tipo de Contador de Energía:*

- *Contador de Energía 1  $\phi$  2 hilos: 1 fase y neutro (2 cables) dúplex.*
- *Contador de Energía 1  $\phi$  3 hilos: 2 fases y neutro (3 cables) triplex.*

*Los Contadores de Energía sobrepuestos indican en la bornera de conexión el sitio donde colocar los cables de la acometida y salida de carga:*

- *Parte izquierda (Alimentación – Entrada)*
- *Parte derecha (Carga – Salida).*

*Los Contadores de Energía Tipo socket indican en la base donde colocan los cables de acometida y salida a la carga:*

- *Parte superior*                    *(Alimentación – Entrada).*
- *Parte inferior*                    *(Carga – Salida).*

*Las conexiones de la acometida y carga al Contador de Energía, deben ser ajustadas, a fin de evitar la formación de resistencias que sean censadas con el Contador de Energía.*

### **3.2.- Sistema monofásico 120 Voltios a 2 conductores.**

*Este sistema de energía monofásico 120 V a 2 conductores en baja tensión, es utilizado mayoritariamente, es suministrado desde las redes de distribución de baja tensión, a través de una acometida (dúplex), cuyo consumo es censado por un Contador de Energía 1 $\phi$  2 hilos 120V. 60 Hz., sea este tipo sobrepuesto o socket.*

*El equipo de medición a utilizarse puede ser:*

**3.2.1.- De Medición Directa.-** *Si la corriente no supera los 200 amperios, se usará un Contador de Energía Clase 100 o Clase 200 monofásico, tipo Sobrepuesto o Socket, de 120 Voltios, 2 hilos, de forma 1A ó 1S. Ver figura # 3-1.*

3.2.2.- Esquemas y conexiones de Contadores de Energía monofásicos 120 Voltios a 2 conductores.

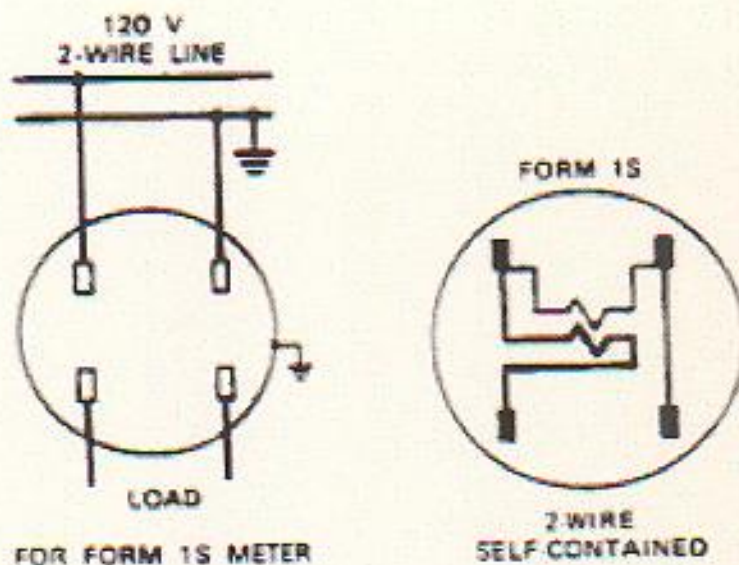


Fig. # 3-1

3.3.- Sistema monofásico 120/240 Voltios a 3 conductores.

La Empresa suministradora de energía tiene normalizado este suministro a 120/240 V. 60 Hz. y es otorgada desde las redes de distribución de baja tensión o transformador exclusivo, a través de una acometida (triplex) cuyo consumo es censado por un medidor 1  $\phi$  3 hilos 120/240 Voltios 60 Hz. sea este tipo sobrepuesto o socket.

El equipo de medición a utilizarse puede ser:



**3.3.1.- De Medición Directa.-** Si la corriente de carga no excede a los 200 amperios se usará un Contador de Energía monofásico Clase 100 o 200, 240V, 3 hilos, tipo Sobrepuesto o Socket, de forma 2A ó 2S. Ver figura # 3-2.

<b>TIPO DE MEDIDOR</b>	<b>CARGA INSTALADA</b>
- 120 V 2h Cl 100 60 Hz	0 a 8 Kw 1φ
- 120/240 V 3h Cl 100 60 Hz	9 a 16 Kw 1φ
- 120/240 V 3h Cl 100 60 Hz	17 a 40 Kw 1φ

**3.3.2.- De Medición Indirecta.-** Si la corriente de carga supera a los 200 amperios se aplicará un Contador de Energía monofásico Clase 10 o 20, 240 Voltios, 3 Hilos, tipo Sobrepuesto o Socket, de forma 4A ó 4S. Ver figura # 3-3.

<b>TIPO DE MEDIDOR</b>	<b>CARGA INSTALADA</b>
- 120/240 V 3h Cl 20 60 Hz	41 a 100 Kw 1φ
- TC'S 200/5 x 2	
- 400/5 x 2	

3.3.3.- Esquemas y conexiones de Contadores de Energía monofásica a 3 conductores.

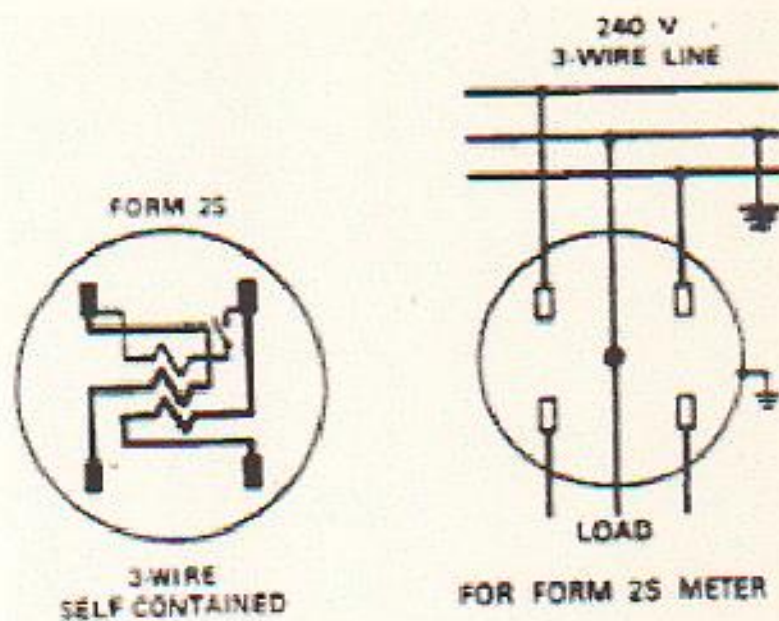


Fig. # 3-2.

FORM 45



3-WIRE  
TRANSFORMER-RATED

240 V  
3-WIRE LINE WITH  
TWO CURRENT TRANSFORMERS

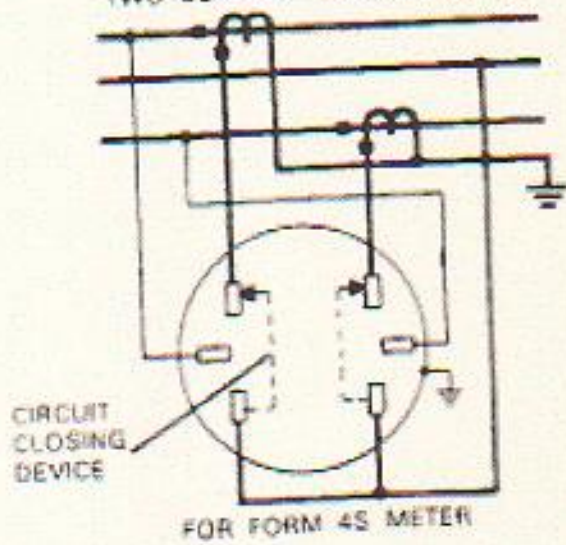


Fig. # 3-3.

### **3.4.- Sistema monofásico 7620 Voltios a 2 conductores.**

*Este servicio es suministrado a Clientes que tienen una red de distribución monofásica en alta tensión, donde para un mejor registro del consumo eléctrico se instala un Contador de Energía monofásico a 7620 V., Ver figura 3-4. Con los siguientes equipos:*

- *Contador de Energía 1 $\phi$  120 V. Cl 20 Forma 3S.*
- *1 TP'S 70/1*
- *1 TC'S (15/20/25/5)*
- *1 Base socket 1 $\phi$  Cl 20 6 terminales.*

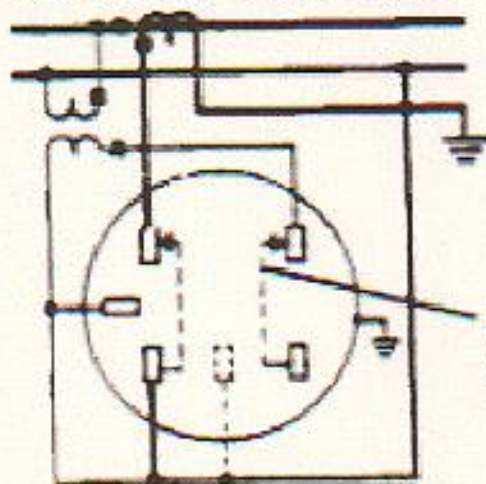
*Algunas Empresas Eléctricas utilizan este método para reducir y controlar pérdidas en lugares comunitarios.*

FORM 35



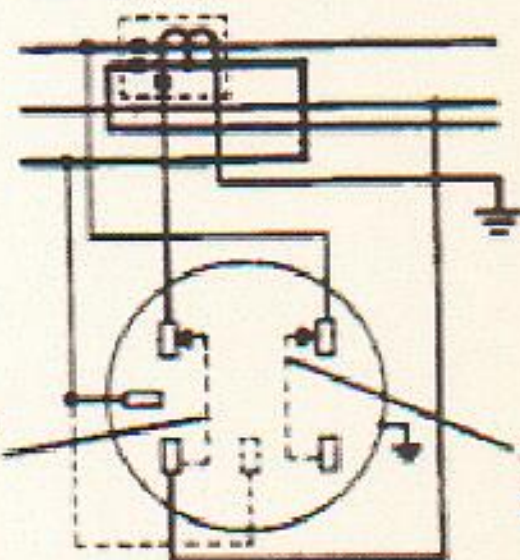
2-WIRE  
TRANSFORMER RATED

120 V  
2-WIRE LINE WITH  
CURRENT TRANSFORMER  
AND VOLTAGE TRANSFORMER



FOR FORM 35 METER

240 V  
3-WIRE LINE WITH WINDOW  
TYPE CURRENT TRANSFORMER



FOR FORM 35 METER

CIRCUIT  
CLOSING  
DEVICE

CIRCUIT  
CLOSIN  
DEVICE

Fig. # 3-4.

