

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Instituto de Tecnologías

**Programa de Especialización Tecnológica
en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**

"MANUAL CONTRA EL HURTO DE ENERGÍA"

TESINA DE SEMINARIO

**Previa a la obtención del Título de
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL**

**Presentado por
LUIS ALFONSO CARTAGENA LEÓN**

**Guayaquil - Ecuador
2014**

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y a mi familia por su apoyo constante e incondicional, por la sabiduría y la paciencia que han desplegado para conmigo, a todo el personal docente de la Facultad de Tecnologías eléctrica, electrónica y telecomunicaciones, que ha permitido mediante sus enseñanzas, desenvolverme ampliamente en el campo laboral, de igual manera agradezco a la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, a todo el personal administrativo y de operaciones por complementar mis conocimientos técnicos y humanos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, en especial al departamento de Control de Perdidas de Energía SCPE.

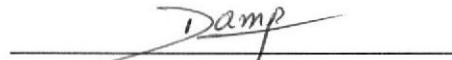
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Camilo Arellano Arroba, Lcdo.
Presidente



Héctor Plaza V. Ing.
Director del proyecto de graduación.



Diego Muso, Lcdo.
Vocal



DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

Reglamento de Graduación de ESPOL



Luis Alfonso Cartagena León

RESUMEN

El capítulo 1. Presenta los principios de la medición eléctrica y el funcionamiento interno de los contadores eléctricos o medidores.

El capítulo 2. Explica cuales son las partes más vulnerables en un sistema de medición y los posibles errores que generan perdidas no técnicas.

El capítulo 3. Describe el procedimiento y pruebas técnicas que se realizan a las diferentes clases de medición a demás casos reales y fotografías explicitas de conexiones ilegales o fraudulentas.

En el Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE

Cap. 1.	Principios de la medición.	Pg. 12
Cap.1.1.	Contadores electromecánicos.	Pg. 13
Cap. 1.2.	Contadores electrónicos.	Pg. 17
Cap. 2.	Partes vulnerables externas en un sistema de medición.	Pg. 21
Cap. 2.1.	Partes vulnerables internas en un sistema de medición.	Pg. 27
Cap. 2.2.	Aparentes errores que causan pérdidas no técnicas.	Pg. 36
Cap. 3.	Procedimiento y pruebas técnicas.	Pg. 38
Cap. 3.1.	Casos de hurto de energía (medición directa).	Pg. 48
Cap. 3.2.	Casos de hurto de energía (medición indirecta).	Pg. 55
Cap. 4.	Conclusiones.	Pg. 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1-1	Medidores electromecánicos	13
1-2	Partes de un medidor electromecánico.	15
1-3	Medidores electrónicos	17
1-4	Partes de un medidor electrónico	18
1-5	Indicador LED	19
1-6	Diagramas de placa de datos	19
2-1	Red de pre ensamblado	21
2-2	Acometidas con bypass	22
2-3	Bypass en caja de paso (baja tensión).	22
2-4	Sellos de seguridad	23
2-5	Sellos de manipulados ilícitamente	23
2-6	Tornillo de sello manipulado	24
2-7	Tipos de sellos por ubicación 1	24
2-8	Tipos de sellos por ubicación 2	25
2-9	Tipos de sellos por ubicación 3	26
2-10	Sello adecuadamente instalado	26
2-11	Base socket	27
2-12	Bases socket manipuladas ilícitamente	28
2-13	Tornillos del registrador	29
2-14	Tornillos de eje	29
2-15	Tornillos de la bobina de corriente	30
2-16	Puentes o bypass externo en borneras	31
2-17	Puentes o bypass interno en borneras	31
2-18	Contador mecánico	32
2-19	Medidor tipo socket	32
2-20	Conductores principales internos o clavijas	33
2-21	Bobina interna desconectada 1	34
2-22	Vulnerabilidad en medición indirecta	35
2-23	Acometida conectada inversamente	36
2-24	Puente de fábrica en TC no retirado	36
3-1	Puente interno en base socket CL200	39
3-2	Historial de consumos para el usuario	46
3-3	Lecturas de corriente en acometida dúplex	48
3-4	Acometida con bypass	49
3-5	Lecturas de corriente en acometida triplex	50
3-6	Lecturas de corriente en línea directa	50
3-7	Puente interno en base socket CL100	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
3-8	Puente interno en baquelitas	53
3-9	Bobina interna cortocircuitada	55
3-10	Bobina interna desconectada 2	56
3-11	Bypass en media tensión	58
3-12	Bypass en concéntrico	58
3-13	Diagrama de campo de bypass en concéntrico	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1-1	Tabla de equivalencias	12
3-1	Tabla de tiempos ideales	44
3-2	Histórico de consumos	47



SIGLAS Y ABREVIATURAS

Símbolo / Abreviatura	Descripción
V	Voltaje
Vab	Voltaje en la línea a y b
I	Corriente
Ia	Corriente en la línea a
Ib	Corriente en la línea b
In	Corriente nominal
Imax.	Corriente máxima
A	Amperios
Ω	Ohmios o resistencia
W	Vatios
kW	Kilovatios
Ws	Vatios por segundo (trabajo eléctrico)
Wh	Vatios por hora (trabajo eléctrico)
kWh	Kilovatios por hora (trabajo eléctrico)
KVA	Kilo voltamperios
t	Tiempo
h	Hora
Sg.	Segundo
ISO	Sistema integrado de gestión de calidad
GOST R	Normas y estándares de calidad rusos
AWG	Sistema de numeración estándar de medición de cables
BSS	Normas y estándares británicos
IEC	Comisión electrónica internacional
%	Porcentaje
x	Multiplicación
Izq.	Izquierda
Dcha.	Derecha
Fig.	Figura
Pg.	Página
LED	Diodo emisor de luz
Rev.	Revoluciones
Imp.	Impulsos
FM	Formato de medidor
CL	Clase de medidor (Imax.)
Kh	Rev./Imp. para 1 kWh
N	Número de revoluciones o impulsos
SP	Sobrepuesto
TC	Transformador de corriente
TP	Transformador de potencia
CNF	Consumo no facturado
CNEL EP	Corporación Nacional de Electricidad

INTRODUCCIÓN

Todos los ciudadanos tienen derecho a recibir un buen servicio de energía eléctrica, del mismo modo deben cancelar este servicio ante la empresa proveedora del mismo, muchas personas en su afán de disminuir los rubros de pago incurrir en diferentes tipos de fraude con respecto al hurto de energía, mediante conexiones ilegales o alteraciones en los equipos de medición.

Cabe destacar que la información presentada en este proyecto será de utilidad como texto guía en pro de la disminución del hurto de energía o pérdidas negras y no debe usarse bajo ninguna circunstancia para beneficio propio so pena del Art. 8 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico:

Art. 8.- Definición legal de la Energía Eléctrica.-

Para los efectos legales y contractuales se declara la energía eléctrica un bien estratégico, con los alcances para efecto de los problemas económicos del artículo 604 del Código Civil y las disposiciones pertinentes de la Ley de Seguridad Nacional.

Las personas naturales o jurídicas que, con el propósito de obtener provecho para sí o para otro, utilizaren fraudulentamente cualquier método, dispositivo o mecanismo clandestino o no, para alterar los sistemas o aparatos de control, medida o registro de provisión de energía eléctrica; o efectuaren conexiones directas, destruyeren, perforaren o manipularen las instalaciones de acceso a los servicios públicos de energía eléctrica, en perjuicio de las empresas distribuidoras, serán sancionados con una multa equivalente al trescientos por ciento (300%) del valor de la refacturación del último mes de consumo, anterior a la determinación del ilícito, sin perjuicio de la obligación de efectuar los siguientes pagos cuando correspondiere, previa determinación técnica:

- a) El monto resultante de la refacturación hasta por el período de doce meses;*
- b) Las indemnizaciones establecidas en los respectivos contratos de suministro celebrados entre la empresa distribuidora y el cliente.*

Las personas responsables del cometimiento de estos actos, serán sancionados por el delito de hurto o robo, según corresponda, tipificados en el Código Penal.

Se concede a las empresas distribuidoras en las que tenga participación el Estado, o cualquiera de sus instituciones, la jurisdicción coactiva para la recuperación de los valores establecidos en el presente artículo.

Fuente (Ley de Régimen del Sector Eléctrico).



CAPITULO 1

PRINCIPIOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA.

CAPÍTULO 1 PRINCIPIOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA

La Electricidad y su trabajo.

El trabajo de la electricidad que genera un usuario debe ser facturado por la correspondiente empresa proveedora o productora del servicio eléctrico, la unidad de medida que se utiliza como base para el cobro de esta energía está en función de la potencia y el tiempo, por eso adquiere el nombre de kilovatios hora (kWh), por eso decimos que, $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$.

En una hora el trabajo una persona habrá consumido una determinada cantidad de potencia, la facturación se incrementará en función del trabajo y del tiempo, por eso la ecuación de trabajo es igual a: $Wh = P \times t$, donde Wh = trabajo, P = potencia, t = tiempo.

Cuadro de Equivalencias	
Ws	Joule
1 Wh	3600 Ws
1 kWh	3'600.000 Ws

Tabla 1-1, Tabla de equivalencias

Ejemplo:

Tenemos una carga de 150 W y funciona 5 horas diarias durante 360 días al año, suponiendo que el costo actual de (kWh) en Ecuador es de 0.08 Ctv.

¿Cuánto cuesta el trabajo eléctrico en un año? ($W = P \times t$).

Respuesta: $(\text{kWh} = 150 \text{ W} \times 360 \text{ días} \times 5 \text{ horas}) = (270.000 \text{ Wh}) = 270 \text{ kWh}$

El trabajo total es $(270 \text{ kWh} \times 0.08 \text{ Ctv.} / 1 \text{ kWh}) = \underline{\underline{21.6 \text{ Dólares anuales.}}}$

Este trabajo es contabilizado y registrado por un dispositivo llamado contador de energía o medidores, para conocer las diferentes formas de conexiones e instalaciones ilegales primero debemos entender bien como funciona un equipo de medición a demás sus diferentes tipos y aplicaciones.

CAPÍTULO 1.1 CONTADORES ELECTROMECÁNICOS.

Contadores monofásicos de trabajo eléctrico en kWh.

Para la facturación de energía las empresas proveedoras del servicio eléctrico utilizan dos clases de medidores, electromecánicos o analógicos y electrónicos o digitales.

Un medidor electromecánico básicamente tiene 2 bobinas, una de corriente y otra de voltaje que trabajan en conjunto generando un campo magnético que hace girar un disco sensible a este campo, el giro del disco hace funcionar el contador donde queda registrado el consumo del usuario, los encontramos en dos tipos, Socket (Izq.) y sobrepuesto (Dcha).
(Fig. 1 – 1)



(Figura 1 – 1) Medidores electromecánicos.

* Un contador electromecánico se encuentra conectado como un Vatímetro, utiliza una bobina de corriente (en serie) y una bobina de voltaje (en paralelo), cuanto más corriente ingresa a la bobina de intensidad debido al consumo de carga de un usuario, el disco girara con más velocidad, acumulando giros en el transcurso del tiempo, en las instalaciones de baja tensión la zona de corriente está unida con la zona de tensión mediante un puente para simplificar el empalme con el circuito.

(Nota *), (Fuente Principios de la electrotecnia por Adolf Senner)

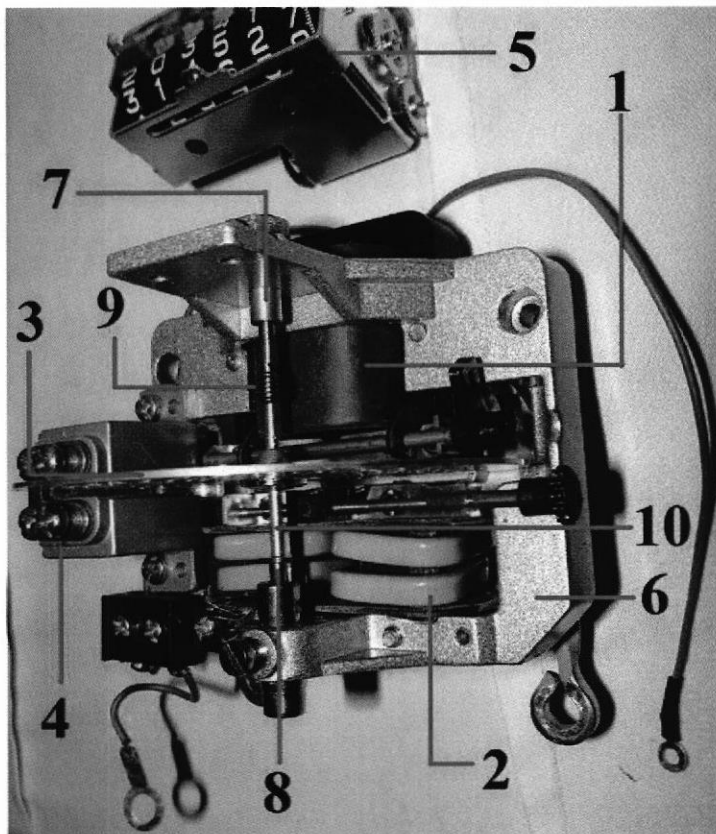
Para familiarizarnos mejor con un sistema de medición debemos tener en cuenta las diferentes variables y datos de placa que usaremos posteriormente para realizar una inspección adecuada, estos datos también serán de utilidad para hacer un reporte completo y confiable y ayuda al posterior ingreso de datos en el sistema de cómputo que utilice la empresa en sus instalaciones.

Principales Variables:

- 1) Tipo y estado de **acometida** o alimentación desde la red pública, en caso de existir un transformador o sistema de transformación independiente.
- 2) **Caja de protección en caso o base socket, tableros** en caso de existir varios medidores tipo socket, una inspección exhaustiva de las conexiones internas de un tablero de medidores nos ayudará a determinar si existe o no alguna conexión fraudulenta.
- 3) **Numeración y estado de los sellos de protección**, los sellos de protección han sido diseñados con el fin de proteger la integridad del sistema de medición o sus partes vulnerables, varían dependiendo su ubicación, los podemos encontrar en la carcasa del medidor, en la tapa de las borneras conexión, en el tablero o caja de protección, en los TC (transformadores de corriente de baja o media tensión), en transformadores de alimentación o Pad mounted y cualquier acceso que nos lleve a ellos, etc.
- 4) **Lecturas (KWh)**, reactivos, inductivos, Voltajes y corrientes por fase, en caso de que el medidor nos permita visualizar estos datos, es importante conocer la corriente de carga real al momento de realizar una inspección, para ello debemos tener un amperímetro.
- 5) **In (Imáx): (In)** se refiere a la corriente con la que entra en operación el contador, **(Imáx)** se refiere a la corriente máxima que soporta el contador, la nomenclatura en placa la encontramos por ejemplo de este modo, 10 (100)A.
- 6) **Tensión o Voltaje nominal**, es el Voltaje para el cual el medidor fue diseñado.
- 7) **Formato, (FM)**, nos indica el tipo de conexiones internas del medidor en base al servicio que posee el usuario, la nomenclatura en placa se expresa por ejemplo, 2S, 4S, 9S, 16S, etc.
- 8) **Constante (Kh)**, es el número de revoluciones o impulsos correspondientes a 1kWh Y se expresa en Wh/ Rev., en caso de los medidores electromecánicos y Wh/ Imp., en el caso de los medidores electrónicos.
Estas variables se aplican a medidores electromecánicos y electrónicos o digitales.

Partes de un contador electromecánico y su funcionamiento, (Fig. 1 – 2):

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 – Bobina de tensión o voltaje. | 6 – Núcleo de chapa magnética |
| 2 - Bobina de Intensidad o corriente. | 7 – Soporte superior |
| 3 – Disco móvil de aluminio. | 8 – Soporte inferior |
| 4 – Freno o imán fijo. | 9 – Engranaje o tornillo sin fin |
| 5 – Contador. | 10 - Eje |



(Figura 1 – 2) Partes de un medidor electromecánico.

La columna vertebral del contador electromecánico es el núcleo de chapa magnética (6), este sirve de base para el núcleo de la bobina de corriente en la parte inferior (2) y el núcleo de la bobina de voltaje en la parte superior (1).

También encontramos un freno o imán (4), este trabaja como freno en el disco para evitar que las corrientes parásitas lo hagan girar permanentemente, cuando el disco de aluminio gira, hace girar un tornillo sin fin (9) en la parte superior del eje, este hace girar una rueda dentada activando el registrador o contador numérico, el mismo que muestra el consumo en kWh, (5).

Mediante placas metálicas en la parte superior e inferior también se encuentran los soportes del eje, superior e inferior **(7, 8)**, en el eje **(10)**, se encuentra el disco móvil de aluminio **(3)**, cuando la corriente pasa por la bobina de corriente aparece una corriente magnética variable en el núcleo de chapa magnética este influye en el disco haciendo que aparezcan en este las llamadas corrientes de (Foucault).*

* La **corriente de Foucault**, es un fenómeno eléctrico descubierto por el físico francés Léon Foucault en 1851. Se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado. Cuanto más fuerte sea el campo magnético aplicado, o mayor la conductividad del conductor, o mayor la velocidad relativa de movimiento, mayores serán las corrientes de Foucault y los campos opositores generados.

*(Nota. *), (Fuente http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_de_Foucault)*

La fricción en el mecanismo de inducción da como resultado la aparición los errores en la contabilidad de trabajo. La sensibilidad es un parámetro importante para determinar el buen funcionamiento de un equipo de medición, mas adelante veremos cómo influye directamente en el cálculo de pruebas aplicado a un contador eléctrico.

