

**EXPERIENCIAS Y METODOLOGÍAS POR PARTE DE LA
EMPRESA ELECTRICA DEL ECUADOR INC.
EN LA REDUCCIÓN Y CONTROL DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA**

INTRODUCCION

El análisis administrativo, comercial y técnico de una empresa eléctrica de servicio público debe ser realizado dentro del contexto económico, social y regulatorio en que se desarrolla su operación y funcionamiento. En el caso de las empresas eléctricas del Ecuador, con este criterio se debe tomar en consideración la situación económica de la población, el régimen tarifario vigente, la situación financiera de la misma empresa, la calidad y el precio de compra de energía a sus proveedores, la cultura y comportamiento de sus clientes, el medio ambiente físico en que se desarrollan las actividades, el régimen legal y reglamentario aplicable a la empresa, y finalmente las actitudes de los entes reguladores, los organismos de control y sus clientes.

La grave crisis económica que está sufriendo la población del país y en consecuencia nuestros clientes, provoca la tentación de intervenir en los medidores de energía o en las acometidas para afectar la correcta operación de los mismos a fin de provocar la reducción en los valores facturados por energía. La mayoría de las viviendas ubicadas en los barrios marginales o periféricos de las diferentes ciudades, generalmente no pagan por la energía eléctrica que ellas consumen, debiendo reconocerse que un porcentaje muy elevado no tiene un contrato de servicio con la empresa distribuidora.

La situación deficitaria desde el punto de vista económico de las empresas eléctricas, debido al bajo precio de venta de energía establecida para los clientes, se ha visto gravemente influenciada por el elevado costo de adquisición de energía establecida para las empresas distribuidora de energía.

Es necesario reconocer que existe una grave deficiencia cultural respecto al compromiso que significa pagar por todo servicio público recibido, incluyendo el servicio eléctrico. Esta deficiencia cultural, incide en la generalizada tendencia a la alteración o intervención de nuestros equipos de medición, en lugar de motivar al ahorro en el consumo de energía. No está por demás señalar, que la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc., desarrolla su operación y actividades en un medio social y cultural de alta conflictividad y extrema violencia, inclusive física.

La alteración de los sistemas de medición, se produce con mayor frecuencia en regiones de alto consumo de energía eléctrica, tal como sucede en la costa ecuatoriana y principalmente en Guayaquil que es una ciudad de elevada temperatura y alto índice de humedad.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL

GENERALIDADES

En el ámbito internacional, el robo de energía genera pérdidas millonarias a las empresas eléctricas distribuidoras, representando una reducción de sus ingresos por los consumos no facturados, incrementos de gastos por la compra de energía y transporte, reducción de la disponibilidad de la capacidad instalada y reducción del período de vida útil de sus equipos.

Este incremento en los costos de las empresas distribuidoras, generalmente es trasladado a los usuarios, reflejándose en elevados valores de las tarifas eléctricas.

La existencia de Asociaciones Internacionales como IURPA (International Utility Revenue Protection), nos da un claro ejemplo de la postura proactiva que nuestras empresas eléctricas deben asumir, con relación al control y reducción de las pérdidas de energía. A diferencia del Ecuador, en diversos países del mundo, el robo de energía es un delito y como tal, es considerado como materia de seguridad pública, de tal suerte que los casos que son descubiertos y normalizados, previa investigación, representan verdaderos riesgos que pueden conducir a daños en la propiedad privada, daños personales e inclusive la muerte.

El problema básico radica en la presencia de sistemas eléctricos obsoletos o no estandarizados y sin control alguno, la falta de inversión, la falta de compromisos corporativos, el desorden administrativo, la cultura hacia el robo de energía arraigada en los clientes por la falta de medidas que minimicen su incidencia, todos estos derivados del caos en que se desarrolló o se sigue desarrollando el proceso de electrificación de los diferentes niveles de gestión involucrados.

Para optimizar el Control y la Reducción de las Pérdidas de Energía, es imprescindible mejorar e intensificar las técnicas de supervisión y el control del consumo de energía de los diferentes clientes y de los sistemas de medición utilizados, manteniendo para el efecto grupos debidamente autorizados y capacitados para la recuperación de la energía, mal registrada en algunos casos, mal facturada en otros casos o ilícitamente utilizada por los diferentes estratos.

DEFINICIONES

Pérdidas Técnicas:

Estas pérdidas se deben a la energía consumida por los equipos relacionados a los procesos de generación, transmisión y distribución, la misma que no es facturada. Es un fiel reflejo del estado y la ingeniería de las instalaciones eléctricas, dependen básicamente, del grado de optimización de la estructura del sistema eléctrico, y de las políticas de operación y mantenimiento. Su mayor concentración, es ocasionada por la transmisión de energía eléctrica por medio de conductores, transformadores y otros equipos del sistema de distribución (efecto Joule), así como por las ocasionadas en las líneas de transmisión por el efecto corona.