## **CAPITULO IV**

### **INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE CONTADORES.**

#### **4.1.- Instrucciones generales para la instalación.**

*Verificar si el usuario tiene terminadas las instalaciones (para probar la conexión del Contador de Energía).*

*Chequear el voltaje de la red y seleccionar la fase a la cual se va a conectar el Contador de Energía (para evitar el desbalanceamiento de la red).*

*Conectar el neutro del sistema a la varilla de puesta a tierra del usuario.*

*Los Contadores de Energía deben ser conectados de acuerdo al esquema de conexiones, que está marcado en la placa característica o en la caja de bornes.*

*También se debe determinar en la instalación de los Contadores de Energía su tipo y características. Luego conocer la magnitud de la carga cuyo consumo tiene que registrar el Contador de Energía.*

*La instalación de estos Contadores de Energía se debe ubicarlos en lugares secos y protegidos contra goteos de agua, lluvia y golpes, por eso es preferible colocarlos dentro de cajas metálicas, con láminas en plancha 1/16" y con acabados para uso eléctrico. Estas se colocan empotradas o pegadas en la pared; la ubicación del Contador de Energía debe permitir el libre y fácil acceso del personal encargado de tomar la lectura, que se hace periódicamente ( una vez al mes ).*

*La mejor ubicación del Contador de Energía es en la parte frontal exterior del domicilio.*

*Las conexiones del Contador de Energía con las líneas de distribución, deben asegurarse contra eventuales conexiones fraudulentas y deben ser aéreas y con el conductor adecuado.*

*Es necesario limpiar el aislamiento de los conductores que entran en los bornes en una longitud apropiada y apretar firmemente los tornillos.*

*Las conexiones del Contador de Energía deben hacerse cuidadosamente, de acuerdo a las indicaciones del capítulo III. No hay que olvidarse que después de conectado el Contador de Energía y antes de colocado el sello de seguridad en la tapa de bornes, verificar si el medidor marcha en sentido de indica la flecha y probar el voltaje y corriente a la salida del breaker del usuario.*

#### **4.1.1.- Determinación de las características del Contador de Energía y elección del tipo.**

*Se determina el tipo del Contador de Energía de acuerdo a la carga, la tensión de la red y el sistema de distribución.*

*Es necesario conocer las variaciones de la carga, su máximo y el valor término medio, para poder ajustar a la instalación un Contador de Energía que resulte exacto en todos los régimen de carga. Sería absurdo instalar un Contador de Energía, para mucha corriente, en una instalación donde la carga es pequeña. En tales casos es aconsejable colocar un Contador de Energía para cargas normales, registrando su consumo con muy buena exactitud y que pueda soportar sin ningún perjuicio los golpes de carga.*

*Tampoco deben colocarse Contadores de Energía de cargas pequeñas en instalaciones donde el término medio de la carga es grande; conviene determinar siempre la carga media que nos de una idea de las variaciones de la carga. Tomemos como ejemplo la fig. # 4-1, en el cual indican las variaciones de la carga de un consumidor durante 11 horas de un día de consumo normal. Determinamos la superficie abarcada por la característica A y la reducimos en la superficie de un rectángulo, que tiene por base la línea CD que corresponde a las 11 horas. La altura de este rectángulo, que se indica con H, es la carga media cuyo valor se lee en KW o en KWA sobre la escala vertical.*



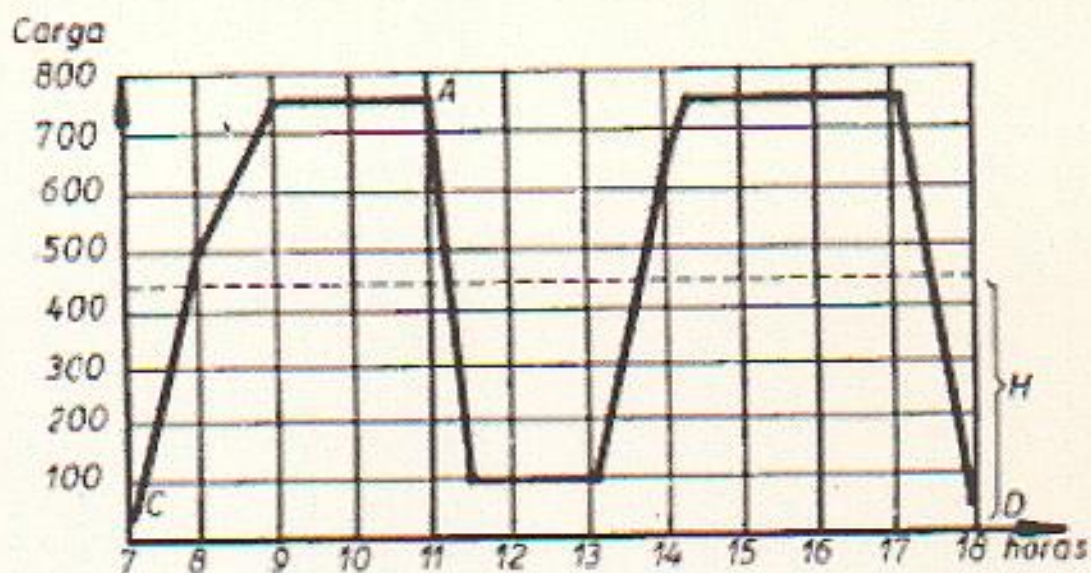


Fig. # 4-1. Determinación de la carga  $H$  de un consumidor, durante un día normal.

Conociendo la carga media, calculamos la intensidad de corriente de acuerdo a la tensión con la que se suministra la energía eléctrica. Si la intensidad tiene un valor igual o menor de 100 Amp. y la tensión es igual o menor de 240 Voltios, se prevé la instalación de un Contador de Energía directo. Y si es mayor de 100 Amp. la intensidad de corriente, la conexión de las bobinas de intensidad del Contador de Energía se hace por medio de transformadores de corriente.

#### 4.1.2.-Tipo del Contador de Energía.

Para conocer el tipo del Contador de energía hay que considerar qué sistema de distribución suministra la energía eléctrica, y como está constituido el circuito de carga del consumidor.

Las redes de distribución de corriente alterna son normalmente trifásicas que son en conexión estrella y en conexión delta. Cualquiera de estas dos conexiones puede aplicarse para la distribución de energía eléctrica de baja o de alta tensión.

#### 4.1.3.- Protección del Contador de Energía.

Para proteger el Contador de Energía contra efectos térmicos producidos por las corrientes de sobrecarga o cortocircuitos, es necesario que el usuario tenga instalado un interruptor termomagnético (breaker) ajustado a su carga.

La máxima capacidad del breaker a instalarse, depende de la clase de Contador de Energía y del tipo del Contador de Energía.

Diagrama unifilar de protección.

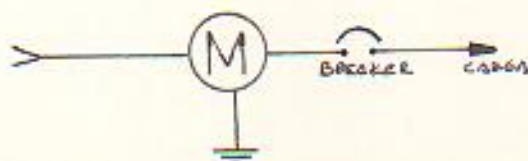


Fig. # 4-2. Diagrama unifilar de protección.

*Contador de Energía clase 100 Breaker máximo  $0.70 \times 100 = 70$  Amp.*

*Contador de Energía clase 200 Breaker máximo  $0.70 \times 200 = 150$  Amp.*

#### **4.2.- Mantenimiento de Contadores de Energía.**

*Las conexiones y las instalación es de los Contadores de Energía se hacen en forma segura, para que el instrumento no sufra deterioro, vibraciones y golpes mecánicos, etc. Aunque la instalación haya sido hecha con todos los cuidados y precauciones, es necesario revisar los Contadores de Energía y acondicionarlos periódicamente.*

*La duración de los periodos en los cuales los diferentes Contadores de Energía pueden quedar en servicio sin necesidad de ser revisados, se determina según el tipo del Contador de Energía y de acuerdo a las condiciones locales del sistema de distribución de energía eléctrica. Para Contadores de Energía monofásicos su periodo fluctúa de 10 a 12 años.*

*Si un Contador de Energía ha estado en servicio durante un largo tiempo y aparentemente se encuentra en buen estado, se realiza una limpieza total, y especialmente en los cojinetes y el numerador.*

*La limpieza interna de los Contadores de Energía debe realizarse en un Laboratorio con aire comprimido seco, dando especial atención a los polos magnéticos y a su entrehierro, éstos deben estar limpios y libres de materiales extraños.*

*Para limpiar las partes internas del Contador de Energía como es el cojinete, que constituye una de las partes más importantes del Contador de Energía porque sobre estos se apoya el eje del rotor, se le desmonta la piedra y la punta del eje, se lava sus piezas y se verifica si están en buenas condiciones o gastadas. Esta revisión se debe realizar por medio de un microscopio para verificar si se encuentran rajaduras, deben ser reemplazadas por nuevas.*

*La limpieza del numerador se hace solamente, cuando la tapa de vidrio ha sido rota y a penetrado en su interior polvo. Se retira el numerador para desarmarlo y limpiarlo, sopletiarlo con el compresor de aire y si es necesario encerarlo para un nuevo usuario.*

#### ***4.3.- Factores que deben tomarse en cuenta al realizar el mantenimiento.***

*Luego de ser retirado el Contador de Energía de servicio debe ser probado, reacondicionado o dado de baja en el Laboratorio de Contrastación con el siguiente procedimiento:*

- Realizar una inspección física de como se encuentra el Contador de Energía, verificar los sellos, anotar la lectura registrada, etc.*
- Chequear las conexiones eléctricas y acoplamientos mecánicos.*
- Verificar el aislamiento de las bobinas.*
- Chequear materias extrañas sobre los polos magnéticos.*