El umbral o porcentaje mínimo del valor nominal de funcionamiento, en que el disco empieza a girar sin interrupción fue establecido hace mucho tiempo por el GOST R en la ex Unión Soviética, en la actualidad ha sido acogido por la norma ISO 9001-2000, el valor de precisión en toda clase de contador eléctrico debe ser de al menos 0.5 – 1.5 %.

Cuando realicemos una inspección a un medidor debemos ser cuidadosos en que los resultados de error se encuentren dentro de este rango de precisión (0.5 – 1.5 %.), podríamos decir que el valor ideal de trabajo es 1 o que tengamos un medidor trabajando al 100 % pero si es menor a 0.5 % el diagnostico más acertado es que el medidor no registra adecuadamente todo el trabajo real o esta lento, pero si es mayor a 1.5 % podemos decir que el medidor se encuentra acelerado, es muy raro encontrar un caso con un margen de error mayor a 1.5 % ya que la causa de esto es una falla interna de fabrica o mala calibración del medidor, de todos modos los resultados del reporte final en caso de encontrarse un medidor con una anomalía debe estar sustentado con un reporte del departamento de calibración.

Este margen de error aplica a los medidores electromecánicos y electrónicos o digitales.

CAPÍTULO 1.2 CONTADORES ELECTRÓNICOS.

Estos medidores han demostrado ser de mayor utilidad en el área residencial e industrial ya que su versatilidad para manejar un gran número de parámetros con eficiencia ha facilitado la medición y posterior cobro del consumo eléctrico, podemos encontrarlos también como tipo Socket (Izq.) o Sobrepuestos (Dcha.), **(Fig. 1 – 3)**.



(Figura 1 – 3) Medidores electrónicos

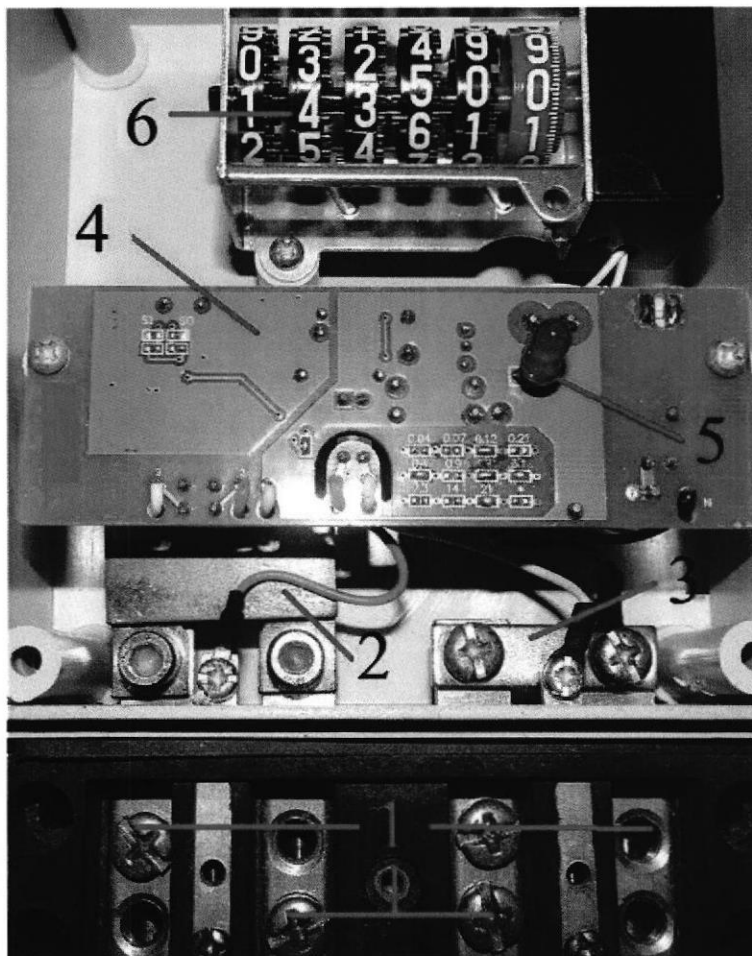
Cada empresa proveedora de servicio eléctrico tiene es stock diferentes clases de medidores dependiendo del servicio que solicite el usuario, los medidores que utilizaremos como referencia en este manual son los siguientes:

- 1 – Medidor monofásico, 2 hilos, 120 V. Línea – neutro. FM 1S.
- 2 - Medidor monofásico, 3 hilos, 240 V. Línea - Línea. FM 2S.
- 3 – Medidor monofásico 3 hilos con transformadores de corriente, FM 4S.
- 4 – Medidor trifásico, 3 o 4 hilos con transformadores de corriente, FM 9S.

Todos los fabricantes de contadores electrónicos son muy cuidadosos con la información interna de estos, por esta razón describiré el funcionamiento básico de estos dispositivos.

Partes de un contador electrónico y su funcionamiento, (Fig. 1 – 4):

- 1 – Borneras de conexión.
- 2 - Placa diferencial de fase.
- 3 – Placa diferencial de neutro.
- 4 – Circuito electrónico.
- 5 – Diodo Led.
- 6 – Contador o display.



(Figura 1 – 4) Partes de un medidor electrónico.

A diferencia de los contadores electromecánicos, la bobina de corriente es sustituida por una placa o chapa de latón que aparenta cortocircuitar las borneras de entrada y salida de la fase (2), pero en realidad tiene una resistencia (Ω) que no es igual a cero, de esta placa salen dos conductores, en algunos casos tres que se conectan a una tarjeta electrónica (4).

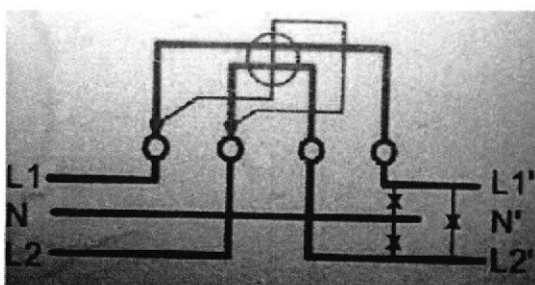
Cuando la corriente circula hacia la carga pasa por esta placa, esto genera una pequeña diferencia de potencial entre los conductores que se conectan a la tarjeta electrónica, esta diferencia de potencial es directamente proporcional a la corriente consumida por el usuario de esta manera el contador ajusta, compara y registra el trabajo de la electricidad en KWh, mediante un contador mecánico o electrónico.

La mayoría de los medidores electrónicos poseen un indicador LED (5), puede estar normalmente encendido o apagado, sustituyen la función del disco de aluminio en los contadores electromecánicos, la frecuencia de los impulsos es proporcional a la energía activa medida, la constante del LED es igual a (Imp. / kWh), (Fig. 1 – 5), este valor nos será de mucha utilidad en las pruebas realizadas a estos equipos.

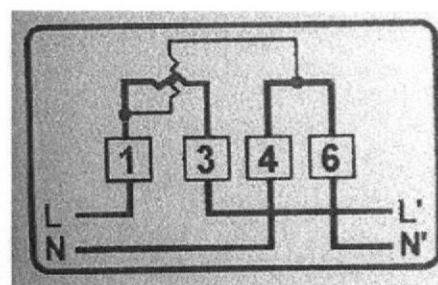


(Figura 1 – 5) Indicador LED

Finalmente las borneras (1), sirven para conectar la línea de servicio público y la carga, estas conexiones pueden variar dependiendo de las conexiones internas del medidor, en la mayoría de los casos los medidores tienen su diagrama interno en la placa de datos, podemos reconocer dos tipos de sistema gráfico como lo indica la (Fig. 1 – 6).



1) Normas Británicas BSS
(British Standard System)



2) Normas Internacionales IEC (Comisión
Electrotécnica Internacional).

(Figura 1 – 6) Diagramas de placa de datos.



CAPITULO 2

PARTES VULNERABLES EXTERNAS EN UN SISTEMA DE MEDICIÓN.



CAPÍTULO 2

PARTES VULNERABLES EXTERNAS EN UN SISTEMAS DE MEDICIÓN.

Todo sistema eléctrico es vulnerable y manipulable si no existe una adecuada protección ya sea mediante aislantes resistentes, cajas o tableros de protección, sellos, etc.

En este capítulo veremos las partes más vulnerables internas y externas de un sistema de medición y como los mismos sistemas de protección pueden ser manipulados ilícitamente, con el fin de hurtar energía.

1) Red distribución pública en baja tensión.

Durante mucho tiempo la red de baja tensión se ha conformado por líneas de cable desnudo de aluminio, esta red no posee ningún tipo de aislamiento por lo que su vulnerabilidad es muy alta y realizar una conexión en ellas es muy fácil.

Por ese motivo se han implementado nuevos sistemas de aislamiento anti hurto para la red de distribución pública mediante redes de pre ensamblado, utilizando recubrimientos aislantes en mayor cantidad y conectores, todo con el fin de hacer más difícil las conexiones ilegales.

Como se ve en la grafica (**Fig. 2-1**), la red de pre ensamblado está totalmente aislada y se encuentra en una posición mucho más elevada que la red desnuda convencional, a pesar de ello sigue siendo vulnerable.



(Figura 2-1) Red de pre ensamblado.

2) Acometida de servicio.

La acometida de servicio puede ser manipulada para hacer que el medidor no registre adecuadamente la energía consumida por un usuario, esto se hace ya sea mediante alguna derivación o bypass o abriendo alguna de las líneas que se encuentran conectadas a la red de distribución pública, por ese motivo debe ser lo primero que analicemos al momento de realizar una inspección.

Por ejemplo, en la siguiente gráfica, **(Fig.2-2)**, una acometida con un cable Dúplex 120 V. de Aluminio 1x6 (Fase) + 1x6 (Neutro) AWG, con una derivación camuflada hacia una pared.



(Figura 2-2) Acometida con bypass.

Bypass en baja tensión.

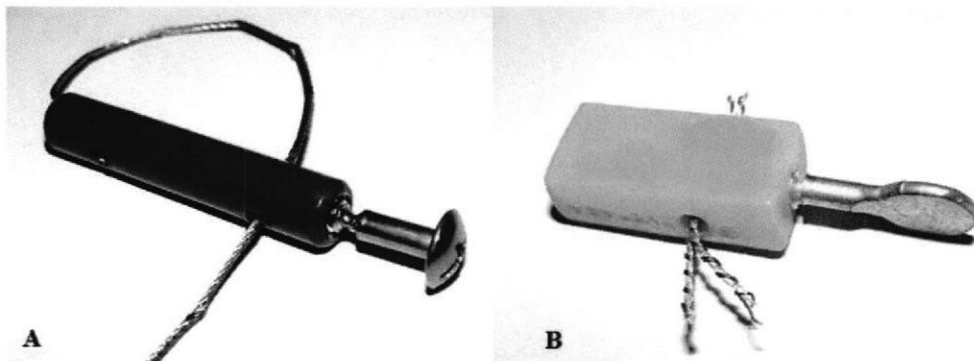
En este caso tenemos un usuario con un servicio de baja tensión, con un transformador pad mounted compartido de 50 KVA, el sistema es de medición directa, la intervención fue realizada a nivel de las líneas de alimentación que van hacia el predio, utilizando una caja de paso en el suelo, para ello se perforó la tubería y se utilizó unos conductores con una tubería alterna hacia el predio, **(Fig.2-3)**.



Figura (2-3) Bypass en caja de paso (baja tensión).

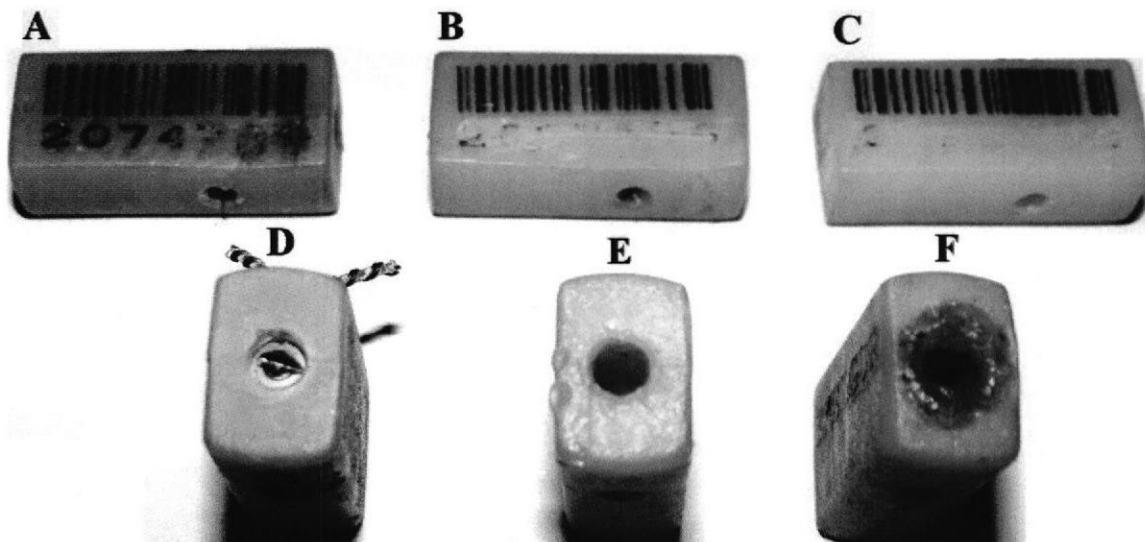


3) Sellos de seguridad.- Los sellos de seguridad o candados de protección fueron diseñados para proteger las partes o conexiones internas vulnerables a ser manipuladas, poseen la capacidad de cerrarse una sola vez, eso quiere decir que para abrirlo es necesario romperlo, existen diferentes tipos de sellos ya sea por su material o por el lugar donde se encuentren ubicados, en este caso veremos dos clases de sellos, *(Fig. 2-4). A) Sello de policarbonato de tornillo (Dcha.), y los sellos metálicos de tornillo (Izq.).*



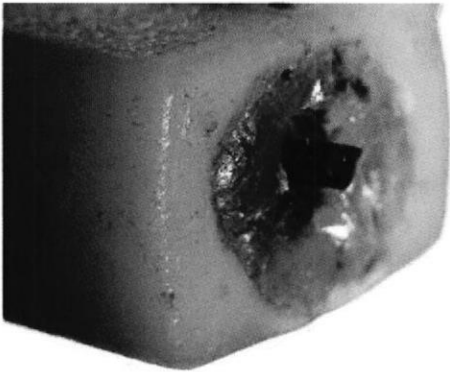
(Figura 2-4) Sellos de seguridad

El candado (A) es metálico, tiene un tornillo de cabeza rompible, está incorporado con un cable de hebras aceradas, el tornillo ajusta el cable al cuerpo del candado, finalmente rompiéndose y sellándose, El candado (B) realiza la misma función su cuerpo está hecho de policarbonato, este candado es más vulnerable a la manipulación por ser más frágil, es muy fácil detectar un sello manipulado, en la siguiente gráfica veremos diferentes tipos de sellos manipulados, *(Figura 2-5).*



(Figura 2-5) Sellos manipulados ilícitamente.

En la figura 2 - 4 podemos ver que el sello (A, B y C), no tienen el respectivo código, esta numeración es el código de control que lleva la empresa proveedora del servicio eléctrico, esto impide que se sepa la procedencia del sello o el departamento al que pertenecía y la persona que lo instaló, en el sello (D), se realizó una incisión en el tornillo, ésta grieta permite abrir y cerrar a voluntad el sello, el tornillo se asemeja a un tornillo plano, el sello (E), no tiene el tornillo de seguridad.

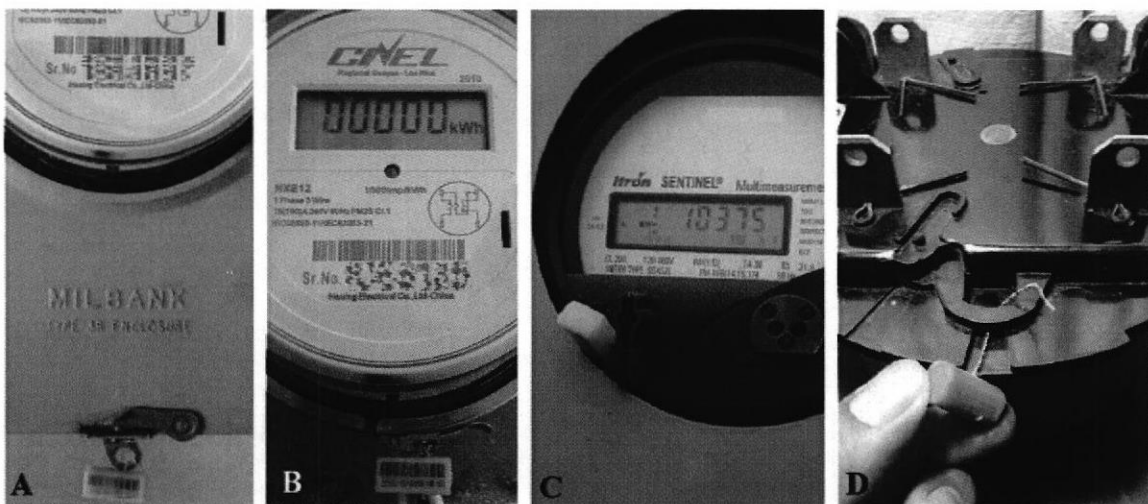


En el sello (F), el tornillo original fue reemplazado por un tornillo labrado, al momento de hacerlo tuvieron que dañar la rosca en el cuerpo del sello, por lo que usaron ser de vela para reconstruir esta parte así el tornillo puede ajustar y desajustar nuevamente. (Fig. 2-6).

(Figura 2-6) Tornillo de sello manipulado.

Dentro de toda empresa proveedora de servicio eléctrico existen varios departamentos que hacen uso de sellos de seguridad, cada departamento lleva control de sus sellos y la información de los mismos debe estar correctamente registrada en el sistema de cómputo para que pueda ser accesible en caso de ser necesario.

Podemos encontrar algunas clases de sellos por su ubicación, para un medidor tipo socket la siguiente grafica nos muestra en que lugares los podemos encontrar, (Fig. 2-7). A) Sello de tablero, B) Sello de fleje de seguridad, C) Sello de demanda, D) Sello de calibración.

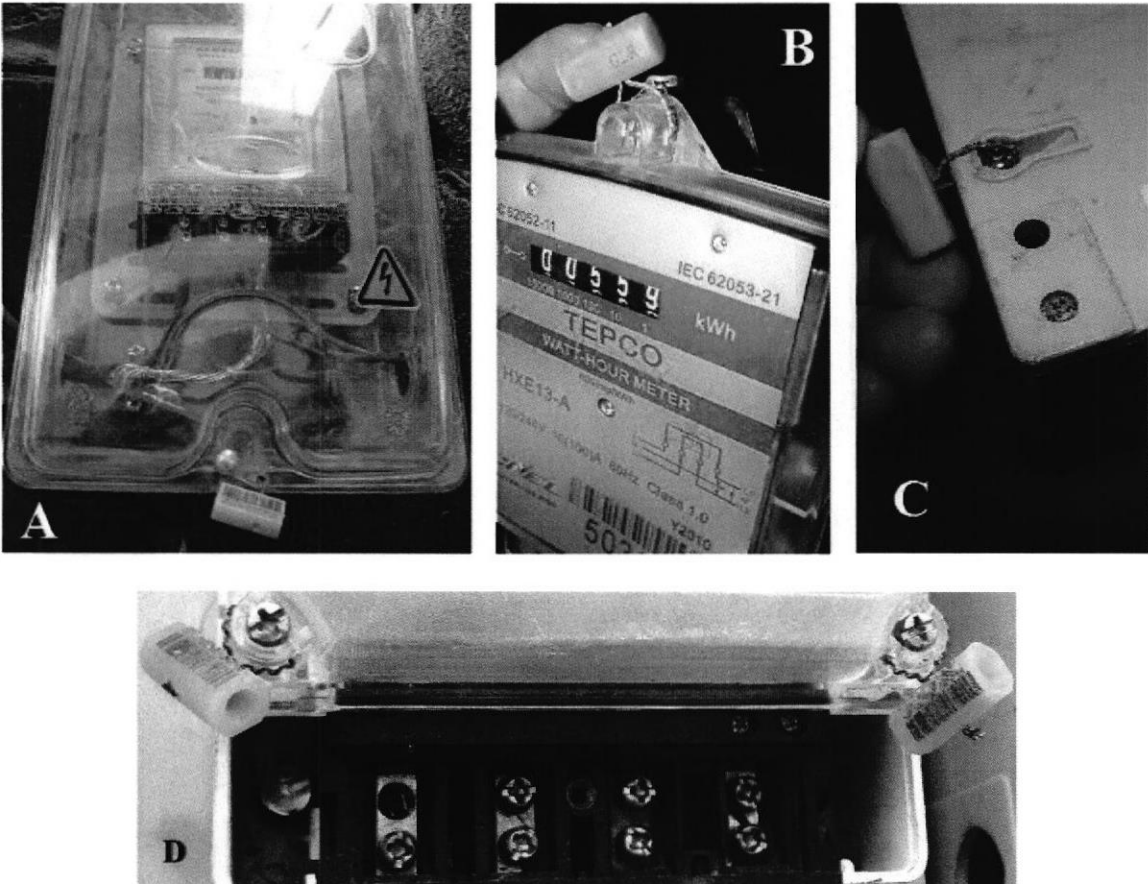


(Figura 2-7) Tipos de sellos por ubicación 1.

Los sellos (A y B) evitan que el medidor sea extraído de la base socket, dejando expuestas las conexiones de acometida y de carga, el sello de demanda (C), se lo encuentra en medidores que tienen la capacidad de registrar los picos de demanda que la carga provoca, este valor es clave para la facturación, si este mecanismo de reinicio no está sellado es vulnerable a ser reseteado, por lo general el departamento de medidores se encarga de estos sellos.

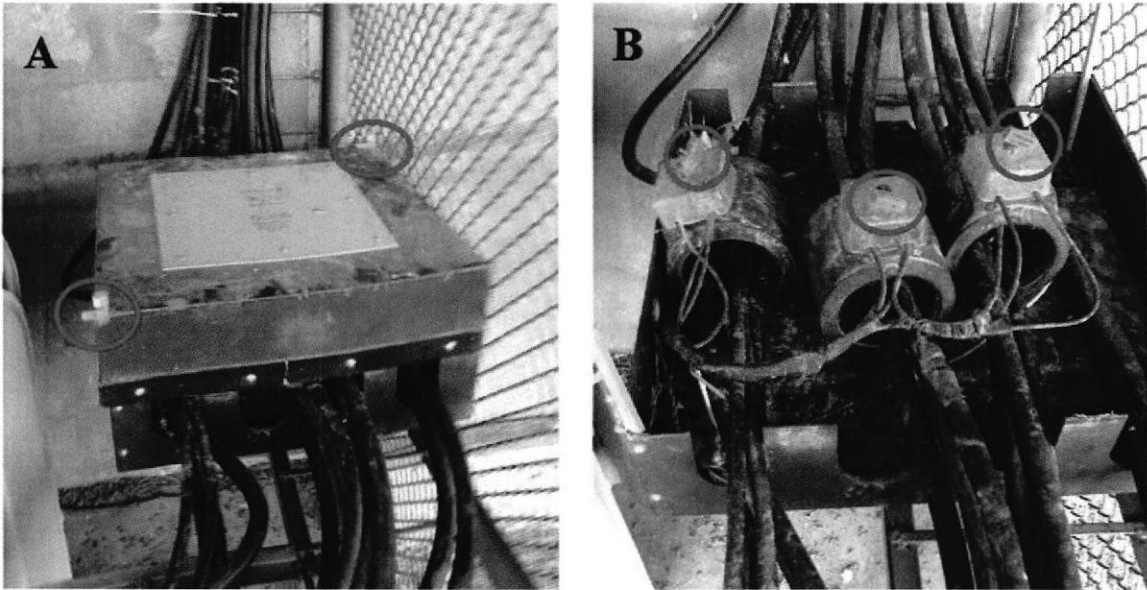
El sello (D), es el sello de calibración, éste sello impide que el medidor sea desarmado dejando expuesta sus conexiones internas, lo podemos encontrar en la parte posterior del mismo, solo el departamento de calibración puede colocar estos sellos, ya que se asume que han sido probados y calibrados según las normas correspondientes del departamento.

Los medidores sobrepuestos (SP), utilizan cajas de protección, tienen un espacio para colocar el sello, asegurando la tapa al cuerpo de la caja, los sellos de calibración aseguran la carcasa del medidor y evitan se manipulados internamente, (Fig. 2-8). A) Sello de caja de protección, B) Sello de calibración, C) Sello de calibración, D) 2 Sellos de calibración.



(Figura 2-8) Tipos de sellos por ubicación 2.

También los encontramos en sistemas de medición indirecta como por ejemplo en la caja de protección para los TC (transformadores de corriente), inclusive los mismos TC tienen una tapa de protección de bornera a la que se le puede poner un candado de seguridad, **(Fig. 2-9). A) Sellos de caja de protección para TC (transformadores de corriente), B) Sellos de tapa de bornera en los TC (transformadores de corriente).**



(Figura 2-9) Tipos de sellos por ubicación 3.

Los sellos metálicos por lo general los encontramos en accesos a cuarto de transformadores o en transformadores pad mounted, con la herramienta adecuada se pueden romper fácilmente, lo único que logran estos sellos es hacerle más difícil el trabajo infractor.



En cualquier lugar donde los encontremos, si estamos realizando una inspección debemos estar atentos al estado en que se encuentran y llevar un registro adecuado, hay que ser minuciosos al momento de revisar o instalar un sello de seguridad, verificando que el alambre pasador y el tornillo estén correctamente ajustados y tengan el siguiente aspecto **(Fig. 2-10).**

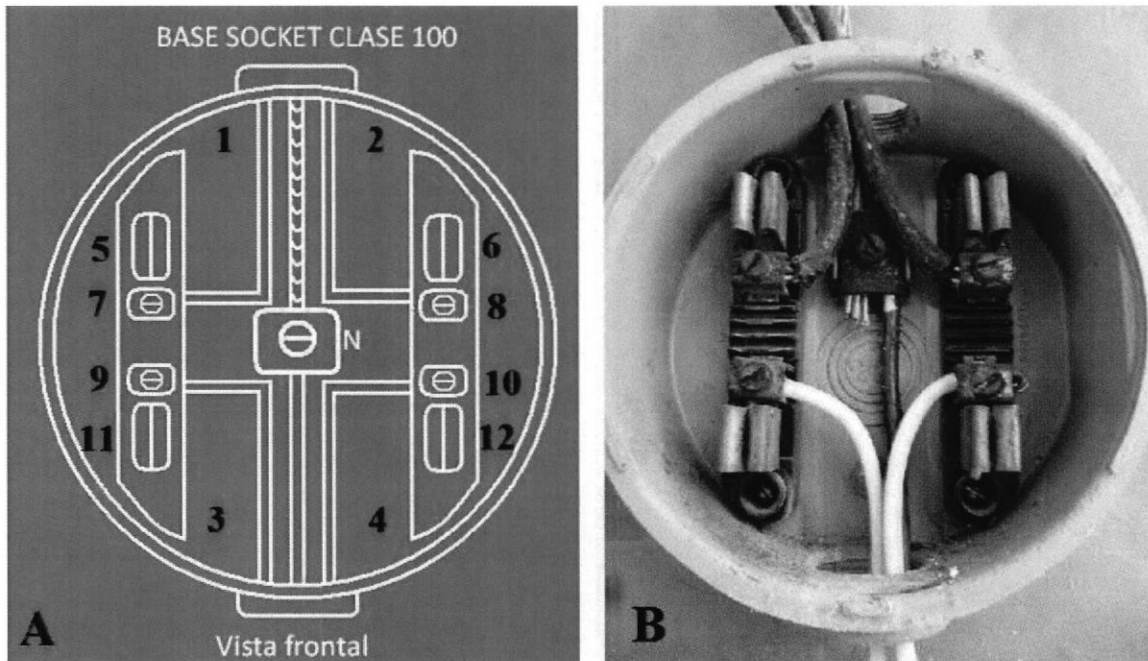
(Figura 2-10) Sello adecuadamente instalado.

CAPÍTULO 2.2 PARTES VULNERABLES INTERNAS EN UN SISTEMAS DE MEDICIÓN

Cuando se ha violentado las seguridades externas, las internas quedan totalmente vulnerables, la principal idea al momento de hurtar energía es **reducir el consumo eléctrico que registra un medidor**, no es que el consumo sea igual a cero (0), ya que esto pondría en sospecha al usuario ante la empresa.

1) Conexiones internas en una base socket.

Una base para un medidor tipo socket se compone de una carcasa metálica y dos baquelitas, cada baquelita contiene 4 conectores, dos de tipo tornillo para las líneas de acometida y carga y dos para las clavijas del medidor, (Fig. 2-11). **A) Vista frontal en diagrama de una base socket clase 100, B) Vista frontal real de una base socket clase 100.**

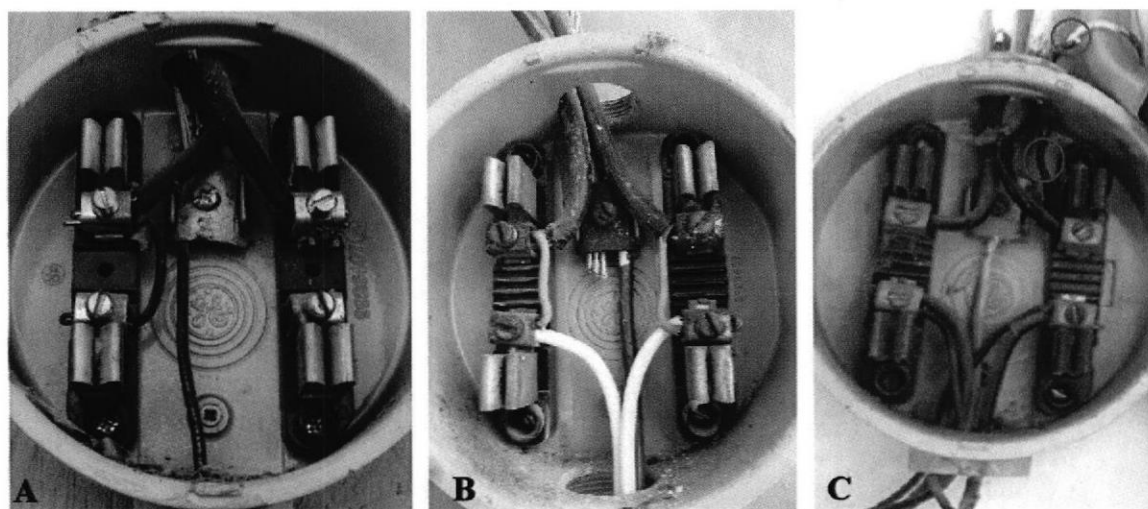


(Figura 2-11) Base socket.

(1-2) Son las líneas de entrada a la base y pertenecen a la acometida, **(3-4)** son las líneas de salida de la base hacia la carga, **(5-6)**, binchas receptoras de las clavijas del medidor o binchas de entrada, **(7-8)**, conectores de tipo tornillo para la acometida, **(9-10)**, conectores de tipo tornillo para la carga, **(11-12)**, binchas receptoras de las clavijas del medidor o binchas de salida hacia la carga.

Las bases para medidores clase 200 y medidores trifásicos de medición directa tienen una configuración muy similar y son igualmente vulnerables.

Una base socket puede ser vulnerable a conexiones ilegales como líneas directas o bypass. El medidor está conectado en serie entre la acometida y la carga, eso quiere decir que actúa como un puente, debemos recordar que la corriente prefiere viajar por un conductor que ofrezca menos resistencia, así que si agregamos un puente adicional entre los conectores de entrada y salida de la base, le estaremos dando una vía de paso alterna a la corriente, el resultado es que no toda la corriente consumida por el usuario ingresará al medidor, esta corriente no será registrada ni facturada, la cantidad de corriente que el puente pueda desviar dependerá del calibre del mismo, el siguiente gráfico muestra algunos tipos de infracciones dentro de diferentes bases sockets, **(Fig. 2-12). A) Puente en los conectores de tornillo, de una sola fase, 120V. B) puente en los conectores de tornillo, de dos fases, 240V. C) Círculos rojos, línea directa en el conector tipo tornillo de la fase de entrada, 120 V.**

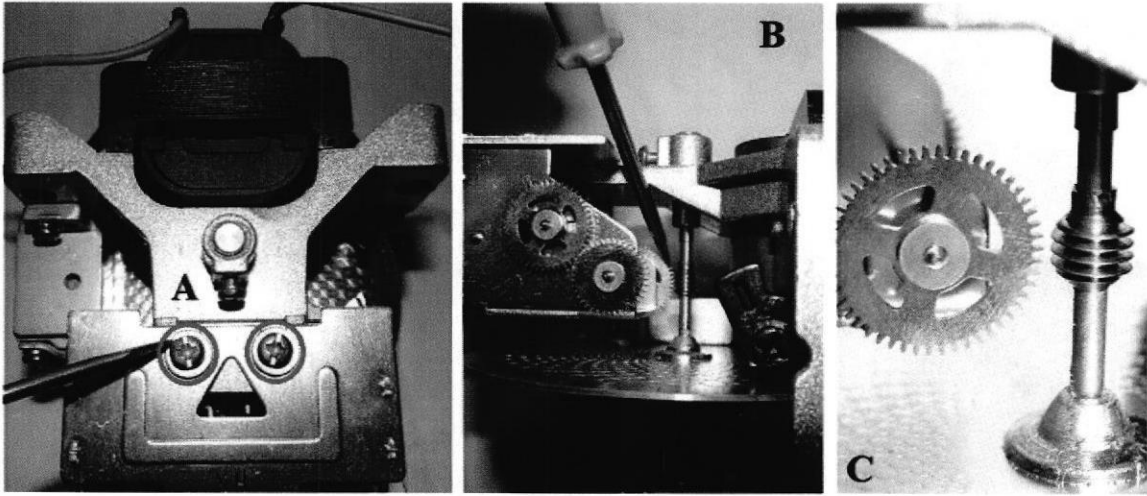


(Figura 2-12) Bases socket manipuladas ilícitamente.

2) Conexiones internas en un medidor electromecánico.