- *Chequear el disco, su alineación con el entrehierro y ajustar si es necesario.*
- *Chequear el registrador, comprobar el engranaje correcto con el disco.*
- *Inspeccionar el empaque de la tapa para determinar si existe un apropiado sellado con la base.*
- *Verificar el estado de la suspensión.*
- *Hacer las calibraciones normales y realizar los ajustes.*
- *Reponer la tapa y sellar.*
- *Registrar en la respectiva hoja los datos de calibración dejados en el Contador de Energía.*
- *Almacenar en forma apropiada, hasta su nueva instalación.*

*Cuando se dispone de un adecuado número de repuestos los Contadores de Energía pueden ser rehabilitados, especialmente en lo que se refiere a discos, suspensiones, registradores, tapas de vidrio, etc.*

*No es conveniente lubricar los cojinetes por que estos con una pequeña cantidad de polvo adquieren un mayor rozamiento.*

*La caja metálica del Contador de Energía debe ser limpiada completamente y si se requiere pintar convenientemente.*

#### **4.4.- Plan de optimización.**

##### **4.4.1.- Situación actual.**

*En este literal se presentan las experiencias obtenidas, por el personal del Laboratorio de Contrastación de la Empresa Eléctrica Regional Guayas Los Ríos S.A. Sistema Quevedo (EMELGUR S.A.).*

*Se han diseñado tablas con los tipos de daños más frecuentes de los Contadores de Energía.*

*La Empresa Eléctrica Regional Guayas Los Ríos S.A., Sistema Quevedo, atiende parte de las Provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí y Cotopaxi es decir Cantones El Empalme, Quevedo, Buena Fé, Valencia, Pichincha y La Maná, atiende cerca de 50.000 clientes, 99 % de los cuales tienen medición directa a través de Contadores de Energía electromecánicos.*

*Cada cliente dispone de su propio Contador de Energía y la facturación dependerá de la calidad de medición que este proporcione.*

*En el Laboratorio de Contrastación se chequean cerca de 10.000 Contadores de Energía anuales, esto es cerca de 830 Contadores de Energía mensuales o 41 Contadores de Energía diarios.*

*Se tienen Contadores de Energía de 16 marcas diferentes, con diagramas de conexiones iguales entre ellos.*

*Existían constantes reclamos del personal del Laboratorio de Contrastación indicando que ciertas marcas de Contadores de Energía tenían problemas, sin existir estadísticas confiables que lo demuestren.*

*No se conocían las estadísticas exactas de los daños más frecuentes de los Contadores de Energía, los daños necesarios para elaborar especificaciones adecuadas de nuevos equipos de medición y adquirir repuestos.*

*EL Laboratorio de Contrastación consta de dos mesas de trabajo semiautomáticas. Y por adquirir un Contrastador de Contadores de Energía portátil para realizar el contraste en el sitio, de esta manera se ahorraría tiempo al verificar el estado del Contador de Energía.*

#### ***4.4.2- Experiencia en la Empresa Eléctrica.***

*Partimos de las experiencias de los trabajadores del Laboratorio de Contrastación, elaborando una tabla con los principales daños presentados.*

*Quiénes definen los tipos de daños de los Contadores de Energía es el personal del Laboratorio de Contrastación.*

*Esta tabla esta formada por código, descripción del tipo de daño y tipo de Contador de Energía.*

*El retiro de un Contador de Energía de un cliente se puede producir fundamentalmente por los siguientes motivos:*

- *Cliente solicita el cambio, porque está marcando mal los consumos o porque esta dañado, destruido;*
- *Retiro del servicio al cliente (desconexión).*
- *Por disposición interna de la Empresa Eléctrica, al estar registrando bajos consumos o desconexión del servicio.*

*Cuando el cambio del Contador de Energía instalado es solicitado por el cliente, la Empresa dispone la revisión del Contador de Energía por parte del Inspector de consumo, para determinar si es o no necesario el cambio del mismo, pues en su mayoría los reclamos son por problemas de facturación acumulada.*

*Todo Contador de Energía que es retirado, antes de ser instalado a otro sitio, debe ser contrastado por el Laboratorio de Contrastación.*

*Todo Contador de Energía que llega al Laboratorio de Contrastación es chequeado, se determina el error de la medición y se emite un reporte; luego se procede a la reparación, si no tiene ninguna falla se le da mantenimiento que básicamente consiste en limpieza, pintura y cambiado de sellos.*



#### **4.4.3.-Análisis de tipos de daños más frecuentes.**

*En los cuadros se muestran los tipos de daños más frecuentes, desde el mantenimiento o limpieza del Contador de Energía, cuando se ha retirado un Contador de Energía en buen estado de funcionamiento, hasta la destrucción total del Contador de Energía, Etc.*

*Se consideran 2 opciones para que se produzca el daño:*

- *(M) Manipuleo o causa atribuible al cliente.*
- *(F) Falla de fabrica del medidor o daño absorbido por la Empresa, por ser una causa no atribuible al cliente.*

*Por ejemplo: Cuando se quema la caja de bornes por incremento de carga sin que el cliente comunique a la Empresa, o cuando rompen los sellos de seguridad, son causas atribuibles al cliente.*

*El daño del equipo por sobrevoltaje en la red, por una falla de fábrica o cuando se retira el Contador de Energía y no tiene ningún daño, es una reparación asumida por la Empresa.*

*Con el almacenamiento de los reportes podremos analizar cuántos Contadores de Energía se han dado de baja por un determinado daño, que marcas de Contadores de Energía tienen más problemas y con qué tipos de daños, etc.*

#### *4.4.4.- Recepción de lotes.*

*Las nuevas adquisiciones de Contadores de Energía pasan por una calibración, saliendo estos con un Código interno, y sellado en la tapa de vidrio.*

*A continuación se detallarán en los siguientes cuadros:*

**DATOS DE REPARACIONES DE CONTADORES DE ENERGIA**

MARCA	NANSEN	G. ELECTRIC	ABB	SCHLUMBERGER	CIEMSA	SEDCO	FAE	KRIZIA	SUBTOTAL FALLAS	SUBTOTAL MANIPULEO	TOTAL DANOS
DESCRIPCION DEL DAÑO											
CONTADOR SIN NOVEDAD	15	8	2	2	2	1	2	2	33		33
SISTEMA DE RELOJERIA											
AJUSTADO	1	1				4			7	4	11
DAÑADO											
PLASTICO	1	2	1				1		5		5
ABIERTO									5		5
TRABADO						2					
DISCO											
BAJADO	2	2								4	4
DOBLADO		1					1			2	2
BOBINAS											
TENSION CORTOCIRCUITADAS		2									2
CORRIENTE CORTOCIRCUITADAS	8	4	1					2		15	15
CAJA DE BORNES											
CORTOCIRCUITADAS	7	8	2			3		1		22	22
TORNILLO TOMADOS	1	1	1				2			4	4
DESTROSADAS	1	2	1					1		5	5
TAPA DE VIDRIO ROTA	2	3	1				1			7	7
AJUSTES DE CALIBRACION											
ALTERADOS	2	2	1					1		6	6
COJINETES											
APRETADAS	2	2						1		5	5
BAJADOS	1	3								4	4
SIN COJINETE											
SIN RULIMAN											
FLUJAS											
PUENTE ABIERTO DE BOBINAS											
POR DESGASTE NATURAL											
CONTADOR DESTROSADO	3	2	1				2	1		9	9
ROTOS SELLOS DE SEGURIDAD	18	10	3			2	4	5		46	46
IMPUREZAS EN EL CONTADOR	1	2	2							5	5
SUBTOTAL DANOS POR MARCA	64	55	14	6	12	12	11	16	52	138	190

MESES: ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO Y JUNIO DE 1998

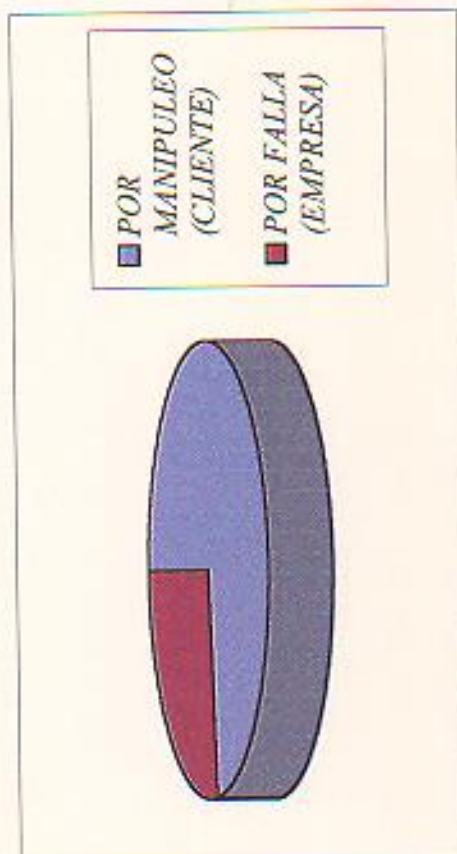
**DATOS DE REPARACIONES DE CONTADORES DE ENERGIA**

MARCA	CONTELECA	NINGCIMO	FUJI	WESTINGHOUSE	DUNCAN	YOSHIBA	OSAKI	SUBTOTAL FALLAS	SUBTOTAL MANIPULEO	TOTAL DAÑOS
DESCRIPCION DEL DAÑO										
CONTADOR SIN NOVEDAD	3	2	1					10		10
SISTEMA DE RELOJERIA										
AJUSTADO										
DAÑADO	3	1		9	1			7	9	16
PLASTICO				4				4		4
ABIERTO	1		1	1				3		3
TRABADO										
DISCO									1	1
BAJADO	1				1				1	1
DOBLADO										
BOBINAS										
TENSION CORTOCIRCUITADAS										
CORRIENTE CORTOCIRCUITADAS	4	2	1	3	1				12	12
CAJA DE BORNES										
CORTOCIRCUITADAS	3	2	1	3	1				3	3
TORNILLO TOMADOS									3	3
DESTROSADAS	1		1			1				
TAPA DE VIDRIO ROYA	1	1		1					3	3
AJUSTES DE CALIBRACION										
ALTERADOS	2			1					2	2
COJINETES									1	1
APRETADAS	1	1							1	1
BALADOS	1								2	2
SIN COJINETE										
SIN RULIMAN		1								
FLOJAS			1							
PUNTE ABIERTO DE BOBINAS										
POR DESGASTE NATURAL						4	1	6		6
CONTADOR DESTROSADO	1			2					3	3
ROTOS SELLOS DE SEGURIDAD	13	5	3	5	4				30	30
IMPUREZAS EN EL CONTADOR	1	1	1						3	3
SUBTOTAL DAÑOS POR MARCA	42	16	10	29	12	4	1	30	86	112
TOTAL DAÑOS POR MARCAS	106	71	24	35	24	16	17	82	229	306