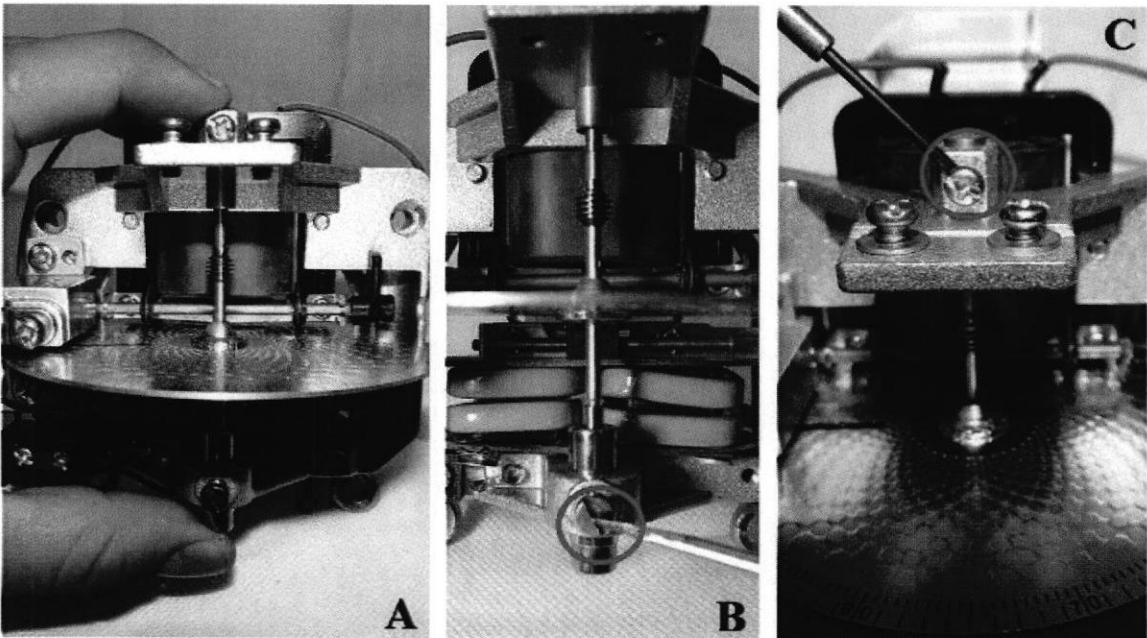
Los medidores tipo socket y sobrepuestos electromecánicos son muy similares en su interior y tienen las mismas partes vulnerables, tienen una carcasa de vidrio, esto nos permite visualizar en su interior, los rastros de manipulación se hacen evidentes en los tornillos de ajuste, a continuación veremos algunos puntos que debemos analizar.

a) El primer punto son los **tornillos del registrador**, están en la parte superior de el medidor **(A)**, se encargan de unir el registrador al núcleo de chapa magnética, esto hace posible que el engranaje del registrador se acople correctamente al tornillo sin fin del disco móvil de aluminio **(B)**, el desajuste de estos tornillos pueden desconectar el registrador dejando al contador inoperable **(C)**, **(Fig. 2-13). A) Tornillos del registrador, vista superior, B) Acople del engranaje del registrador y el tornillo sin fin del disco, vista lateral, C) Acople desconectado.**



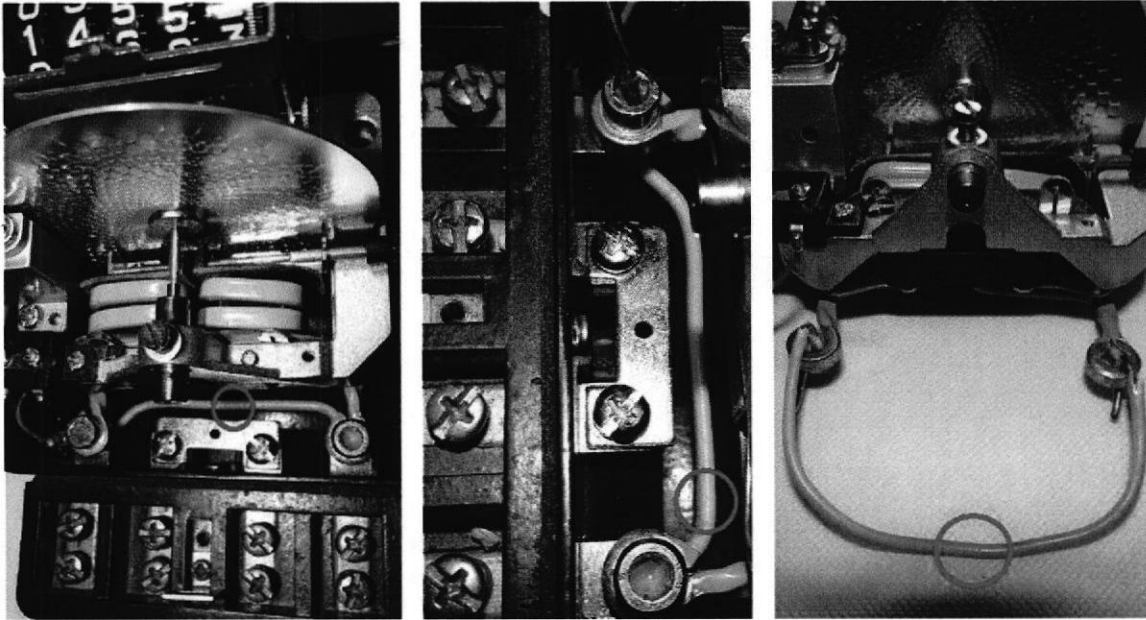
(Figura 2-13) Tornillos del registrador.

b) El segundo punto son *los tornillos que ajustan los soportes superior e inferior del eje* que sostiene al disco móvil de aluminio, su manipulación puede frenar el disco, desacelerando su velocidad de giro normal, también se los llama tornillos de calibración del disco de aluminio, (Fig. 2-14). A) *Vista frontal del interior de un medidor electromecánico sin registrador*, B) *Tornillo inferior del soporte del disco móvil*, C) *Tornillo superior del soporte del disco móvil*.



(Figura 2-14) Tornillos de eje.

c) El tercer punto son los **tornillos que ajustan la bobina de corriente**, estos pueden dar cabida a puentes o bypass, cuando cortocircuitamos esta bobina alteramos completamente el campo magnético que hace girar el disco móvil de aluminio, alterando también la capacidad de registrar la corriente consumida por la carga, **(Fig. 2-15), Puente interno en un medidor electromecánico sobrepuesto 120V. Con configuración interna británica (BSS).**

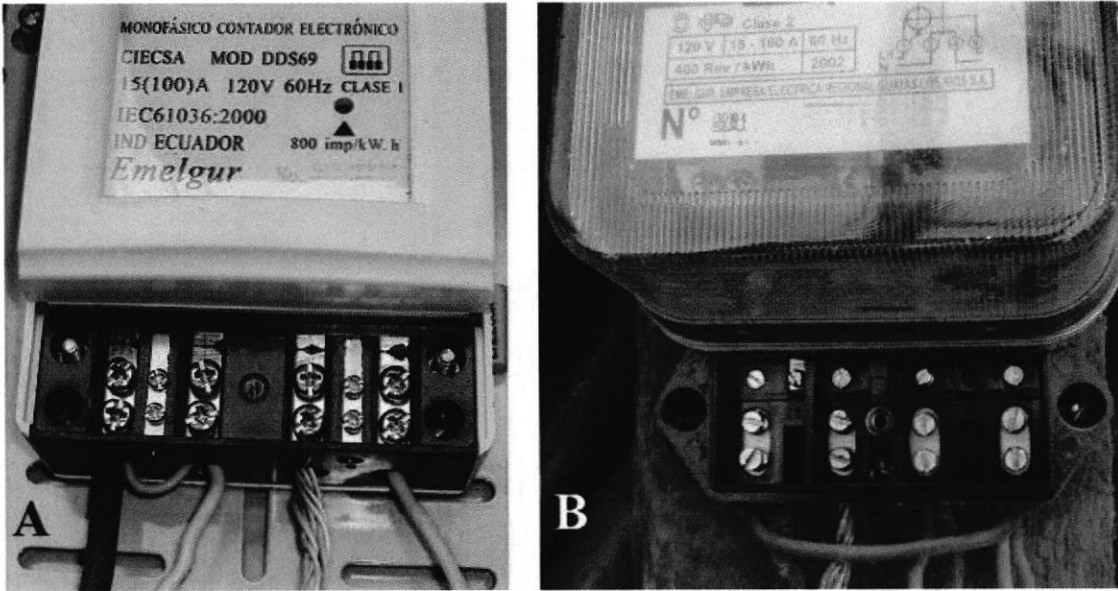


(Figura 2-15) Tornillos de la bobina de corriente.

3) Conexiones de bornera en un medidor sobrepuesto.

Los medidores sobrepuestos (SP), utilizan cajas de seguridad de un material parecido a un plástico muy resistente, en ocasiones es aconsejable que se revise la parte trasera de estas cajas, se han encontrado cajas perforadas inclusive llegando hasta la parte interna del medidor, para poder manipulara con algún cuerpo extraño, por lo general para frenar el disco móvil de aluminio o desacoplar el registrador.

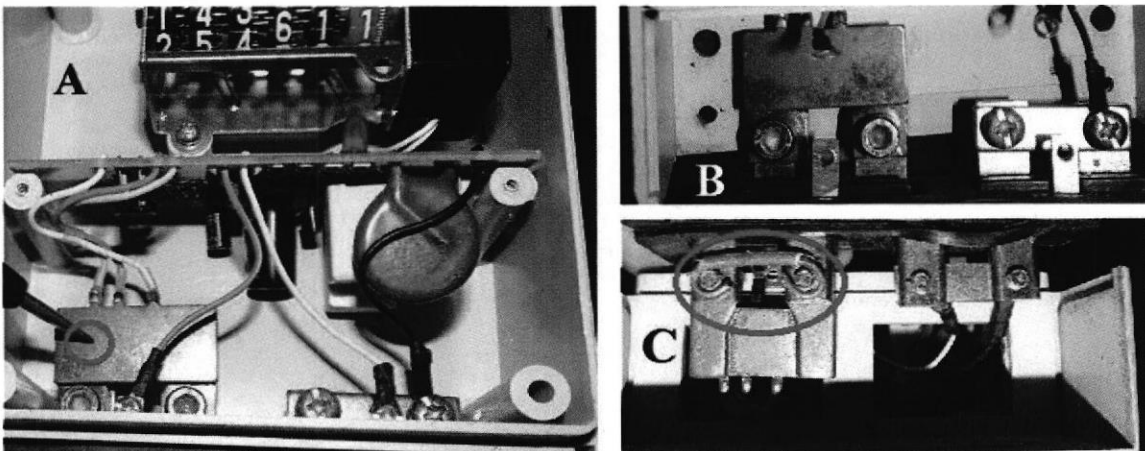
Algunas veces la caja de protección permite detectar a simple vista un puente o bypass en los **conectores de tornillo o borneras**, sin ser necesario romper el sello de seguridad, estos bypass se encuentran en diferentes configuraciones debido a la conexión interna del medidor, **(Normas Británicas BSS o Normas internacionales IEC, Figura 1-6)**, como lo indica la siguiente gráfica, **(Fig. 2-16). A) Medidor electrónico SP 120V. Bajo norma IEC con puente en la fase. B) Medidor electromagnético SP 120V. Bajo norma BSS con puente en la fase.**



(Figura 2-16) Puentes o bypass externo en borneras

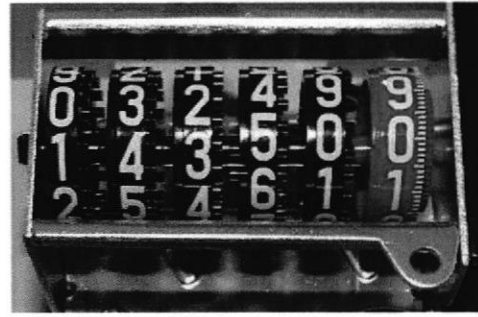
4) Conexiones internas en un medidor electrónico tipo sobrepuesto.

a) **La placa o chapa diferencial** es el principal punto vulnerable en un medidor electrónico sobrepuesto, esta placa equivale a la bobina de corriente en un medidor electromecánico, si cortocircuitamos esta placa distorsionaremos la corriente diferencial que debe llegar a la tarjeta electrónica del contador. La siguiente gráfica hace referencia a la figura 2 - 16 (A), es la misma clase de puente pero en el interior del medidor, (Fig. 2-17). **A) Placa diferencial, B) Vista frontal de placa con puente camuflado en la parte posterior, C) Vista posterior de placa diferencial.**



(Figura 2-17) Puente o bypass interno en borneras.

b) *El contador mecánico* también es vulnerable a ser manipulado, la idea es hacer que retroceda su lectura, como lo haríamos con un reloj de cuerda, a este proceso se le denomina “bajado de lectura”, (*Fig. 2-18*).

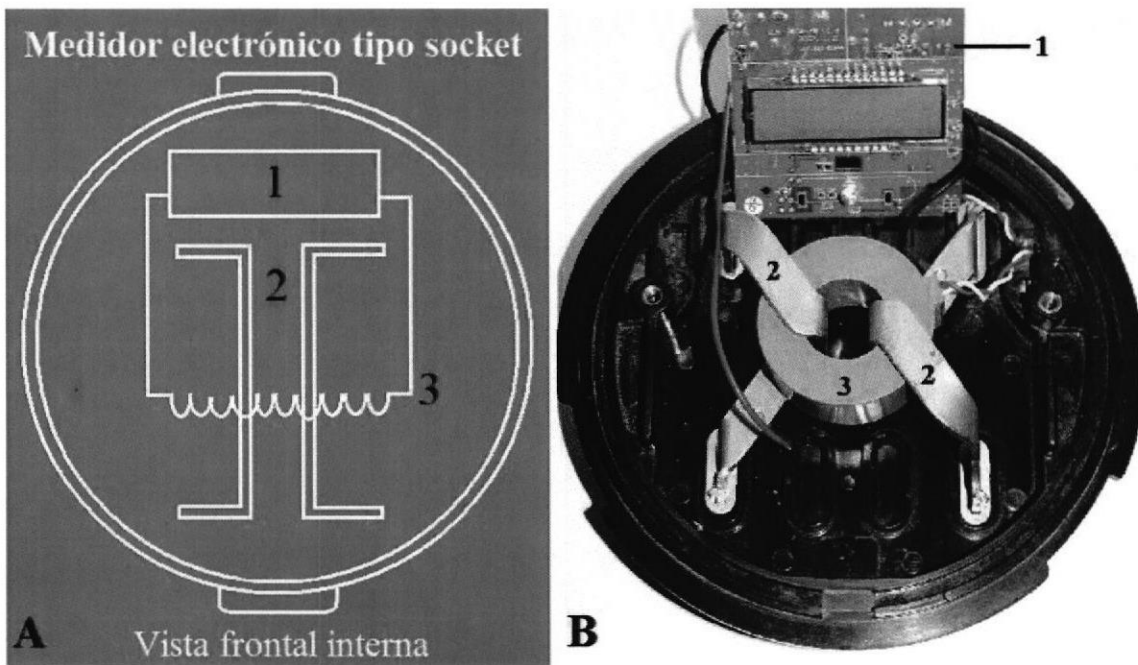


(Figura 2-18) Contador mecánico.

5) Conexiones internas en un medidor electrónico tipo socket.

La mayoría de los medidores electrónicos tipo socket tienen características similares en su interior, varían dependiendo del tipo de servicio que tenga el usuario, constan de clavijas metálicas de entrada y de salida (**2**), la corriente viaja a través de estos conductores hacia la carga, una o varias bobinas inductivas (**3**), se encargan de llevar estas señales a la placa electrónica (**1**), donde se procesa, para que finalmente pueda ser visualizada en una pantalla líquida.

Para este ejemplo utilizaremos un medidor electrónico tipo socket, 120V / 240V, medición directa, (*Fig. 2-19*). *A) Diagrama básico interno de un medidor tipos socket 120V / 240V, B) Vista frontal interna de un medidor tipo socket 120V / 240V.*

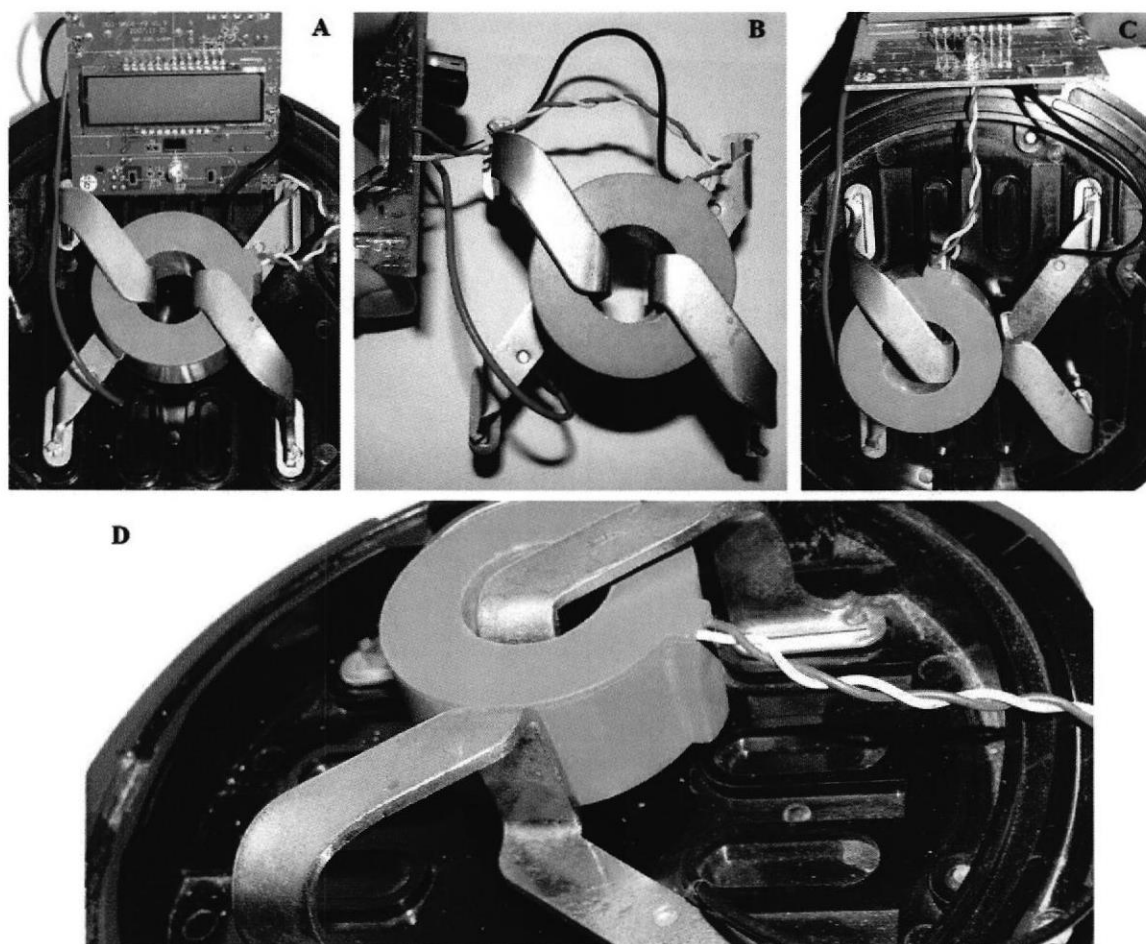


(Figura 2-19) Medidor tipo socket.