MESES : ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO Y JUNIO DE 1998

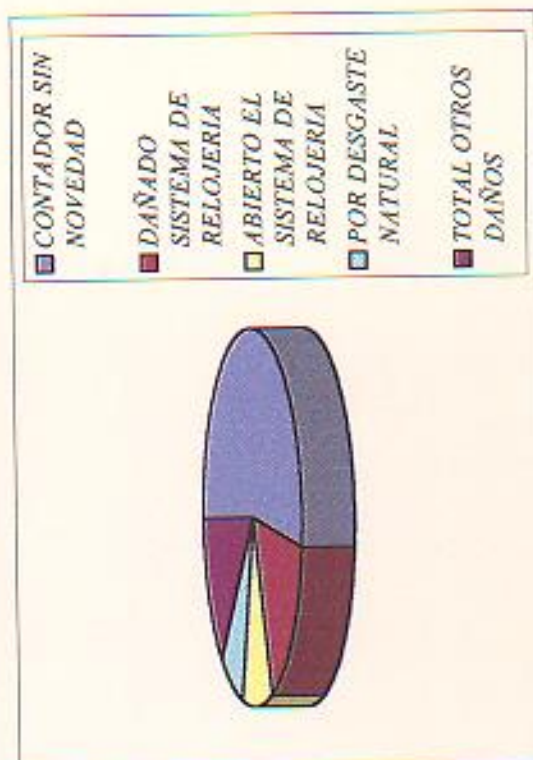
**TOTAL CONTADORES DE ENERGIA DAÑADOS**

<b>TIPO DE REPARACION</b>	<b>SUBTOTAL</b>
POR MANIPULEO (CLIENTE)	224
POR FALLA (EMPRESA)	82
<b>TOTAL DAÑOS</b>	<b>306</b>



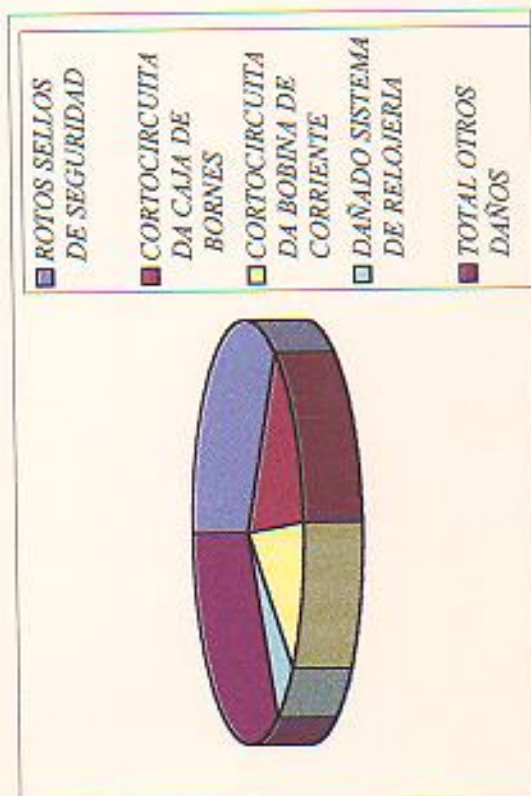
**MEDIDORES DAÑADOS POR FALLA**

TIPO DE REPARACION	SUBTOTAL FALLA
CONTADOR SIN NOVEDAD	43
DAÑADO SISTEMA DE RELOJERIA	14
ABIERTO EL SISTEMA DE RELOJERIA	8
POR DESGASTE NATURAL	6
TOTAL OTROS DAÑOS	11
TOTAL DAÑOS	82



**MEDIDORES DAÑADOS POR MANIPULEO**

TIPO DE REPARACION	SUBTOTAL MANIPULEO
ROTOS SELLOS DE SEGURIDAD	76
CORTOCIRCUITADA CAJA DE BORNES	34
CORTOCIRCUITADA BOBINA DE CORRIENTE	27
DAÑADO SISTEMA DE RELOJERIA	13
TOTAL OTROS DAÑOS	74
TOTAL DAÑOS	224



**COSTO POR ARREGLO EN PORCENTAJE  
DEL CONTADOR DE ENERGIA**

<i>DESCRIPCION DEL DAÑO</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>COSTO DEL CONTADOR DE ENERGIA</i>	<i>100</i>
<i>CONTADOR SIN NOVEDAD</i>	<i>10</i>
<i>SISTEMA DE RELOJERIA</i>	
<i>DAÑADO</i>	<i>60</i>
<i>DISCO</i>	
<i>DOBLADO</i>	<i>20</i>
<i>BOBINAS</i>	
<i>CORRIENTE CORTOCIRCUITADAS</i>	<i>60</i>
<i>CORTADO O ABIERTO PUENTE DE BOBINAS</i>	<i>100</i>
<i>CAJA DE BORNES</i>	
<i>CORTOCIRCUITADAS</i>	<i>60</i>
<i>TORNILLO TOMADOS</i>	<i>60</i>
<i>DESTROSADAS</i>	<i>60</i>
<i>TAPA DE VIDRIO ROTA</i>	<i>10</i>
<i>AJUSTES DE CALIBRACION</i>	
<i>DAÑADOS</i>	<i>10</i>
<i>COJINETES</i>	
<i>DAÑADOS</i>	<i>20</i>
<i>POR DESGASTE NATURAL</i>	<i>100</i>
<i>CONTADOR DESTROSADO</i>	<i>100</i>
<i>ROTOS SELLOS DE SEGURIDAD</i>	<i>10</i>
<i>IMPUREZAS EN EL CONTADOR</i>	<i>20</i>

#### **4.4.5.- Análisis de los datos obtenidos.**

*Mediante la información almacenada en estos cuadros se obtienen algunos reportes importantes como por ejemplo:*

- *Tipos de daños más frecuentes en los Contadores de Energía.*
- *Valores a cobrarse por daños en Contadores de Energía por falla.*
- *Valores a cobrarse por daños en Contadores de Energía por manipuleo.*

*Se puede observar que del 100 % de Contadores de Energía reparados, el 73 % corresponde a manipuleo o causas atribuibles al cliente y el 27 % por fallas o causas atribuibles a la Empresa.*

*Cuando el motivo de la reparación es falla, o causa atribuible a la Empresa, las principales reparaciones son: El 53 %, Sin novedad, Contador de Energía dado mantenimiento; el 17 % dañado el registrador; el 10 %, abierto el registrador; el 7 % por desgaste natural (viejo) y un 13 % otro tipo de reparaciones.*

*Siendo el principal motivo de falla el retiro innecesario del Contador de Energía, se debe atacar este punto y exigir que el trabajo que realizan los inspectores sea más eficaz.*



*Cuando el motivo de la reparación es manipuleo, o causa atribuible al Cliente, las principales reparaciones son rotos o abiertos los sellos de seguridad, con un 34 %; cortocircuitada caja de bornes, el 15 %; cortocircuitadas bobinas de corriente, el 12 %; dañado el registrador, el 16 %. Y con un 33 % otro tipo de reparaciones.*

*Siendo el principal motivo del retiro de Contadores de Energía por estar abiertos los sellos, se debe atacar este punto y disuadir al cliente para que no rompa los sellos.*

*Otro motivo importante es el de retirarlos por estar circuitada la caja de bornes, por lo que se recomienda adquirir Contadores de Energía con las bobinas de corriente atornilladas a la caja de bornes, facilitando la reparación del Contador de Energía. Así como adiestrar al personal de instaladores a fin de que los conductores en los bornes de entrada y salida tenga un ajuste compacto (fuerte).*

## **CAPITULO V.**

### **CONTRASTACION DE MEDIDORES.**

#### **5.1.- Generalidades.**

*El contraste de un Contador de Energía significa ajustar un Contador de Energía dentro de la faja o límites de errores admisibles.*

*El contraste de Contadores de Energía tiene como objeto determinar el grado de exactitud o el error con que el Contador de Energía registra la energía consumida realmente. Todos los Contadores de Energía deben ser contrastados antes de ser instalados, el primer contraste se lo realiza en la fabrica, después de su montaje. Además, las Empresas suministradoras de Energía Eléctrica que compran los Contadores de Energía para ser instalados en los consumidores de energía, los contrasta nuevamente en su propio Laboratorio.*

*Los equipos modernos para los ensayos de Contadores de Energía están provistos con un contador patrón de pulsos incorporados y accesorios electrónicos para el control del procedimiento de pruebas. Para el manejo con estos aparatos no es necesario saber relaciones de los valores, que participan en el proceso de la medición.*

*Toda calibración debe ser iniciada por ajuste a la carga nominal, porque el ajuste del imán afecta al medidor en todas las cargas.*

**- Condiciones para la calibración.**

<i>Carga</i>	<i>Corriente nominal</i>
<i>Nominal</i>	<i>Tensión nominal</i>
	<i>F. P. 100 %</i>

<i>Carga</i>	<i>10 % de corriente nominal</i>
<i>Pequeña</i>	<i>Tensión nominal</i>
	<i>F. P. 100 %</i>

**- Dispositivos de ajuste del Contador de Energía.**

*Todos los Contadores de Energía monofásicos son previstos de dos dispositivos:*

- *Ajuste a carga nominal.*
- *Ajuste a carga pequeña.*

**- Ajuste a carga nominal.-** *El dispositivo se destina a ajustar la velocidad del Contador de Energía a un valor deseado, actuando sobre el conjunto de frenado ya sea aumentando o reduciendo el flujo magnético.*

**- Ajuste a carga pequeña.-** *Este ajuste se destina a compensar los efectos de corrientes asimétricas magnéticas producidas por el flujo de la bobina de tensión que puede producir movimientos del disco sin corriente (marchar en*

vacío), y los efectos producidos por el flujo de la bobina de corriente que no es exactamente proporcional a la corriente, cuando circulan bajo corrientes por esta bobina, tendiendo el disco a girar más lento de lo que debería.