En esta clase de medidores podemos encontrar dos puntos vulnerables internos:

a) Conductores principales internos o clavijas.

En estos casos puentear o realizar un bypass es más difícil e ineficiente ya que no encontramos ningún perno o tornillo de ajuste en ellas, si tenemos acceso al interior del medidor podemos hacer que un conductor principal no pase a través de la bobina, si el medidor está conectado a 240 V, solo podrá ser registrada una línea, esto puede hacer que el medidor registre solo el 50 % de la carga consumida, **(Fig. 2-20). A) Conductores principales correctamente conectados, B) Conductores principales desmontados, C) Bobina en un solo conductor, D) Vista lateral de la bobina en un solo conductor.**

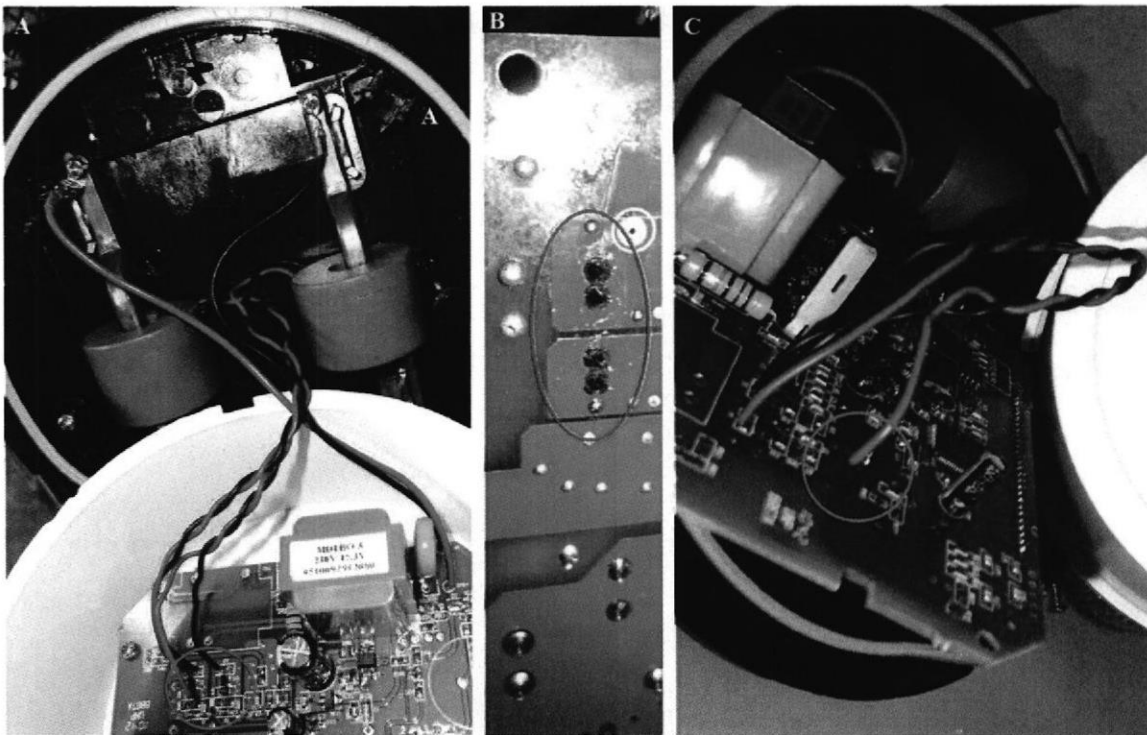


(Figura 2-20) Conductores principales internos o clavijas.

b) Bobinas inductivas.

Si desconectamos la bobina de la tarjeta electrónica, el medidor no podrá registrar ningún dato, debemos recordar que la idea no es inhabilitar por completo al medidor, sino alterar su funcionamiento, por eso esta técnica no es conveniente si tenemos una sola bobina.

En algunos casos podemos encontrar más de una bobina al interior de un medidor, por ejemplo en un medidor tipo socket, Clase 200, (Imax. 200 A), 240 V, (**Fig. 2-21**), el medidor tiene una bobina por fase, la grafica (**A**) nos permite ver que una bobina se encuentra desconectada a nivel de la tarjeta electrónica, inhabilitando así la capacidad del medidor de medir el trabajo eléctrico en una fase, la grafica (**B**) son rastros de pasta para soldar, y la grafica (**C**) muestra un acercamiento de la línea intervenida.



(Figura 2-21) Bobina interna desconectada 1.

El uso de bobinas inductivas en los sistemas de medición es ampliamente usado en baja, media y alta tensión, son parte esencial ya que recolectan la información tal como lo hiciera un amperímetro de gancho, también podemos encontrar bobinas en un sistema de medición indirecta.



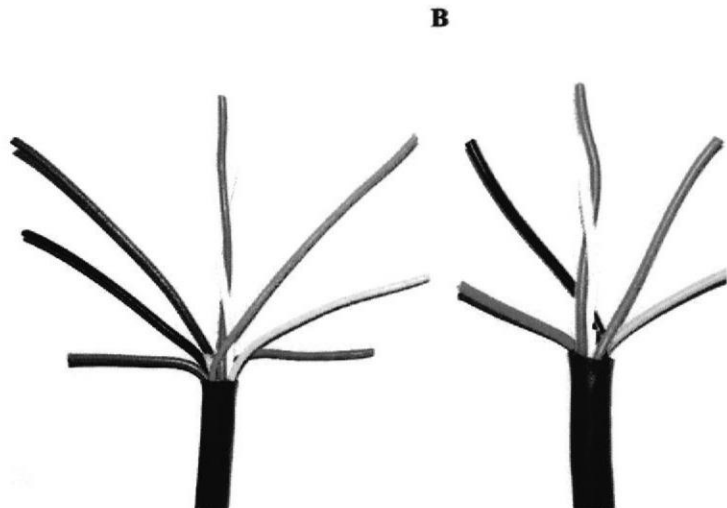
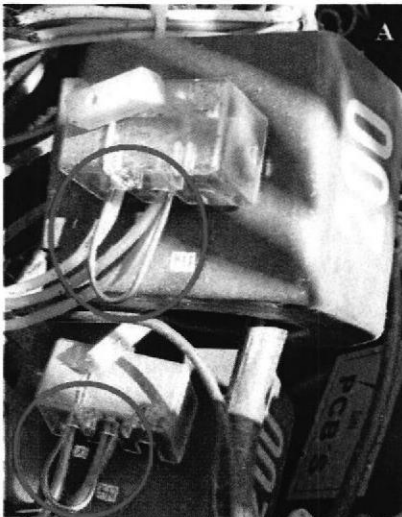
6) Medición indirecta.

Un sistema de medición indirecta se compone por bobinas de corriente con factor multiplicativo, un cable concéntrico por lo general de 12 x 8 (**ocho conductores número 12**), que envían las señales a la base del medidor, el tipo de servicio del usuario determinará el número de bobinas que encontremos y el formato de medidor.

Los puntos más vulnerables en este sistema son las bobinas inductivas y el cable concéntrico, (**Fig. 2-22**). **A) Puentes en transformadores de corriente 200-5, B) Cables concéntricos (8 x 12) y (6 x 12).**

A) Un simple conductor puede actuar de puente, cortocircuitando las bobinas o transformadores de corriente (TC), inhabilitando la transmisión de datos al medidor, estas bobinas están recubiertas por un material vulcanizado, se puede llegar a abrir una bobina introduciendo un cuerpo corto punzante, la huella de fractura será muy poco visible.

B) El cable concéntrico es vulnerable a ser intervenido mediante bypass por lo general de control manual, los puntos más vulnerables dentro del cable son los conductores que llevan las señales de corriente, cada conductor tiene un color diferente, esto nos sirve como referencia al momento de instalar o realizar una inspección adecuada de las señales que encontremos, por lo general para las señales de corriente se utiliza el amarillo, azul y rojo, para las señales de voltaje, violeta, negro y plomo, neutro el color blanco, y tierra de color verde, varían dependiendo del fabricante.



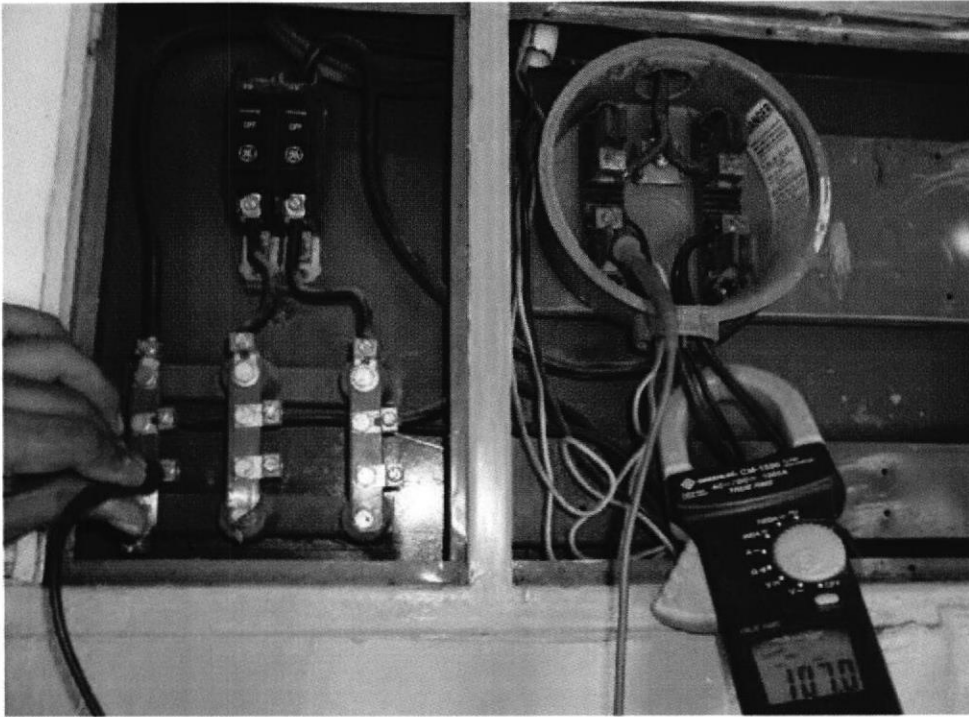
(Figura 2-22) Vulnerabilidad en medición indirecta



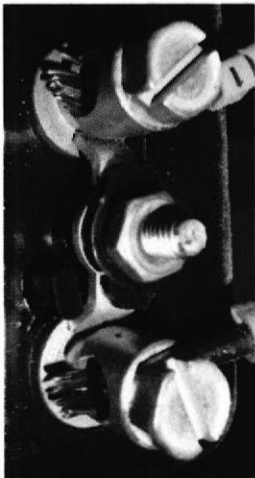
CAPÍTULO 2.2

APARENTES ERRORES TECNICOS QUE CAUSAN PERDIDAS.

Debemos ser cuidadosos cuando instalamos un sistema de medición, como primer ejemplo tenemos una base socket con una acometida Triplex 240V, 2x6 (Fases) + 1x6 (Neutro) AWG instalada inversamente, el flujo de corriente es inverso dentro de las bobinas del medidor electromecánico, esto hace que el disco gire en sentido contrario generando una lectura de consumo en retroceso, **(Fig. 2-23)**.



(Figura 2-23) Acometida conectada inversamente.



Esto también puede ocurrir en un sistema de medición indirecta, cuando no orientamos correctamente los TC (transformadores de corriente), con el sentido de dirección de corriente hacia la carga o polarizamos inversamente los conectores de tornillo.

Un aparente error muy frecuente ocurre al momento de instalar transformadores de corriente al no retirar el puente de cortocircuito que viene de fábrica, esto deja inhabilitado el sistema de medición, **(Fig. 2-24)**.

(Figura 2-24) Puente de fábrica en TC, no retirado.



CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO Y PRUEBAS TÉCNICAS.



CAPÍTULO 3

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO Y PRUEBAS TÉCNICAS.

Procedimiento de trabajo.- Para realizar una inspección adecuada debemos seguir un procedimiento de trabajo ordenado, en este capítulo analizaremos algunos puntos a seguir, que pueden beneficiar al usuario y al operador técnico.

1) Al momento de llegar al lugar de la inspección se recomienda que tomemos lectura de la corriente de carga, si las instalaciones nos lo permite, al mismo tiempo debemos hacer contacto con el usuario, haciéndole saber el motivo de nuestra presencia, es recomendable que el usuario esté presente durante toda la inspección.

2) Analizar todo el sistema de alimentación eléctrico que ingresa al predio, verificando que no exista ninguna línea directa, o que no ingrese al sistema de medición, cuando nos encontramos con acometidas empotradas, debemos tomar lectura de corriente en ambos extremos de los conductores, esto determina si la corriente es desviada por medio de un bypass, si la corriente de carga no nos permite tomar lecturas de corriente, como última opción podemos desconectar la acometida de la red pública y comprobar la soltura del cable dentro del conducto empotrado, si el cable se mueve con facilidad podemos determinar que no existe intervención.

3) Cuando tenemos más de un medidor tipo socket, por lo general están montados en un tablero y se alimentan con la acometida mediante un sistema de barras, aquí también podemos encontrar líneas directas, también debemos verificar que no haya perforaciones ilegales en ninguna base socket o caja de protección en caso de ser un medidor sobrepuesto, estas perforación suelen ser frecuentes en la parte trasera.

4) Antes de retirar algún sello de protección es aconsejable tomar una foto completa del medidor y el sello, dejando constancia del estado en que lo encontramos. **(Referencia, Figura 2-5, 2-7, 2-8, 2-9, 2-10).**

5) Debemos registrar todos los datos que nos pide nuestra orden de trabajo o inspección como por ejemplo, suministro del usuario, tipo de servicio, nombre, dirección, número de medidor, número y estado de sellos retirados e instalados, voltajes por fase, corrientes por fase, constante (Kh), formato del medidor, Clase del medidor, etc. Debemos recordar que este reporte también contiene los nombres o firmas de los responsables de la inspección.

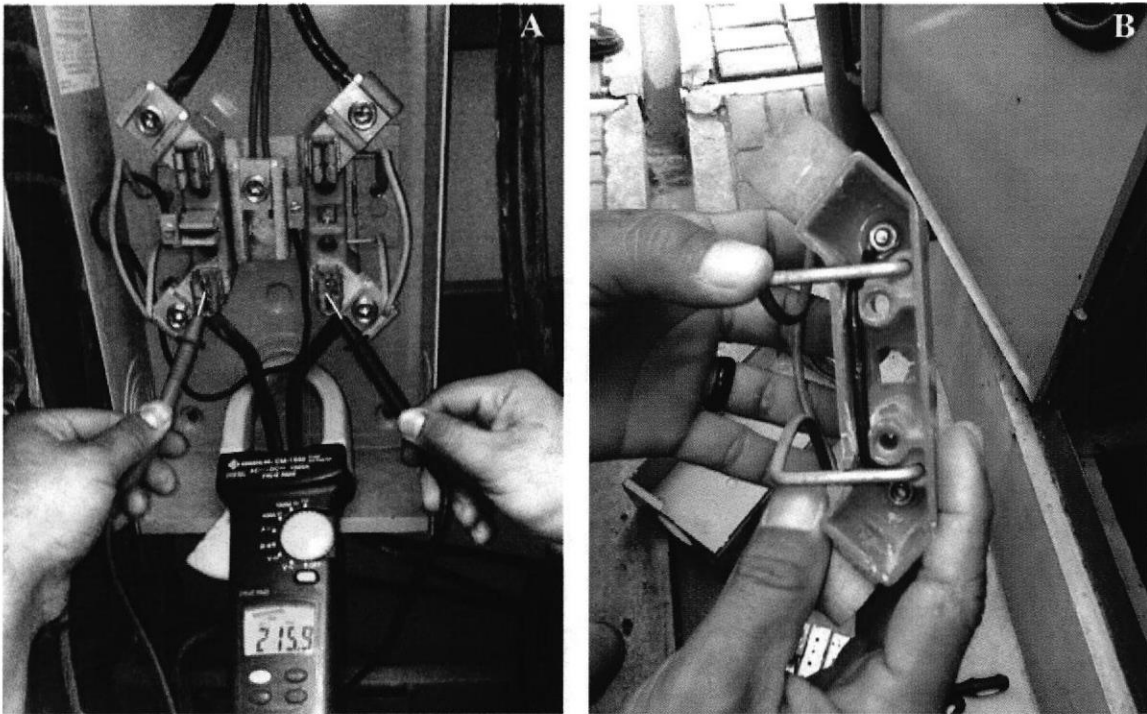
6) Una vez que tengamos acceso al medidor podemos realizar una inspección visual del estado de los sellos de calibración, en caso de ser un medidor sobrepuesto que no exista ningún puente en las borneras y en el caso de un medidor tipo socket que no exista ningún puente en los conectores de tornillo de las baquelitas.