Para evitar estos efectos, los Contadores de Energía traen un anillo rectangular colocado sobre el núcleo de la bobina de tensión, para producir un flujo adicional.

Para el ajuste se actúa moviendo este anillo lateralmente por medio de un eje y de esta manera se varía el flujo adicional y consecuentemente se altera la velocidad de rotación del disco en baja corriente.

## **5.2.- Métodos para el contraste de Contadores de Energía.**

Existen varios métodos por medio de los cuales pueden contrastarse los Contadores de Energía.

Estos métodos son los siguientes:

- *Contraste con Contador Patrón.*
- *Contraste con Vatímetro patrón y cronómetro.*

### **5.2.1- Contraste con Contador Patrón.**

Para el contraste de Contadores de Energía en el Laboratorio de Contrastación se utilizan una Carga Fantasma y un Patrón de Energía.

*Las Cargas Fantasma son en realidad la carga artificial que necesitan los Contadores de Energías para su ensayo, pero de una construcción especial que permitan variar el margen de medición dentro de ciertos límites, variando las tensiones e intensidades, por ejemplo, 69V., 120V., 240V., 277V., 480V., y 1Amp., 2,5Amp. 5Amp., 15Amp., 50Amp..*

*Estos equipos por su comodidad y tamaño permiten transportarlos de un lugar a otro cómodamente, especialmente en los casos en que es necesario realizar contrastes en el mismo sitio de la instalación del Contador de Energía a contrastar.*

*Consiste en conectar el Contador de Energía que va a ser contrastado y el Patrón de Energía a un circuito de potencia constante, y contar simultáneamente el número de revoluciones del Contador y del patrón.*

#### **5.2.2.- Contraste con Vatímetro patrón y cronómetro.**

*Este tipo de contraste consiste en que el patrón de energía se sustituye por un vatímetro y un cronómetro, la potencia debe mantenerse constante. Este es el método clásico y tiene menos exigencias en aparatos. Es utilizado para una verificación más precisa del estado de funcionamiento del Contador de Energía, en el sitio de instalación.*

#### **- Procedimiento:**

*Siendo el procedimiento a seguir el siguiente:*

**a) Cálculo del tiempo teórico:**

*Para el cálculo del tiempo teórico ( $T_t$ ), se requiere la siguiente información:*

- *Constante del Contador de Energía ( $K_h$ ) expresada en Wh/Rev.*
- *Valor de la potencia registrada en el vatímetro ( $P_w$ ) expresada en vatios.*

*Fórmula par el cálculo del tiempo teórico, expresado en segundos:*

$$T_t = K_h \times 3600 / P_w$$

**b) Determinación del error de medición:**

*Para la determinación del error de medición se recomienda el siguiente procedimiento:*

- *Desconecte la carga del cliente y conecte la carga de prueba (puede ser un foco de 100 W.).*
- *Cronometre el tiempo ( $T_m$ ) que demora el disco del Contador de Energía en dar una vuelta con la carga de prueba conectada.*

*Calcule el error de medición ( $E_m$ ), expresado en %, con la siguiente fórmula:*

$$E_m = (T_t - T_m) \times 100 / T_t$$

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

*Previo al retiro de un Contador de Energía, se requiere la inspección de personal técnico que determine la necesidad de retirar o no un Contador de Energía, sin motivo es una pérdida de recursos; previamente deben analizarse problemas de facturación acumulada en las oficinas.*

*Para los daños producidos por el cliente en el Contador de energía, principalmente en la rotura de los sellos, se recomienda facturar todo el valor de mano de obra que la Empresa gasta en reparar y controlar el Contador de Energía, ésta podría ser una forma de disminuir las pérdidas no técnicas, y además de existir el financiamiento para realizar este tipo de controles.*

*Los sistemas de medición de las Empresas Eléctricas deben estar bien definidos para lo cual se debe de tomar en cuenta el tipo de instalación eléctrica que tiene el cliente y la capacidad instalada del mismo.*

*Considerando que más del 50 % de la pérdidas no técnicas son por culpa de la propia Empresa Eléctrica, el contar con personal técnico con amplio conocimientos en este tema ayudaría grandemente en la reducción de este tipo de pérdidas.*

*Las Empresas Eléctricas deben estar al día con los nuevos adelantos en el campo de los Contadores de Energía, para de esta manera aprovechar el sin número de ventajas que presentan y facilitan el control.*

*La masificación requiere preparación y estadística tanto de los equipos como del personal. La experiencia de otras empresas es fundamental y se puede aplicar con modificaciones puntuales si se tratara de clientes y condiciones similares.*

*Se recomienda hacer un análisis para medidores bifásicos, trifásicos porque están conectados a medianos y grandes clientes aunque no son la mayoría, reportan directamente en la economía de las Empresas Eléctricas por ser de mayor consumo y facturación.*



## **BIBLIOGRAFIA.**

- 1.- **BARRERA. VICENTE, GUILLEN. LUIS:** *Manual de Instalación de Sistemas de Medición. Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., 1997.*
- 2.- **DOMENECH. J. Y G. GILI:** *Contadores Eléctricos de Corriente Alterna, Barcelona, pag. 16 -84, 1943.*
- 3.- **EMPRESA ELECTRICA REGIONAL GUAYAS LOS RIOS S.A., EMELGUR:** *Manual sobre Sistemas de medición, Guayaquil, 1990.*
- 4.- **EMPRESA ELECTRICA REGIONAL GUAYAS LOS RIOS S. A., EMELGUR:** *Normas para prestación de servicio para usuarios Industriales, Residenciales y Comerciales en los Sistemas: Quevedo, Durán, Daule, Guayaquil, 1995.*
- 5.- **ENCICLOPEDIA CEAC DE ELECTRICIDAD:** *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, España, 1974.*
- 6.- **FERRER. R.:** *Contadores Eléctricos, Síntesis, Barcelona, pag. 10 -68, 1960.*
- 7.- **HASSEKIEFF. L. M.,** *Medidores Eléctricos funcionamiento, instalación y contraste, España, José Montesó Editor, Primera Edición, pag. 77 - 104, 151 - 158, 1946.*

- 8.- **INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION, INECEL:**  
*Contrastación de Medidores, Ecuador, Subdirección de Capacitación, 1989.*
- 9.- **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, INEN:**  
*Contadores de Energía de Inducción Monofásicos, Editados por INEN - 281, Recepción de lotes, definiciones, requisitos, 1977.*
- 10.- **KLATOVKY. VLADIMIR:** *Manual Krizik - Rymel, Contadores de Energía Eléctrica, Tipo Inducción, 1989.*
- 11.- **LANDYS & GYS:** *Electry Meters, Operation, 1977.*
- 12.- **MALDONADO. C., S. HIDALGO Y E. FRIAS:** *Valoración de Reparación de Medidores en la Empresa Eléctrica Quito S.A., Ecuador, 1996.*
- 13.- **SALAZAR ALBAN. JOSE:** *El Contador de Energía usos y aplicaciones, Tesis E.P.N., 1981.*
- 14.- **VASQUEZ ALMEIDA. RAMIRO:** *Seguridad Industrial y Control de Pérdidas en las Empresas Eléctricas, Tesis E.P.N., 1991.*
- 15.- **VASQUEZ. WASHINGTON:** *Sistemas de Medición, Empresa Eléctrica Península de Santa Elena C. A., 1996*

# ANEXO # 1

## SERVICIO MONOFÁSICO 120 VOLTIOS 2 HILOS ó 120 / 240 VOLTIOS 3 HILOS

TIPO DE MEDICION	CARGA KW	SELECCIÓN DE LA MEDICION DE ENERGIA ACTIVA				ACOMETIDA	
		MEDIDOR DE KWH					
		CLASE	# DE HILOS	FASE	BASE *		VOLTIOS
DIRECTA BAJA TENSION	0 - 8	100	2	1	A ó S	120	2 * # 6 Al
DIRECTA BAJA TENSION		100	3	1	A ó S	120 / 240	3 * # 6 Al
DIRECTA BAJA TENSION	16 - 40	200	3	1	S	120 / 240	**
INDIRECTA BAJA TENSION	41 - 65	20	3	1	S	120 / 240	**

### NOTAS:

\* Los sobrepuestos (A) serán utilizados en servicios rurales y repijéricos; los socket (S) serán utilizados en servicios urbanos y edificios.

\*\* Este tipo de acometida será porporcionada por el usuario según el diseño eléctrico.

CARACTERISTICAS DE LOS CONTADORES DE ENERGIA MONOFASICOS

MARCA	VOLT.	AMP.	FASE	HILOS	Fp	ESTATOR	TIPO	CLASE	FORMA	Kb	Rr	Rs	Kr	MODELO
NANSEN	120	15	1	2	1	1	M-1A	100	1A	1.8	55 5/9	100	1	SOBREPUUESTO
NANSEN	240	15	1	3	1	1	M-2A	100	2A	3.6	27 7/9	100	1	SOBREPUUESTO
NANSEN	240	15	1	3	1	1	M2-S	100	2S	3.6	27 7/9	100	1	SOCKET
GENERAL ELECTRIC	120	15	1	2	1	1	F-72	100	1A	1.8	55 5/9	100	1	SOBREPUUESTO
GENERAL ELECTRIC	120	15	1	2	1	1	I-70-S/1	100	1S	1.8	55 5/9	100	1	SOCKET
GENERAL ELECTRIC	240	15	1	3	1	1	F-72	100	2A	3.6	27 7/9	100	1	SOBREPUUESTO
GENERAL ELECTRIC	240	15	1	3	1	1	I-70-S/1	100	2S	3.6	27 7/9	100	1	SOCKET
GENERAL ELECTRIC	240	30	1	3	1	1	I-70-S/2	200	2S	7.2	13 8/9	100	1	SOCKET
ABB	120	15	1	2	1	1	M8C	100	1A	1.8	55 5/9	70	1	SOBREPUUESTO
ABB	120	15	1	2	1	1	M8C	100	1A	1.8	79 23 / 63	70	1	SOBREPUUESTO
ABB	240	15	1	3	1	1	N8C	100	2A	3.6	27 7/9	100	1	SOCKET
ABB	240	30	1	3	1	1	AB1	200	2S	7.2	13 8/9	100	1	SOCKET
F/AE	120	15	1	2	1	1	MF-79G	100	1A	1.8	69 4/9	70	1	SOBREPUUESTO
SCHLUMBERGER	240	15	1	3	1	1	FX 231	100	1S	3.6	55 5/9	70	1	SOCKET
SCHLUMBERGER	240	30	1	3	1	1	JSS	200	2S	7.2	13 8/9	100	1	SOCKET
CIECSA	120	15	1	2	1	1	DD862	100	1A	2.7	360 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
SEDCO	120	15	1	2	1	1	FF722	100	1A	3.7	270 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
KRIZIK	120	15	1	2	1	1	EJE-915	100	1A	2	500 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
KRIZIK	120	20	1	2	1	1	EJE-915	100	1A	2.66	375 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
KRIZIK	240	20	1	3	1	1	EJE-915	100	2A	5	200 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
CONTELECA	120	15	1	2	1	1	FX-221	100	1A	1.8	1111/9	70	1	SOBREPUUESTO
DUNCAN	120	15	1	2	1	1	MK-A	100	1A	1.8	55 5/9	100	1	SOBREPUUESTO
DUNCAN	240	15	1	3	1	1	MK-S	100	2S	3.6	27 7/9	100	1	SOCKET

CARACTERISTICAS DE LOS CONTADORES DE ENERGIA MONOFASICOS

MARCA	VOLT.	AMP.	FASE	HILOS	Fp	ESTATOR	TIPO	CLASE	FORMA	Mt	Rr	Rs	Kr	MODELO
SANGAMO	120	15	1	2	1	1	J	100	1A	1.8	55 5/9	100	1	SOBREPUUESTO
SANGAMO	120	15	1	2	1	1	JA	100	1A	3	33 1/3	100	1	SOBREPUUESTO
SANGAMO	240	15	1	3	1	1	J2S	100	2A	6	16 2/3	100	1	SOCKET
FUJI	120	15	1	2	1	1	FA24	100	1A	1.6	600 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
FUJI	120	15	1	2	1	1	E-71G	100	1A	1.3	750 rev / KWH	70	1	SOBREPUUESTO
WESTINGHOUSE	120	15	1	2	1	1	M8L	100	1A	1.8	55 5/9	100	1	SOBREPUUESTO
WESTINGHOUSE	120	15	1	2	1	1	M8L	100	1A	1.8	79 23/63	100	1	SOBREPUUESTO
WESTINGHOUSE	240	15	1	3	1	1	N8L	100	2A	3.6	27 7/9	100	1	SOBREPUUESTO
WESTINGHOUSE	240	15	1	3	1	1	N8S	100	2S	3.6	27 7/9	100	1	SOCKET
WESTINGHOUSE	240	30	1	3	1	1	N8S	200	2S	7.2	13 8/9	100	1	SOCKET
ISKRA	120	15	1	2	1	1	E73C2	100	1A	1.3	750 rev / KWH	100	1	SOBREPUUESTO
TOSHIBA	120	15	1	2	1	1	I-18	100	1A	1.3	750 rev / KWH	100	1	SOBREPUUESTO
OSAKI	120	15	1	2	1	1	OBO9	100	1A	1.25	800 rev / KWH	100	1	SOBREPUUESTO
LANDIS & GIR	120	15	1	2	1	1	CG51M	100	1A	0.83	1200 rev/KWH	100	1	SOBREPUUESTO

## ANEXO # 3

### MANUAL DE OPERACIONES PARA CONTRASTAR CONTADORES DE ENERGIA.

AVO INTERNACIONAL

MA - 10

PORTABLE WATTHOUR STANDARD. (Contador Patrón).

#### 1.- Especificaciones.

##### 1.1.- Precisión.

Todos los errores están en el porcentaje de lectura en algunas de las combinaciones normales de operación. Nótese que la estabilidad está incluida dentro de las especificaciones de precisión máximas en Wattshoras, VARhoras y Qhoras. El factor de potencia es referido a Wattshoras y también es asumido que el voltaje es el vector de referencia.

	<b>Watthora</b>
En el factor de potencia ( $0^\circ$ ):	$\pm 0.01$ % típico, $\pm 0.05$ % máximo
En 0.5 del factor de potencia de retraso ( $-60^\circ$ ):	$\pm 0.02$ % típico, $\pm 0.05$ % máximo
En factor de potencia $P < 0.5$ ( $\phi$ entre $-60^\circ$ y $90^\circ$ ):	$\pm 0.05$ % típico

### **VARhoras**

<i>En 0.0 del factor de potencia en retraso (-90°):</i>	$\pm 0.025$ % típico, $\pm 0.1$ % máximo
<i>En 0.866 del factor de potencia en retraso (-30°):</i>	$\pm 0.035$ % típico, $\pm 0.1$ % máximo

### **Qhoras**

<i>En el factor de potencia (0°):</i>	$\pm 0.035$ % típico, $\pm 0.1$ % máximo
<i>En 0.5 del factor de potencia en retraso (-60°):</i>	$\pm 0.025$ % típico, $\pm 0.1$ % máximo

#### **1.2.- Entrada.**

*Terminal de entrada:* BNC, indicadora digital

#### **1.3.- Salida.**

*Terminal de salida:* BNC

### **MA - 10**

<i>Valores de pulso:</i>	<i>Watthora/VARhora/Qhora</i>	0.00001
	<i>Watthora/VARhora/Qhora</i>	0.00002 (200Amp.)

#### **1.4.- Condiciones normales de operación.**

<i>Entrada de potencial:</i>	60 a 600 VAC a 60 Hz.
	60 a 500 VAC a 60 Hz.
<i>Entrada de corriente:</i>	0.2 a 50.0 Amperios.
<i>Factor de Potencia.</i>	Cualquiera (ver la definición de precisión).
<i>Temperatura ambiente:</i>	20° a 30° C (68° a 86° F).

<i>Humedad relativa:</i>	<i>0 a 95 %.</i>
<i>Fuente de Voltaje auxiliar:</i>	<i>80 a 600 VAC.</i>
<i>Frecuencia:</i>	<i>48 a 62 Hz (Wattthoras)</i> <i>50 a 60 Hz (VARhoras/Qhoras solamente).</i>
<i>Orientación.</i>	<i>Cualquiera.</i>
<i>Intervalo de recalibración:</i>	<i>365 días.</i>
<i>Calentamiento:</i>	<i>30 segundos Choque o vibraciones.</i>

### ***1.5.- Influencia de afectan la precisión.***

<i>Temperatura:</i>	<i>± 0.0001%/°C típico, ± 0.003 %/°C máximo</i>
<i>(Wattthoras)</i>	<i>-20° a 70° C (-4° a 458° F)</i>
	<i>± 0.0003 %/°C típico, ± 0.001 %/°C máximo</i>
<i>(VARhoras/Qhoras)</i>	<i>-20° a 70° C (-4° a 458° F)</i>

### ***1.6.- Protección.***

<i>Aislamiento:</i>	<i>Completo: Entrada/Salida/Fuente/Cubierta.</i>
<i>Potencia dieléctrica:</i>	<i>2.3 KVrms, 60 Hz, 60 segundos.</i>
<i>Resistencia de interrupción:</i>	<i>IEEE 472 y ANSI 37.90</i>
<i>Fusibles:</i>	<i>Schurter # 0342516 o Radian # 30010000</i>



### 1.7.- Valores de Carga.

<i>Entrada de potencial:</i>	<i>Impedancia</i>	<i>Voltaje de entrada</i>	<i>Carga</i>
	$1M\Omega$	120V	0.014 VA
		240V	0.06 VA
		480V	0.23 VA
		600V	0.36 VA

<i>Corriente de entrada:</i>	<i>Impedancia</i>	<i>Corriente</i>	<i>Carga</i>	
		<i>de entrada</i>	<i>una entrada</i>	<i>3 entradas en paralelo</i>
	$0.001 \Omega$	0.2 A	0.00004VA	0.000013VA
		0.5 A	0.00025VA	0.00008 VA
		5 A	0.025 VA	0.008 VA
		50 A	2.5 VA	0.8 VA
		150 A	no usa	7.5 VA

*Fuente auxiliar:* 3.5 W para MA - 10 - 01  
4.0 W para multifunción MA - 10.  
< 10 VA para todas la unidades.

### 1.8.- Descripción física.

*Tamaño:* 190.5 mm alto  
139.7 mm ancho  
139.7 mm fondo excluyendo enganches y tiradera.

*Peso:* 2.5 Kg. peso empacado.

*Dimensiones con empaque:* 305 mm alto.  
248 mm ancho  
248 mm fondo

Indicador: 12.7 mm (0.5") 6 dígitos.

Lectura en Watthoras, VARhoras, Qhoras (MA-10).