Si el medidor nos permite ver en su interior podemos buscar rastros de manipulación por ejemplo en los tornillos del registrador o buscar algún puente ilegal interno. **(Referencia, Figura 2-12, 2-13, 2-14, 2-15, 2-16).**

Pruebas técnicas.

Una de las pruebas técnicas es cuando hacemos uso de nuestro voltímetro en una base socket clase 100 o clase 200, debemos comprobar que el voltaje sea cero (0), en los conectores de tipo tornillo para la carga, en las binchas receptoras inferiores de las clavijas del medidor o binchas de salida hacia la carga. **(Referencia, figura 2-11).**

Si no tenemos evidencia visual de un puente y comprobamos que existe voltaje en estos conectores, significa que existe un puente interno en las baquelitas, la siguiente gráfica muestra una base socket clase 200 con puentes internos en las dos baquelitas o ambas fases, **(Fig. 3-1) A) Base socket clase 200 con 215.9 voltios medidos en las binchas de salida, B) Puente interno en una de las baquelita.**



(Figura 3-1) Puente interno en base socket CL200.

Para determinar el buen funcionamiento de un medidor, realizamos la llamada “prueba de error”, esta prueba determina el margen de error con que trabaja un medidor, podemos hacer uso de dos recursos, un analizador de redes eléctricas o utilizando una sencilla ecuación.

Si utilizamos un analizador de redes, hacemos que funcione como un medidor instalado en paralelo con el del usuario, hacemos que trabajen juntos durante un tiempo determinado y comparamos los valores, tanto de corrientes, voltajes, Kh y tiempo, este



dispositivo es de especial ayuda cuando necesitamos realizar pruebas en un sistema de medición con la carga real consumida.

Para el área de clientes masivos podemos hacer uso de la "prueba de error", o prueba de trabajo de un medidor, para esto utilizaremos una "carga fantasma", esta carga debe tener una corriente de consumo estable, por lo que se recomienda que sea muy resistiva, las cargas inductivas y capacitivas pueden generar errores al momento realizar la prueba de error, podemos hacer uso por ejemplo de planchas, secadoras de mano, calefactores eléctricos, etc., esta prueba nos permite saber si existe alguna alteración interna que afecte el correcto funcionamiento de un medidor.

En primer lugar debemos asegurarnos de que no tengamos corriente proveniente de la carga del usuario, se recomienda desconectar la carga del medidor, conectamos la "carga fantasma" y la ponemos en funcionamiento, a continuación se muestra la ecuación y las diferentes constantes y variables que debemos tener en cuenta para determinar si el medidor en cuestión trabaja adecuadamente.

$$1 (\%) = \frac{Kh \times 3.600 \times N}{P \times t}$$

$$1 (\%) = \frac{Kh \times 3.600 \times N}{V \times I \times t}$$

Variables
Voltaje (V)
Vueltas o impulsos (N)
Tiempo (t)

Constantes
Corriente (I)
Kh
3600 (factor de conversión)

Debemos recordar que el valor de error ideal es (1 (%)) y que este valor debe estar entre el margen de (-0,5 y +1,5).

El voltaje y la corriente, (V – I) deben ser medidos mediante algún instrumento de medición, el número de vueltas o impulsos, (N) que utilizemos determinará el tiempo, (t), el tiempo debe ser cronometrado, por lo general el tiempo de prueba son algunos segundos, por lo que debemos usar el factor de conversión, a vatios / segundos, (3600), **referencia, (cuadro de equivalencias pg. 12)**, el valor de (Kh) se encuentra en los datos de placa del medidor, **referencia, (Ítem 8 de la pg. 14)**.

Ejercicios de aplicación:

1) Tenemos un medidor tipo socket electrónico, 240 voltios, Clase 200 con un Kh de 7,2, el voltaje medido por fase es de 120 voltios, nuestra carga de prueba trabaja a 120 voltios y la corriente de consumo es 6 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 120 v.

Corriente = 6 A.

Kh = 7,2

Número de impulsos = 2

Tiempo = 65 segundos

$$1 (\%) = \frac{7,2 \times 3.600 \times 2}{120 \text{ V} \times 6 \text{ A} \times 65 \text{ sg.}}$$

$1 (\%) = 1,107$

El resultado en una de las dos fases de medidor es (1,107), está dentro del rango adecuado (-0,5 y +1,5).

Tenemos que tener cuidado al momento de conectar nuestra carga de prueba, en éste caso, el medidor es de 240 voltios, y nuestra carga es de 120 voltios, la prueba se debe realizar línea por línea o bobina por bobina, al final del cálculo obtendremos dos resultados, ambos deben estar dentro del rango de error, (-0,5 y +1,5).

2) Tenemos un medidor tipo socket electromecánico, 240 voltios, Clase 200 con un Kh de 7,2, el voltaje medido por fase es de 120 voltios, nuestra carga de prueba trabaja a 120 / 240 voltios y la corriente de consumo es 9 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 240 v.

Corriente = 9 A.

Kh = 7,2

Número de revoluciones = 3

Tiempo = 30 segundos

$$1 (\%) = \frac{7,2 \times 3.600 \times 3}{240 \text{ V} \times 9 \text{ A} \times 30 \text{ sg.}}$$

$1 (\%) = 1,2$

El resultado final es (1,2), está dentro del rango adecuado (-0,5 y +1,5), en este caso no ha sido necesario probar el funcionamiento del medidor fase por fase, ya que podemos conectar nuestra carga de prueba en el área de salida del medidor a 240 voltios.

3) Tenemos un medidor tipo socket electrónico, 120 voltios, Clase 100 con un Kh de 3,6, el voltaje medido por fase es de 120 voltios, nuestra carga de prueba trabaja a 120 voltios y la corriente de consumo es 6 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 120 v.

Corriente = 6 A.

Kh = 3,6

Número de impulsos = 3

Tiempo = 60 segundos

$$1 (\%) = \frac{3,6 \times 3.600 \times 3}{120 \text{ V} \times 6 \text{ A} \times 60 \text{ sg.}}$$

$1 (\%) = 0,9$

El resultado final es (0,9), está dentro del rango adecuado (-0,5 y +1,5), en este caso tendremos un único resultado ya que el medidor es de 120 voltios y trabaja solamente con una línea o fase.

Algunos medidores expresan la constante (Kh) como (Impulsos / kWh) o (Revoluciones / kWh), **referencia, (Figura 2-16)**, por ejemplo (800 Imp. / kWh) o (400 Rev. / kWh), recordemos que estos valores son el número de revoluciones o impulsos que ocurren en 1 kWh, para poder usar este valor en la ecuación debemos dividir 1000 Wh para los impulsos o revoluciones que nos muestre la placa de datos del medidor.

$$\frac{1000}{\text{Imp. / kWh}} \quad \frac{1000}{\text{Rev. / kWh}}$$

4) Tenemos un medidor sobrepuesto, 120 voltios, Clase 100 con un Kh de 800 Imp. / kWh, nuestra carga de prueba trabaja a 120 voltios y la corriente de consumo es 6 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 120 v.

Corriente = 6 A.

Kh = 800 Imp. / kWh = 1,25

Número de impulsos = 5

Tiempo = 29 segundos

$$1 (\%) = \frac{1,25 \times 3.600 \times 5}{120 \text{ V} \times 6 \text{ A} \times 29 \text{ sg.}}$$

$1 (\%) = 1,07$

El resultado final es (1,07), está dentro del rango adecuado (-0,5 y +1,5).



5) Tenemos un medidor sobrepuesto electrónico, 120 voltios, Clase 100 con un Kh de 180 revoluciones / kWh, nuestra carga de prueba trabaja a 120 voltios y la corriente de consumo es 6 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 120 v.

Corriente = 6 A.

Kh = 180 Rev. / kWh = 5,5

Número de impulsos = 1

Tiempo = 56 segundos

$$1 (\%) = \frac{5,5 \times 3.600}{120 \text{ V} \times 6 \text{ A} \times 56 \text{ sg.}}$$

1 (%) = 0,491

El resultado final es (0,491), es inferior al mínimo rango aceptado de 0,5 en este caso el medidor se encuentra trabajando a un 50 % menos de su capacidad real, por lo general el causante de esto es un puente o bypass interno en la bobina de corriente en caso de ser un medidor electromagnético o en la chapa diferencial en caso de ser un medidor electrónico, *referencia, (Figura 2-15, 2-17)*, el efecto de ésta intervención ilegal se asemeja a un medidor frenado, pero en realidad es la incapacidad del medidor para registrar todo el trabajo eléctrico real que va hacia la carga.

6) Tenemos un medidor sobrepuesto electromecánico, 120 voltios, Clase 100 con un Kh de 400 revoluciones / kWh, nuestra carga de prueba trabaja a 120 voltios y la corriente de consumo es 6 amperios, determinar el correcto funcionamiento del medidor mediante una prueba de trabajo, aplicando la formula correspondiente.

Datos:

Voltaje = 120 v.

Corriente = 6 A.

Kh = 400 Rev. / kWh = 2,5

Número de revoluciones = 5

Tiempo = 32 segundos.

$$1 (\%) = \frac{2,5 \times 3600 \times 5}{120 \text{ V} \times 6 \text{ A} \times 32 \text{ sg.}}$$

1 (%) = 1,95

El resultado final es (1,95), es superior al máximo rango aceptado de 1,5 en este caso el medidor se encuentra registrando excesivamente el trabajo eléctrico de la carga, casi al doble o al 200 %, para esta prueba utilizamos 5 revoluciones de disco, quiere decir que cada revolución duró 6,4 segundos, en condiciones normales, el tiempo de cada revolución debe ser de 12,5 segundos, no es muy común encontrar esta clase de errores, esto puede ocurrir por un error de fábrica o por una mala calibración del medidor, también podemos decir que el medidor se encuentra acelerado.

Si hacemos un simple despeje del tiempo (t) en la ecuación, en base al valor de porcentaje ideal de error (1) y a los diferentes tipos de Kh que ofrecen los medidores podemos establecer una lista de valores ideales de tiempo de prueba, estos resultados también están sujetos al valor de voltaje y corriente de carga que utilicemos.

$$t = \frac{Kh \times 3.600 \times N}{V \times I \times 1 (\%)}$$

La siguiente tabla nos muestra una lista de valores ideales en base a una carga que trabaja a 120 voltios con una corriente de prueba de 6 amperios y para 1, 3 y 5 revoluciones o impulsos del medidor.

Voltaje (V) voltios	Corriente (I) amperios	(Kh) Placa de datos	(Kh)	Tiempo (t) 1 Rev. o Imp.	Tiempo (t) 3 Rev. o Imp.	Tiempo (t) 5 Rev. o Imp.
120	6	1800 Imp. / kWh	0,55	2,75 sg.	8,28 sg.	13,75 sg.
120	6	1600 Imp. / kWh	0,62	3,1 sg.	9,3 sg.	15,5 sg.
120	6	1000 Imp. / kWh	1	5 sg.	15 sg.	25 sg.
120	6	800 Imp. / kWh	1,25	6,25 sg.	18,75 sg.	31,25 sg.
120	6	400 Rev. / kWh	2,5	12,5 sg.	37,5 sg.	62,55 sg.
120	6	360 Rev. / kWh	2,77	13,8 sg.	41,4 sg.	69,25 sg.
120	6	3,6	3,6	18 sg.	54 sg.	90 sg.
120	6	200 Rev. / kWh	5	25 sg.	75 sg.	125 sg.
120	6	180 Rev. / kWh	5,55	27,75 sg.	83,25 sg.	138,75 sg.
120	6	7,2	7,2	36 sg.	108 sg.	180 sg.

Tabla 3-1, Tabla de tiempos ideales.

Una vez terminado todo el procedimiento de trabajo y las pruebas técnicas comprueban una irregularidad en el sistema de medición, es necesario calcular el CNF (consumo no facturado) y si se comprueba que ésta irregularidad está relacionada con el hurto de energía, el valor de CNF mas la multa correspondiente.

CNF (Consumo no facturado) y multa.

En el caso de existir alguna irregularidad en el sistema de medición, la empresa proveedora de servicio eléctrico puede facturar un consumo no facturado por dos motivos.

- 1) **Por daño natural**, es cuando el medidor se encuentra averiado por razones ajenas al usuario.

El consumo no facturado por daño natural se factura a partir del consumo promedio mensual por 12 meses, dándonos como resultado el **CNF total** o consumo promedio anual.

- 2) **Por daño, alteración o manipulación** del sistema de medición por parte del usuario.

En estos casos se facturará el **CNF total** mas la multa, que según la **Ley de Régimen del Sector Eléctrico** equivale al 300 % del valor de la refacturación del último mes de consumo posterior a la inspección y rectificación del sistema de medición.

Podemos obtener el consumo promedio mensual de dos maneras.

- 1) Obtener el trabajo eléctrico en kWh a partir de la corriente de carga.

Ejemplo 1:

Si comprobamos que existe hurto de energía en un sistema de medición y logramos medir la corriente de carga en una fase, recordando utilizar como referencia la línea con mayor amperaje en caso de haber más de una fase.

De la lectura del amperímetro obtenemos 7,4 amperios:

$$I_L = 6,9 \text{ A}$$

$$V = 120 \text{ V}$$

$$P = 0,828 \text{ kW}$$

$$\text{Consumo promedio mensual} = 0,828 \text{ kW} \times 24 \text{ horas} \times 30 \text{ días} = \mathbf{596,16 \text{ kWh}}$$

$$\text{Consumo promedio anual} = 596,16 \text{ kWh} \times 12 \text{ meses (CNF total)} = \mathbf{7 \ 153,92 \text{ kWh}}$$

$$\text{Multa} = 596,16 \text{ kWh} \times 3 \text{ (300\%)} = \mathbf{1 \ 788,48 \text{ kWh}}$$

$$\text{CNF total} + \text{Multa} = \mathbf{9 \ 942,4 \text{ kWh}}$$

- 2) Obtener el trabajo eléctrico en kWh a partir de la diferencia de dos lecturas de consumo reales, tomadas en un tiempo determinado.

Ejemplo 2:

Registramos la lectura de consumo en el medidor luego de corregir todas las irregularidades existentes y dejamos pasar un lapso de tiempo prudencial de 20 días, volvemos al sitio y tomamos datos de lectura de consumo.

$$\text{Lectura con la fecha de la corrección técnica:} \quad \mathbf{1 \ 295 \text{ kWh}}$$

$$\text{Lectura luego de 20 días:} \quad \mathbf{1 \ 975 \text{ kWh}}$$

En 20 días el consumo es de:	680 kWh
Consumo promedio diario:	34 kWh
Consumo promedio mensual = 34 kWh x 30 días:	1 020 kWh
Consumo promedio anual = 1 020 kWh x 12 meses (CNF total):	12 240 kWh

Cuando debemos aplicar la multa correspondiente multiplicamos por 3 (300%), el consumo promedio mensual del usuario y lo sumamos al valor de CNF total, aplicado al ejemplo 2, el valor total de kWh que se debe facturar es:

Consumo promedio mensual =	1 020 kWh
Multa = 1 020 kWh x 3 (300%) =	3 060 kWh
Consumo promedio anual (CNF total) =	12 240 kWh

CNF total + Multa =

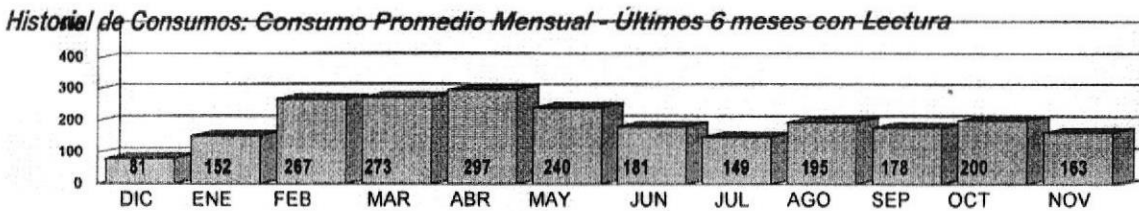
15 300 kWh

Histórico de consumos.

Un histórico de consumos es el registro de consumos (kWh), basado en las lecturas obtenidas mes a mes de todos los medidores que pertenecen a un sistema regional de servicio eléctrico.

Podemos comparar los valores pagados por un usuario durante los últimos doce 12 meses antes de normalizar el sistema de medición con el consumo promedio anual o CNF total, esta diferencia nos da el CNF a recuperar por año.

El ámbito comercial de la energía eléctrica hace que tanto proveedor como usuario tengan acceso a un histórico de consumos, la empresa proveedora de servicio eléctrico tiene acceso a esta información mediante una base de datos interna y el usuario recibe su histórico de consumo mes a mes mediante la planilla o factura de servicio eléctrico, la siguiente gráfica nos muestra un ejemplo del histórico de consumo que recibe un usuario en su planilla, (Fig. 3-2).