**PHANTON LOAD (Carga fantasma)**

**MODEL PA - 2505 & PA2505K.**

**1.- Especificaciones.**

**1.1.- Entrada:**

*Voltajes primarios (especifica en grupo)*

*69/120/240/277/480, 1 $\phi$ , 50/60 Hz.*

**1.2.- Salida:**

*Rangos / intervalos de corriente (seleccionados con interruptor).*

*Carga completa: 0 a 2.5/5/15/50 A ó 100 % Fp.*

*Carga lenta: 0 0.25/0.5/105/5 a 100 % Fp.*

**1.3.- Control de corriente:** *Un autotransformador provee control continuo de la carga de salida de corriente desde cero al máximo de cada intervalo.*

**1.4.- Circuito del amperímetro:** *Un amperímetro de 3.5" (89mm) con escala reducida, señalador tipo hilo de cuchillo y una precisión de escala completa de  $\pm 5$  % indica la carga de salida de corriente.*

**1.5.- Conexiones de salida de corriente:** *Cinco terminales de salida están provistos para eliminar la necesidad de cambiar los conductores de conexiones entre la carga artificial y la referencia Watthora estándar. Cuatro de los terminales de salida (50,15,5 y 1.5 A.) están permanentemente conectados a los terminales de entrada correspondientes de la referencia estándar y el Contador de Energía bajo prueba es entonces conectado en*

*serie con el terminal positivo que queda de la carga artificial y al terminal negativo de la referencia estándar.*

**1.6.- Factor de potencia:** *El factor de potencia es mantenido sobre 97 % en la regulación del 100 % u entre 43 % y 57 % en regulación para 50 %.*

**1.7.- Conductores:** *Conductores extra flexibles de prueba de corriente y potencial con un conmutador contra interferencias de potencial y terminales convenientemente están previstos.*

**1.8.- Dimensiones:**

**PA – 2505**

*10 alto x 11.5 ancho x 8.5 profundidad (pulgadas)*

*254 alto x 292 ancho x 21.6 profundidad mm*

**PA – 2505 K**

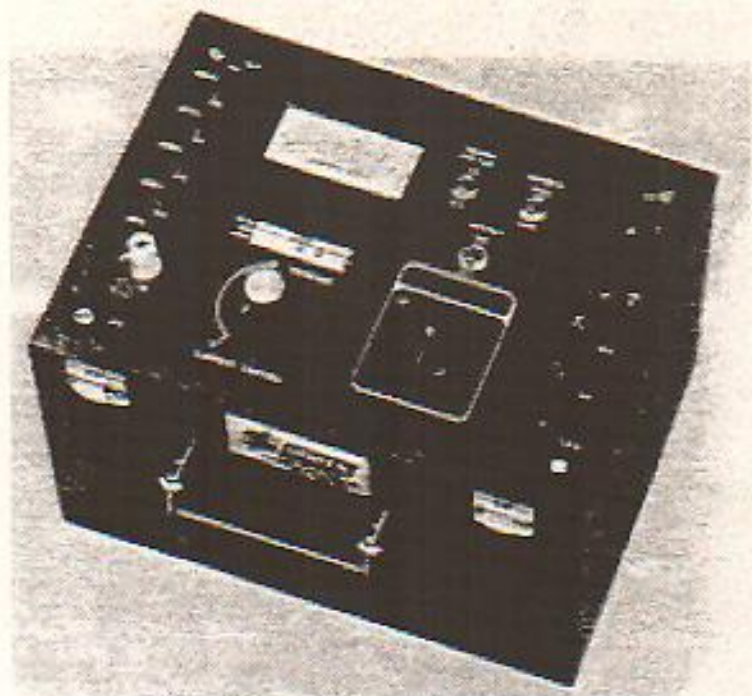
*12.5 alto x 19 ancho x 9 profundidad (pulgadas)*

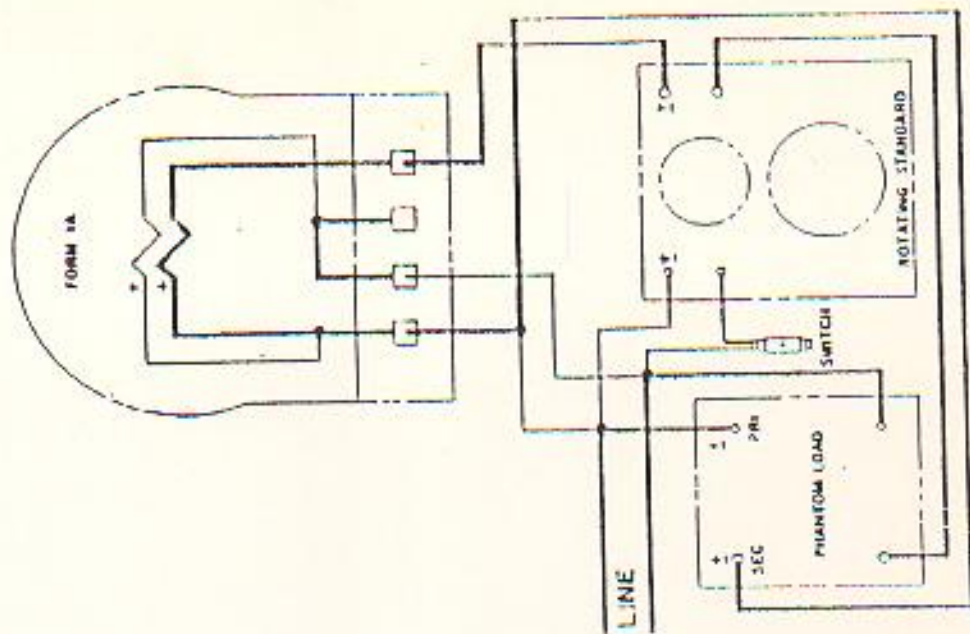
*318 alto x 483 ancho x 229 profundidad mm.*

**1.9.- Peso:**

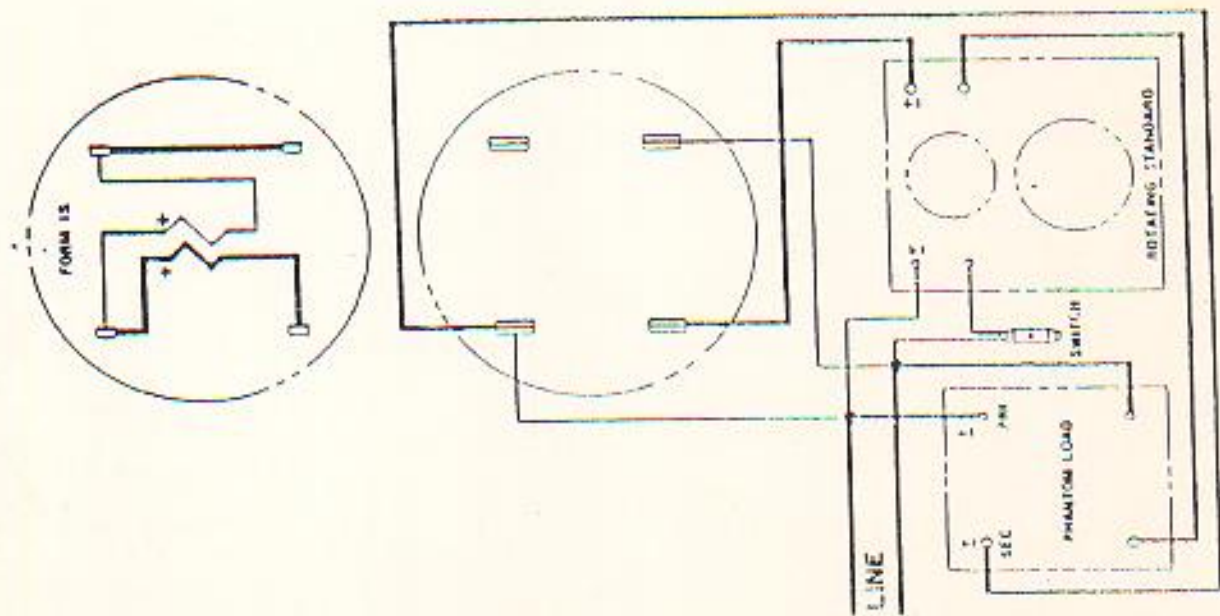
**PA – 2505:** *29.2 lb. (13.25 Kg.)*

**PA - 5205 K:** *36.5 lb. (16.5 Kg.)*

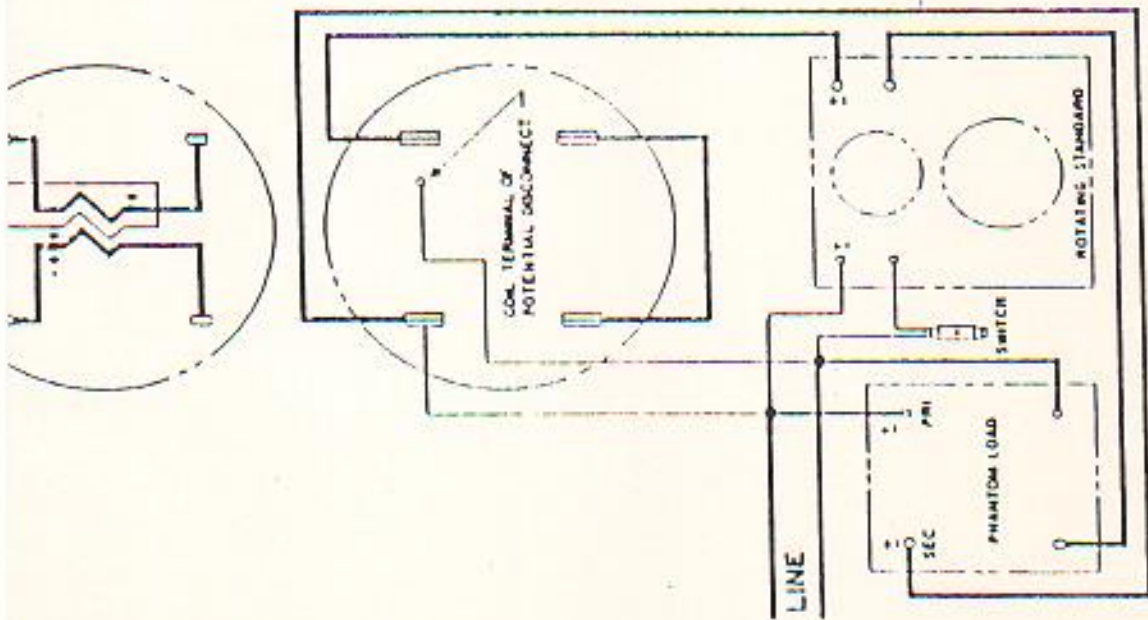




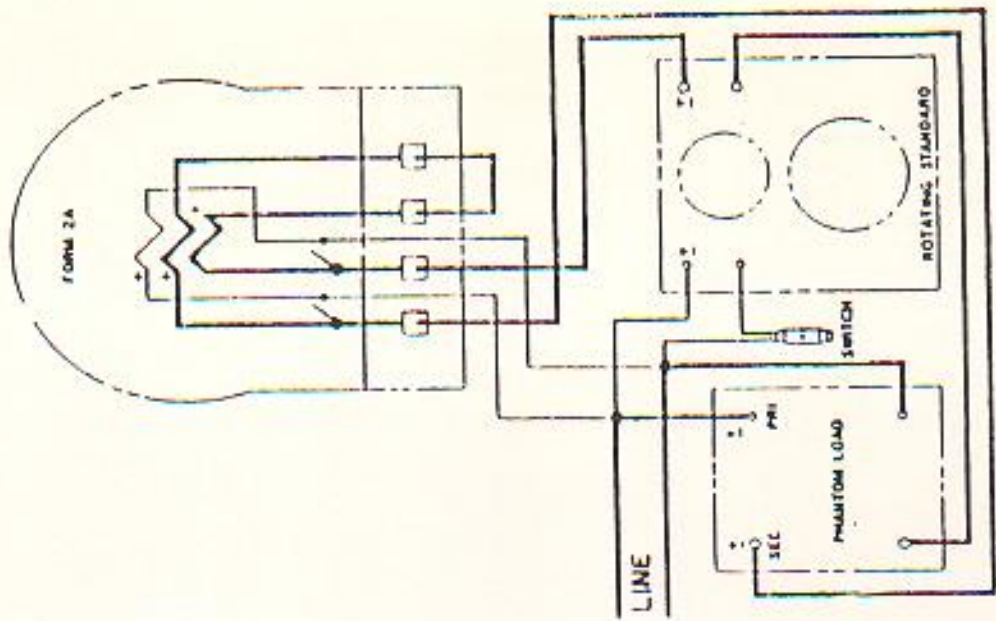
1 Stator, 1φ, 2W, Self-Contained, Form 1A



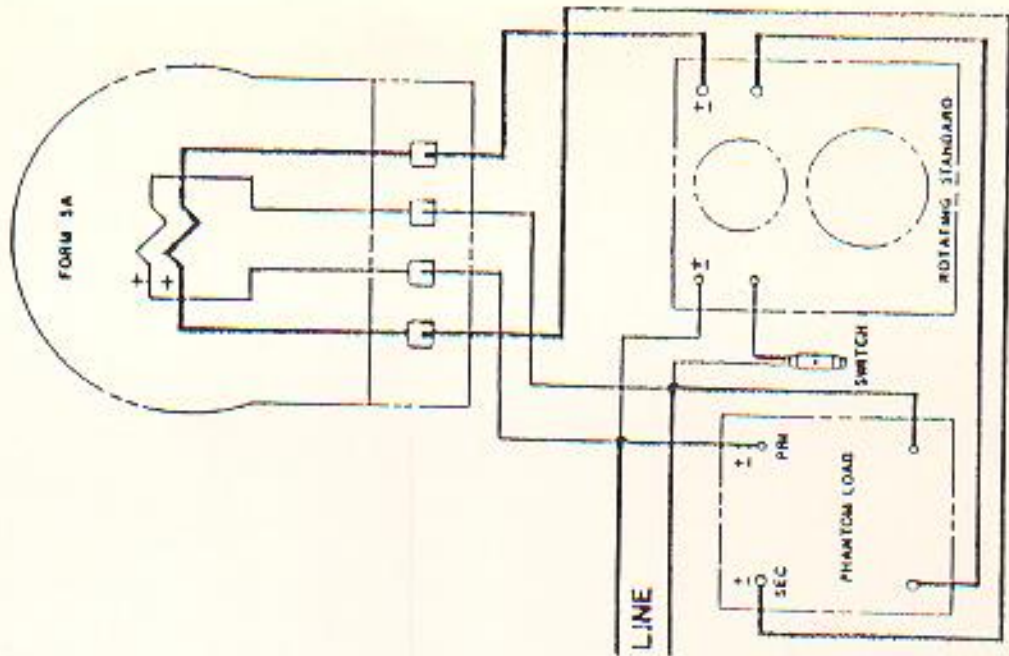
1 Stator, 1φ, 2W, Self-Contained, Form 1S



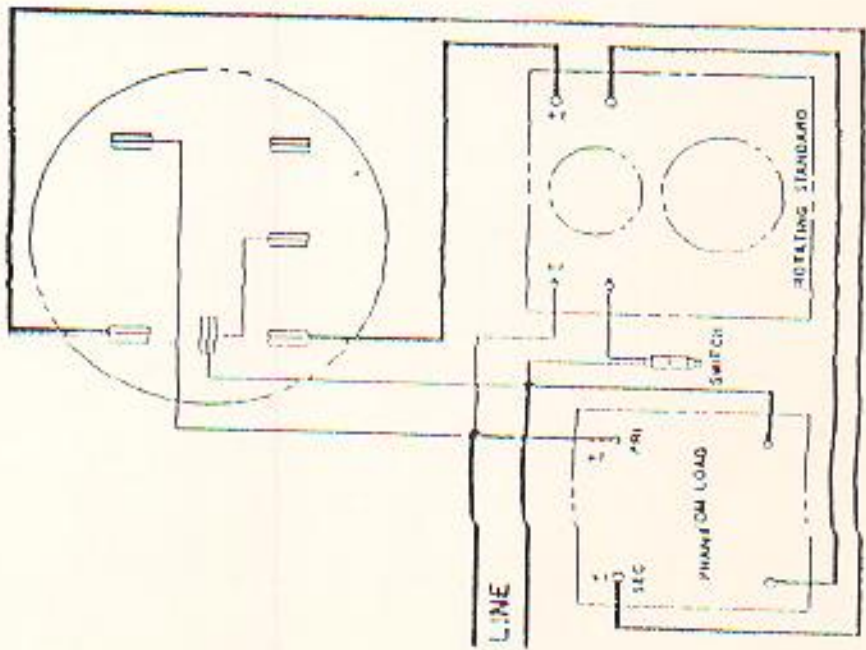
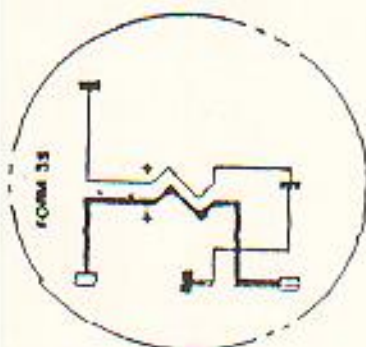
1 Stator, 1 $\phi$ , 3W, Self-Contained, Form 2S



1 Stator, 1 $\phi$ , 3W, Self-Contained, Form 2A

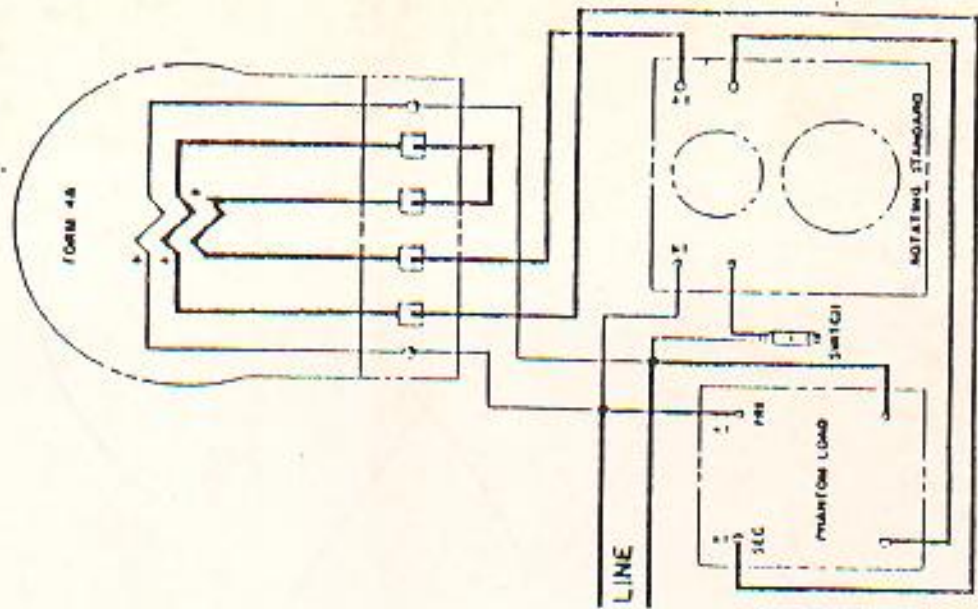


1 Statov, 1φ, 2W, Transformer Rated, Form 2A

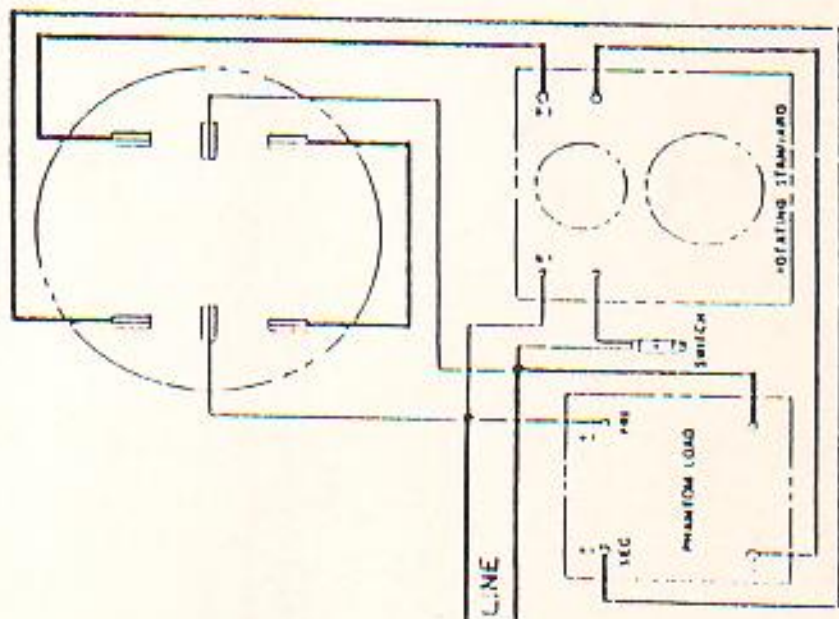
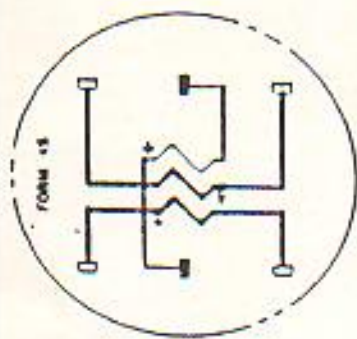


1 Statov, 1φ, 2W, Transformer Rated, Form 3S





1 Stator, 1 $\phi$ , 3W, Transformer Rated, Form 4A



1 Stator, 1 $\phi$ , 3W, Transformer Rated, Form 4S