(Figura 3-2) Historial de consumos para el usuario.

La siguiente tabla nos muestra los datos más relevantes al momento de buscar el valor de consumo total durante el lapso de 1 año.

Fecha	Lectura tomada	Consumo facturado
01/01/2013	4908	324
02/02/2013	5350	442
03/03/2013	5765	415
04/04/2013	6167	402
05/05/2013	6571	404
06/06/2013	7094	523
07/07/2013	7566	472
08/08/2013	8006	440
09/09/2013	8518	512
10/10/2013	9117	599
11/11/2013	9565	448
12/12/2013	9757	192
13/01/2014	9946	189
14/02/2014	10144	198
15/03/2014	10395	251
16/04/2014	10659	264
17/05/2014	10921	262
18/06/2014	11168	247
19/08/2014	11462	294

Tabla 3-2, Histórico de consumos.

Los valores de este listado pertenecen al usuario del **ejemplo número 1 de la página 40**, uno de los valores de consumo facturado es 599 kWh, que es un valor aproximado al consumo promedio mensual calculado en este ejemplo.

Si sumamos el consumo facturado durante los últimos 12 meses obtenemos como resultado 3 896 kWh, el valor a recuperar por año es de 6 046,2 kWh.

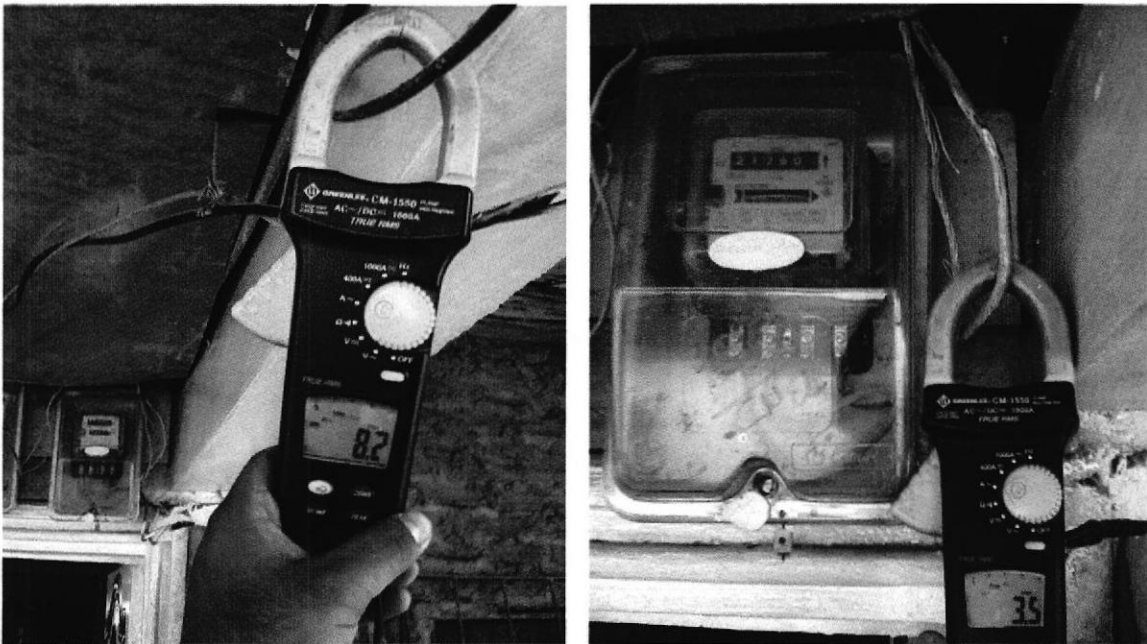
$$\text{(CNF total + Multa) - Consumo facturado en el último año} = 6\,046,2 \text{ kWh}$$

$$9\,942,4 \text{ kWh} - 3\,896 \text{ kWh} = 6\,046,2 \text{ kWh}$$

CAPÍTULO 3.1 CASOS DE HURTO DE ENERÍA (MEDICIÓN DIRECTA)

1) Línea directa 1.- Dentro del sistema eléctrico regional Guayas – Los Ríos se encontró un medidor sobrepuesto, 120 V. electromecánico, el sello de seguridad se encontraba roto, podemos llegar a la conclusión de que existe un bypass si utilizamos adecuadamente el amperímetro, debemos estar seguros de que la corriente total que consume el usuario llegue al medidor para que pueda ser censada, eso lo logramos si medimos la corriente en diferentes puntos de la acometida sobre todo en el punto más cercano a la conexión de la red pública y el punto más cercano al medidor.

Antes de llegar al medidor, la acometida ingresaba a un cielo raso, se procedió a tomar lectura de corriente de carga en diferentes puntos de la acometida y se descubrió diferencias de corrientes en el trayecto del cable dúplex 2x6 de aluminio AWG, **(Fig. 3-3). Diferentes lecturas de corriente de carga en el trayecto hacia el medidor.**



(Figura 3-3) Lecturas de corriente en acometida dúplex.

Como se muestra en la figura 3-3 en un punto más lejano al medidor se mide una corriente de 8,2 amperios, y en un punto muy cercano 3,5 amperios, se llegó a la conclusión de que 4,7 amperios eran desviados, interviniendo la acometida mediante un bypass con cable número 10, escondido en el cielo raso, como lo muestra siguiente gráfica, **(Fig. 3-4).**



(Figura 3-4) Acometida intervenida con bypass.

Se procedió a eliminar el cable directo, se normalizó el servicio eléctrico, además se le entregó al usuario su citación correspondiente para que se acerque a las oficinas de la empresa proveedora de servicio eléctrico, para indicarle mayores detalles de la novedad encontrada.

CÁLCULO DEL CNF + MULTA

Al usuario se le hizo un cálculo por medio de consumos reales.

Primera Lectura (fecha de la novedad)	21 790 kWh
Segunda Lectura (fecha días después de la corrección)	21 866 kWh

En 6 días	76	kWh
Consumo promedio diario	12,6	kWh
Consumo promedio mensual	378	kWh
Consumo promedio anual	4 536	kWh

TOTAL CNF = 4 536 kWh

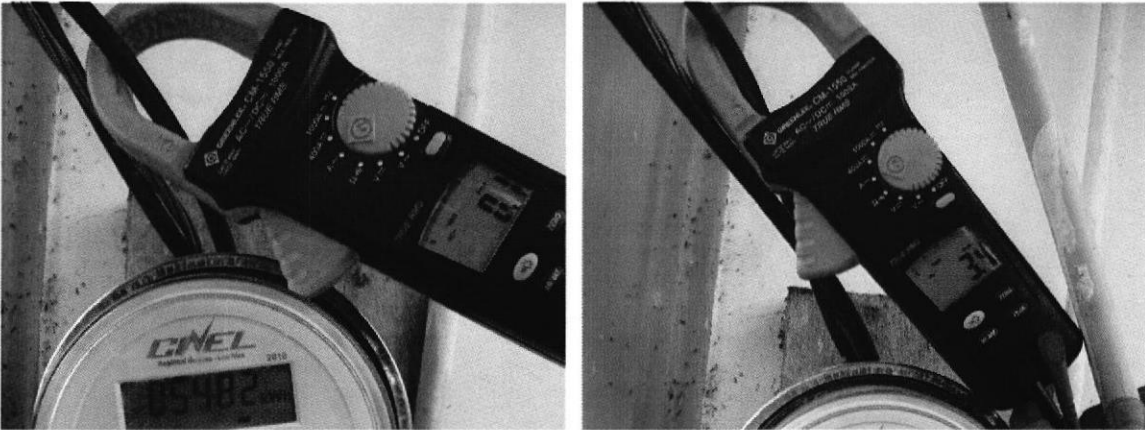
Valores pagados por el usuario durante los últimos 12 meses, según el histórico de consumos:

Valores facturados por año	4 110	kwh
CNF a recuperar por año	(4 536 - 4 110) =	426 kwh
Multa 378x300%	=	1 134 Kwh

TOTAL DE: CNF A RECUPERAR POR AÑO + MULTA = 1 560 KWH

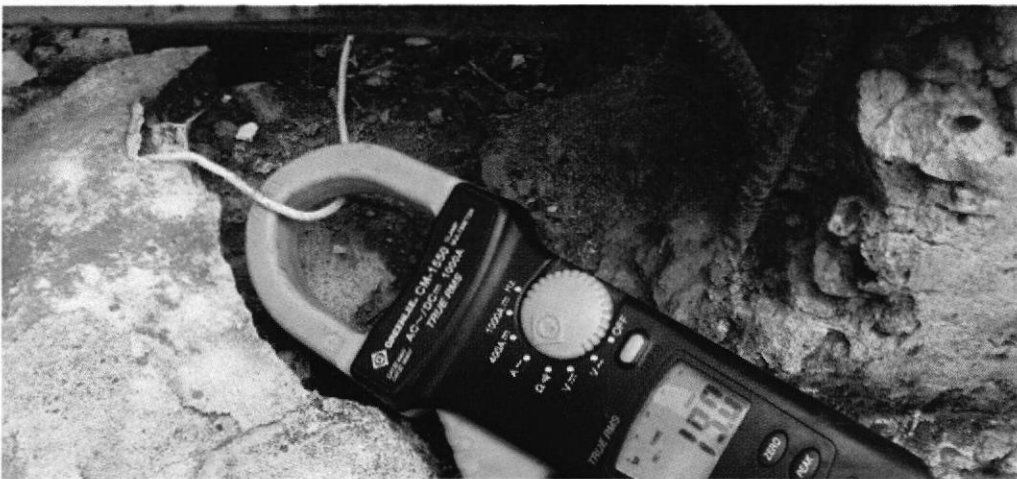


2) **Línea directa 2.-** Dentro del sistema eléctrico regional Guayas – Los Ríos se encontró un medidor tipo socket, 240 V. electrónico, el sello de seguridad se encontraba en perfectas condiciones, el usuario posee una tarifa comercial, ya que hay una tienda con una carga significativa en su interior, al momento de tomar lecturas de corriente, la carga se encontraba conectada y operando, los datos de corriente en la acometida triplex 2x6 + 1x6 AWG, fueron los siguientes, 0,1 amperios en una fase y 3,4 amperios en la otra, **(Fig.3-5)**.



(Figura 3-5) Lecturas de corriente en acometida triplex.

Se llegó a la conclusión de que esa corriente no pertenecía a la carga que trabajaba en esos momentos, luego de inspeccionar el predio se descubrió una línea directa, camuflada en el suelo, conectada desde una lámpara de alumbrado público y que ingresaba a la vivienda por debajo de un portón, finalmente se tomó datos de corriente en el directo IL= 19 A, **(Fig. 3-6)**, se procedió a normalizar el servicio eléctrico, además se le entregó al usuario la citación correspondiente para que se acerque a las oficinas de la empresa proveedora de servicio eléctrico, para indicarle mayores detalles de la novedad encontrada.



(Figura 3-6) Lecturas de corriente en línea directa.

CÁLCULO DEL CNF + MULTA

Al usuario se le hizo un cálculo por medio de la lectura del multímetro.

IL= 19 A

V= 110V

P= 2,09 kW

Consumo mensual = 2,09 kw x 14 h x 30 días = 877,8 kWh

Consumo mensual:	877,8 kWh
Consumo anual: 877,8 x 12 =	10 533,6 kWh
Multa: 877,8 x 3 =	2 633,4 kWh

TOTAL CNF + MULTA = 13 167 kWh

Valores pagados por el usuario durante los últimos 12 meses según el histórico de consumos:

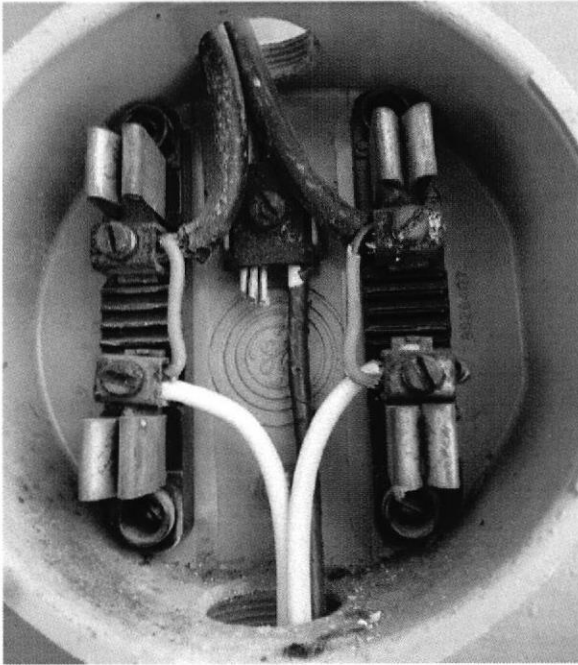
Valores facturados por año = 5 808 kWh

Valores a recuperar por año = 13 167 – 5 808 = 7 359 kWh

Nota. Para el consumo promedio mensual del establecimiento comercial se utilizó solo 14 horas de funcionamiento al día.*

3) Puentes internos 1.- Dentro del sistema eléctrico regional Guayas – Los Ríos se encontró un medidor tipo socket, 240 V. electrónico, el sello de seguridad se encontraba en perfectas condiciones, se encontró puentes para cada fase en la base socket con cable # 12, no se logró tomar datos de corriente, aparentemente la carga estaba totalmente apagada.

Se procedió a eliminar la conexión directa, se cambió el medidor y se normalizó el servicio eléctrico, además se le entregó al usuario la citación correspondiente para que se acerque a las oficinas de la empresa eléctrica, para indicarle mayores detalles de la novedad encontrada, **(Fig.3-7)**.



(Figura 3-7) Puente interno en base socket CL100.

Se procedió a eliminar la conexión directa, se cambió el medidor y se normalizó el servicio eléctrico, además se le entregó al usuario la citación correspondiente para que se acerque a las oficinas de la empresa eléctrica, para indicarle mayores detalles de la novedad encontrada.

Al usuario se le hizo un cálculo por medio de consumos reales.

Primera Lectura (Fecha de instalación del nuevo medidor)	00 kWh
Segunda Lectura (Fecha después de la corrección)	76 kWh

En 15 días	76	kWh
Consumo promedio mensual	152	kWh

En este caso el consumo promedio mensual es de total importancia al momento de calcular el CNF, esto hace que algunas personas bajo asesoramiento técnico ilícito, disminuyan su consumo durante el tiempo posterior a la inspección y corrección de su sistema de medición, finalmente el valor de consumo mensual calculado (152 kWh), es menor al consumo mensual facturado según el histórico de consumos (242 kWh), impidiendo el cálculo de **CNF a recuperar por año**.

CÁLCULO DEL CNF + MULTA

Para el cálculo del CNF y multa se usó como base el histórico de consumos.

Consumo promedio mensual	242	kWh
Consumo promedio anual	2 904	kWh

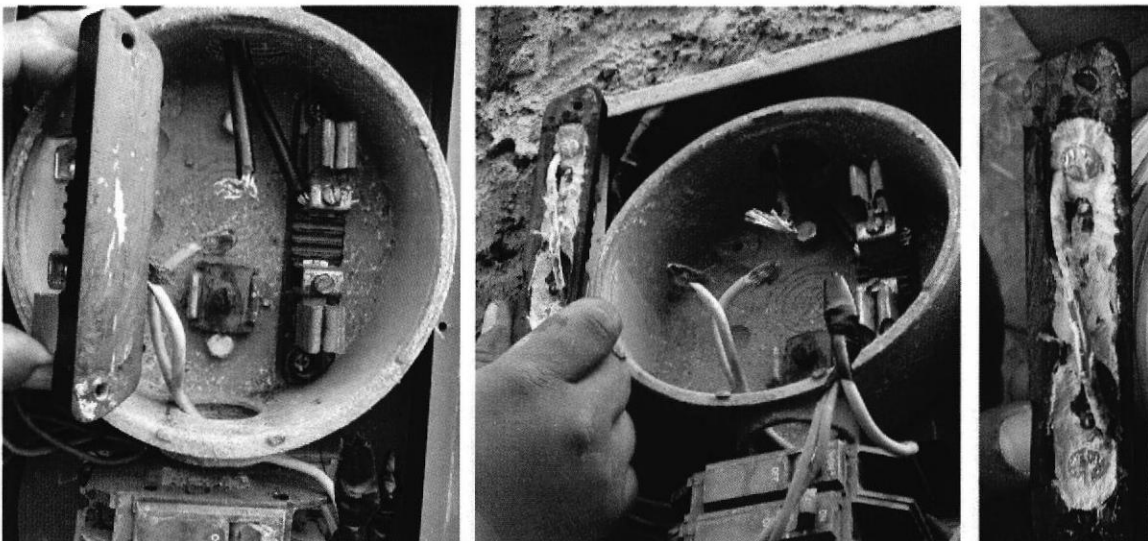
TOTAL CNF = 2 904 kWh

Valores pagados por el usuario durante los últimos 12 meses según el histórico de consumos:

Valores facturados por año	=	1 975 kWh
CNF a recuperar por año	(2 904 – 1 975)	= 929 kWh
Multa 242x300%	=	726 kWh

TOTAL DE: CNF A RECUPERAR POR AÑO + MULTA = 1 655 kWh

3) Puentes internos 2.- Dentro del sistema eléctrico regional Guayas – Los Ríos se encontró un medidor tipo socket, 240 V. electrónico, el sello de seguridad se encontraba roto, gracias a una prueba de continuidad y midiendo voltaje en la salidas de la base, se descubrió puentes para cada fase en la base socket, detrás de las baquelitas y camufladas con masilla utilizando cable # 12, **(Fig.3-8)**.



(Figura 3-8) Puente interno en baquelitas.

Se procedió a eliminar la conexión directa cambiando por completo la base socket del medidor, se normalizó el servicio eléctrico, además se le entregó al usuario la citación correspondiente para que se acerque a las oficinas de la empresa eléctrica, para indicarle mayores detalles de la novedad encontrada.

CÁLCULO DEL CNF + MULTA

Al usuario se le hizo un cálculo por medio de consumos reales.

(Primera toma de lectura) 508 KWH
(Segunda toma de lectura) 531 KWH

En 14 días 23 kwh
Consumo promedio diario 1,6 kwh
Consumo promedio mensual 48 kwh
Consumo promedio anual 576 kwh

TOTAL CNF = 576 KWH

Valores pagados por el usuario durante los 12 meses (02/10/12 -04/11/11) según el histórico de consumos:

Valores facturados por año = 452 kwh

CNF a recuperar por año 576 - 452 = 124 kwh

Multa 48x300% = 144 Kwh

TOTAL DE: CNF A RECUPERAR POR AÑO + MULTA = 268 KWH

CAPÍTULO 3.2 CASOS DE HURTO DE ENRGÍA (MEDICIÓN INDIRECTA).

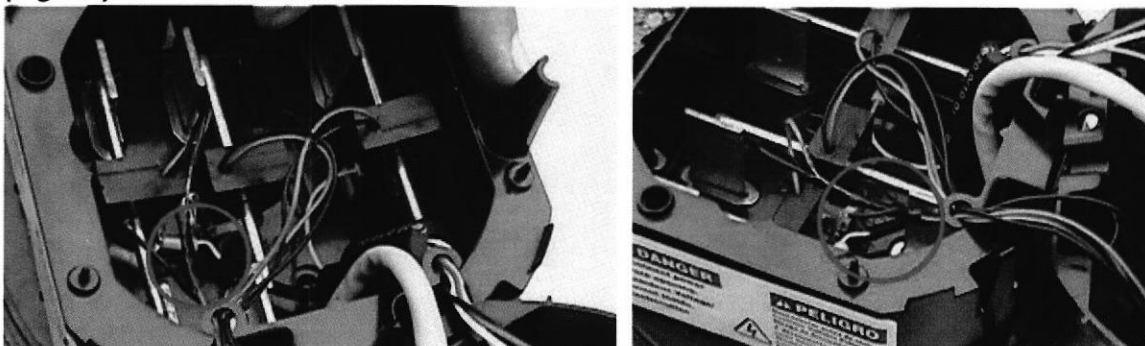
Para la ejecución de las inspecciones en medición indirecta, se realiza la siguiente metodología:

- 1.- Verificación del tipo de medidor instalado con su respectivo dato de placa.
- 2.- Para el caso de los sistemas de medición indirecta, se verificaron las corrientes primarias y secundarias mediante la utilización de un analizador de redes marca HT y de los registradores de corriente en media tensión (Varcorders).
- 3.- Verificación del factor de multiplicación.
- 4.- Verificación de la potencia instantánea, corrientes y voltajes mostrada por el medidor, con respecto a la mostrada por el analizador de redes HT.
- 5.- Verificación del valor de Kh mostrada en la placa con respecto al observado por el analizador de redes.

Bonina interna deshabilitada 1.

El siguiente caso nos muestra un usuario con un servicio monofásico en media tensión con TC de 25/5 y TP 70/1, el medidor asignado es, Clase 20, durante la inspección se observó lo siguiente:

los sellos del tablero y la base socket del respectivo medidor estaban intervenidos, mediante la utilización de un analizador de redes HT, se determinó que el medidor no registraba potencia instantánea, a pesar que la carga eléctrica conectada tenía el valor de (13.3 kW), dada esta novedad, se procedió a retirar el medidor, encontrándose con la novedad de que el medidor no tenía sello de tapa de vidrio o carcasa, al retirar la tapa de protección del medidor, se observó que los cables secundarios de un transformador de corriente interno del medidor (bobina), estaban cortocircuitados y con cinta aislante, (Fig.3-9).



(Figura 3-9) Bobina interna cortocircuitada.

Dada la infracción encontrada, se procedió a cortar el servicio eléctrico, en coordinación con la Administración del sistema eléctrico regional, hasta que el cliente proceda a cancelar los correspondientes valores por CNF y Multa.

Bonina interna deshabilitada 2.

El suministro de energía para este usuario se realiza a través de un transformador exclusivo monofásico tipo pad mounted de 50 KVA. Es necesario indicar que el transformador no tenía el sello de seguridad en el respectivo cerrojo de la tapa.

La medición instalada es del tipo indirecta en baja tensión, mediante transformadores de corriente de **200/5** El medidor instalado es electrónico, monofásico, clase 20, Kh 0,6.

Con la finalidad de comprobar el estado de la medición indirecta, se procedió a realizar un análisis de las corrientes secundarias censadas en los transformadores de corrientes y las censadas por el medidor, en modo test. De igual manera se comparó la potencia instantánea mostrada por el medidor en cuestión, con la censada por el analizador de redes, marca HT. Al efectuar la comparación de estos parámetros se observó que en la fase "A", circulaba 0.355 amperios secundarios, pero el medidor mostraba 0,0 Amperios en esta fase, de igual manera la potencia instantánea (kW), mostrada por el medidor, difería notablemente de la observada en el analizador, de acuerdo al siguiente detalle:

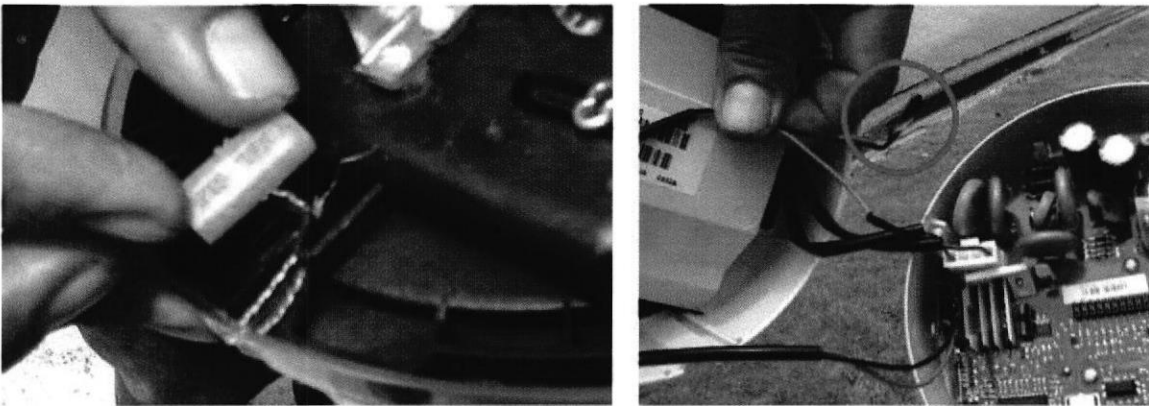
ANALIZADOR DE REDES HT

Vab = 233.3V
Ia = **0.355 A**
Ib = 0.282 A
P = **0.065 kW.**

MEDIDOR GE # 36434471

Vab = 233.5
Ia = **0.0 A**
Ib = 0.2 A
P = **0.026 kW**

Se procedió a revisar el cableado de la señales de corriente y voltaje en el interior de la base socket y el funcionamiento del mecanismo de puesta a tierra, no detectando ninguna novedad en los mismos, al retirar el medidor de la base socket se observó que el sello de carcasa estaba roto, por tal motivo se procedió a retirar la tapa de protección del medidor, observando que un par de cables correspondiente a uno de los transformadores de corriente interno del medidor, estaban retirados del punto de conexión y cubiertos con cinta aislante de color negro, tal como se observa en las fotografías, **(Fig.3-10). (Izda.) Sello de carcasa roto, (Dcha.) Cable de bobina interna desconectado**



(Figura 3-10) Bobina interna desconectada 2.

En función de lo expuesto en el párrafo anterior, se determina que el medidor no censa correctamente el consumo de energía de este cliente, toda vez que se ha realizado una intervención en las señales de corriente internas del registrador de energía eléctrica.

Esta información fue reportada inmediatamente al propietario del inmueble, quien manifestó que no tenía conocimiento de las novedades detectadas en sus instalaciones. Se entregó al cliente las notificaciones correspondientes.

Con la finalidad de determinar con mayor exactitud, el porcentaje de energía no censada por el medidor en cuestión, se procedió a instalar una medición en serie paralelo, para lo cual se utilizó otro medidor electrónico de las mismas características, los primeros registros de lecturas se detallan a continuación:

Medidor Serie Paralelo	Medidor Fijo
LECTURA INICIAL : 0 kWh	LECTURA INICIAL : 1 672 kWh

Segunda lectura (1 mes después)

Medidor Serie Paralelo	Medidor Fijo
SEGUNDA LECTURA : 54 kWh	SEGUNDA LECTURA : 1 700 kWh
Consumo : 2 160 kWh	Consumo : 1 120 kWh

Tercera lectura (2 meses después)

Medidor Serie Paralelo	Medidor Fijo
SEGUNDA LECTURA : 84 kWh	SEGUNDA LECTURA : 1 716 kWh
Consumo : 1 200 kWh	Consumo : 640 kWh

Cuarta lectura (3 meses después)

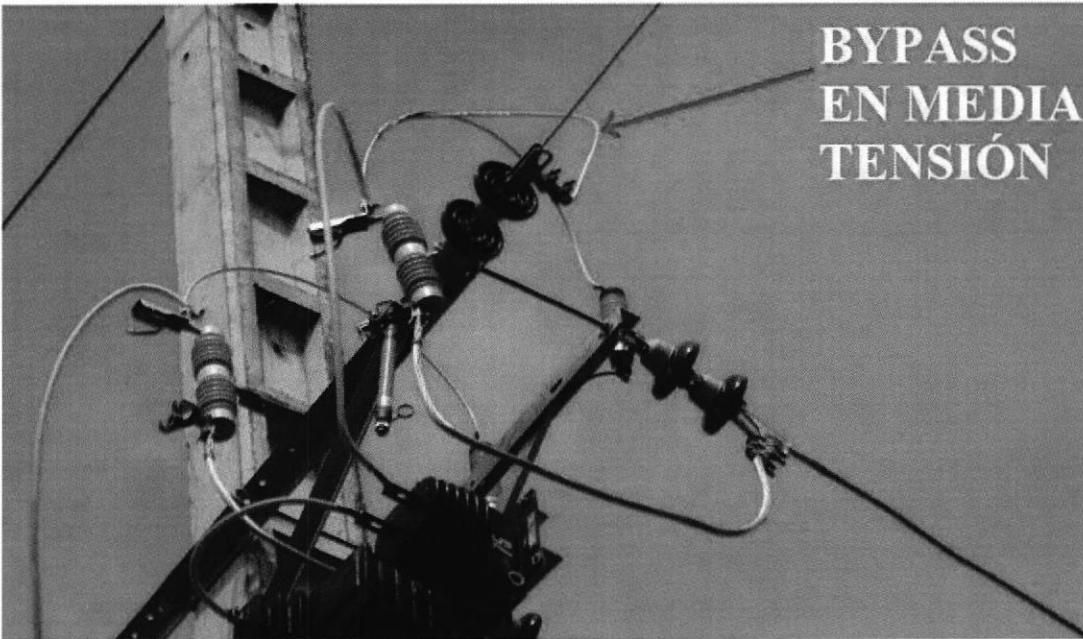
Medidor Serie Paralelo	Medidor Fijo
SEGUNDA LECTURA : 175 kWh	SEGUNDA LECTURA : 1 766 kWh
Consumo : 3 640 kWh	Consumo : 2 000 kWh

Nota*. Para el cálculo real de consumo se debe recordar que es un sistema que trabaja con transformadores de factor multiplicativo (40).

Se puede apreciar una significativa diferencia de registro de trabajo eléctrico entre los dos medidores, mientras que el medidor en paralelo registra el consumo real de la carga el medidor fijo o intervenido, registra el consumo eléctrico con un déficit de casi el 50%, los valores de CNF y multa se calcularán en base a los datos del medidor en paralelo.

Bypass en media tensión.

En este caso tenemos un sistema de medición indirecta a nivel de media tensión con sus respectivos TC (transformadores de corriente) y TP (transformadores de potencial o voltaje), el servicio de este usuario se encontraba cortado o inhabilitado a causa de una deuda con la empresa proveedora del servicio eléctrico, por eso vemos, en una caja porta fusible la ausencia de una vela y en la otra, la vela desconectada, mediante el bypass sigue llegando ilícitamente energía al usuario, **(Fig.3-11)**.



(Figura 3-11), Bypass en media tensión,

Cable concéntrico.

El cable que transmite las señales provenientes de las bobinas o transformadores de corriente (TC), también puede ser intervenido por bypass, en este caso vemos el cable concéntrico 6x12, a través de una caja de paso hacia el medidor, **(Fig. 3-12)**, el cable se encuentra intervenido por cuatro conductores, dos para cada señal de corriente, ingresan a una tubería (derecha), que se dirige hacia el domicilio del usuario.



Figura (3-12) Bypass en concéntrico.

Se presume que en el interior del predio hay un sistema de interruptores para abrir y cerrar manualmente estas señales, dándole la capacidad al usuario de inhabilitar el medidor a voluntad, (Fig.3-13).

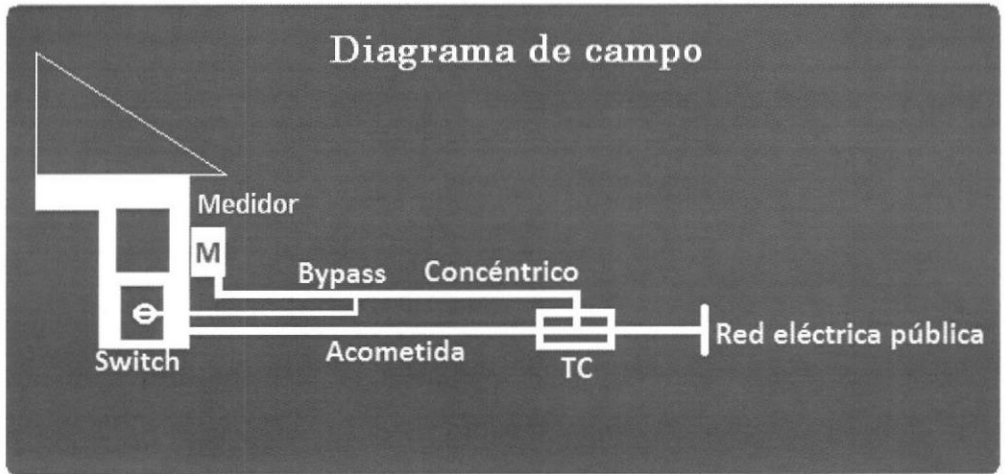


Figura (3-13) Diagrama de campo de bypass en concéntrico.



CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se dejó claro el funcionamiento de diferentes tipos de medición eléctrica, así como las partes vulnerables al hurto de energía, tener conocimiento de esto nos permite realizar una inspección adecuada siguiendo un completo procedimiento de trabajo, aplicando normas y pruebas técnicas.

Se han desarrollado diferentes sistemas para disminuir el hurto de energía tales como:

Redes pre ensambladas.- Consiste en fortalecer los materiales aislantes tanto en conductores como en los equipos de conexión.

Medidores de monitoreo.- Se utilizan medidores y transformadores de corriente (TC), en los conductores bajantes de los transformadores designados a alimentar cierta cantidad de usuarios, luego se compara el trabajo eléctrico total consumido por el grupo de usuarios de ese circuito con el facturado, si el consumo es mayor al facturado, la empresa proveedora de servicio eléctrico llega a la conclusión de que algún usuario(s) o equipo(s) de medición son responsables por el CNF (consumo no facturado), finalmente según el proyecto de reducción de pérdidas de energía de cada empresa comienzan los **trabajos de inspección respectivos**.

Sistema SCADA (supervisión control y adquisición de datos).- Este sistema permite monitorear o controlar remotamente a cada usuario, mediante un software (programa) y un hardware (medidor), los costos de instalación y mantenimiento de este sistema son altos por lo que su implementación para esta aplicación todavía está a prueba y es altamente cuestionada.

Ninguno de estos sistemas son inmunes al hurto de energía, por eso siempre será necesario que personal capacitado esté listo para evaluar el buen funcionamiento de todo sistema de medición.

Los casos reales de hurto de energía que se presentan en este documento deben servir como guía para el personal encargado de los proyectos de reducción de pérdidas que estén vigentes, el resultado final será una recuperación de cartera que no solo beneficiará a la empresa proveedora de servicio eléctrico sino al país entero.

Si se tiene vasto conocimiento de los sistemas de medición eléctrica y con el evidente avance tecnológico, eléctrico y electrónico se puede esperar nuevos métodos de hurto de energía, es necesario seguir apoyando los proyectos de reducción de pérdidas de energía, capacitando e implementando al personal adecuadamente.

Seguramente este documento es la primera parte de muchos casos reales nuevos que están por venir.

Es de mi entera satisfacción dar a conocer mediante este documento las múltiples formas de hurto de energía y saber que servirá como texto guía para personal que esté iniciando en el área de control de pérdidas a demás de contribuir con el proyecto de reducción de pérdidas de la Corporación Nacional de Energía CNEL EP.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Ley de Régimen del Sector Eléctrico
Principios de la electrotecnia por Adolf Senner

Pagina Web

http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_de_Foucault