Pérdidas No Técnicas:

Incluyen las pérdidas sociales y comerciales, relacionadas principalmente con la ineficiencia de los sistemas de medición, de control, facturación y recaudación, así como los errores administrativos, y del grado de automatización de los procesos de comercialización y atención al cliente. Son el resultado de la utilización ilegal de la energía, convirtiéndose en pérdidas financieras para la empresa distribuidora. Las Pérdidas no Técnicas, resultan de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas. Las pérdidas no técnicas, también denominadas pérdidas negras, están compuestas por:

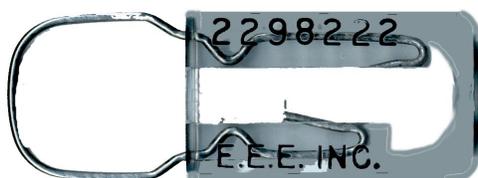
- Las pérdidas sociales, que son producidas por el hurto de energía de los diferentes asentamientos de vastos sectores sociales de escasos ingresos económicos. Estas pérdidas son conocidas como conexiones ilegales o contrabando. La inversión en líneas y redes de distribución para el suministro del servicio eléctrico en estas áreas marginales, resulta prohibitiva y onerosa debido a la baja recuperación de la inversión a través de las actuales tarifas eléctricas. La recaudación de la facturación en estos barrios marginales se torna muy difícil por el peligro que reviste a la integridad física del personal técnico de la Empresa cualquier gestión de recuperación de cartera en dichos sectores.
- Las pérdidas comerciales, que son producidas por las alteraciones de nuestros equipos de medición y la modificación ilegal de las conexiones con la finalidad de inducir errores en los consumos registrados por las empresas distribuidoras, incluyen también las pérdidas ocasionadas por los sistemas administrativos de registro de consumo (lecturas), facturación, recaudación y falta de programa de control para la verificación de la exactitud de los medidores y/o equipos de medición.

FRAUDE O HURTO DE ENERGIA

El medidor de energía eléctrica, es un instrumento de extrema precisión que registra exactamente la cantidad de energía eléctrica utilizada en Kilovatios-hora. Este instrumento, es considerado como la “caja registradora” para las empresas distribuidoras.

EMELEC, utiliza como sello de seguridad un sello resistente a los efectos deteriorantes del sol, salinidad ambiental, contaminación y rayos ultravioleta, el mismo que se encuentra diseñado para que cualquier inserción con instrumentos puntiagudos, ocasione deterioro de sus paredes laterales como un claro indicio de intento de intervención al medidor.

Nuestro sello de seguridad está construido en un cuerpo sólido de acrílico plástico transparente y un cuerpo de inserción coloreado ultrasónicamente soldado. Los sellos cuentan con las iniciales de nuestra compañía (E.E.E. INC.) y una secuencia de siete (7) números con la finalidad de facilitar el inventario y el control de los mismos.



La desviación de energía, se refiere a cualquier intento de derivación ilegal o intervención del medidor o de los equipos de medición, el resultado final de la desviación de energía, es que toda o parte de la energía eléctrica que utiliza el consumidor, no es medida y por lo tanto no es facturada, convirtiéndose en una carga financiera injusta para la empresa distribuidora.

No todos los consumidores que son detectados con alteraciones en los equipos de medición pueden ser considerados actores o co-actores del hecho, es decir que no todos los consumidores pueden ser considerados infractores, pues pueden haber heredado la alteración o desviación de la energía o puede haber sido ocasionado por errores involuntarios cometidos por el personal de instalación en los equipos de medición, sin embargo, no está exento de cancelar el valor de la reliquidación que ha sido objeto, motivado por la energía consumida y no facturada en perjuicio de la empresa distribuidora; sin perjuicio del plazo y condiciones de pago que se puedan otorgar.

Los principales tipos de fraude son: conexiones y alteraciones de las instalaciones previas al medidor, el cambio de polaridad en las entradas del medidor, las alteraciones de las características eléctricas y/o mecánicas del medidor, las perforaciones en la base socket, los puentes en los terminales de la baquelita de la base socket, las conexiones ilegales o directas, la perforación de acometidas, el frenado del disco, la alteración de la secuencia de lecturas, la colocación de cortocircuitadores en los terminales de salida de los transformadores de corriente, etc.

TIPOS DE DESVIACIÓN DE ENERGÍA

Existen tres tipos de desviación de energía. El primer tipo de desviación, involucra derivaciones ilegales de toda o parte de la energía que debe registrar el medidor. El segundo tipo de desviación, involucra alteraciones eléctricas o mecánicas del medidor o de los equipos de medición, con la finalidad de alterar el registro y la facturación de la energía consumida y el tercer tipo de desviación, involucra intervenciones varias.

PRIMER TIPO

PERFORACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE SERVICIO

Uno de los métodos más comunes de desviar la energía del registro del medidor, es utilizar derivaciones ilegales, mediante la instalación de líneas adicionales, perforando para el efecto los conductores de servicio. Este tipo de metodología, se la realiza tanto en los conductores que se encuentran a la intemperie como en aquellos conductores que son transportados por tubería empotrada en pared o en la acera, generalmente la carga que se conecta a la derivación ilegal, es del orden del 25% al 50% del total de consumo esperado.

Existen diversos tipos de derivaciones ilegales, los más comunes son:

DERIVACIONES EVIDENTES.

Son aquellas conexiones fraudulentas, fuera del registro del medidor, efectuadas en los conductores de servicio aéreo, fácilmente observables. Pueden ser del tipo fija o del tipo removible. Obsérvese las siguientes fotografías:



Fig. No. 1.1, derivaciones evidentes en los conductores de servicio, del tipo fija.



Fig. No. 1.2, derivaciones evidentes en los conductores de servicio, del tipo removible.

DERIVACIONES OCULTAS

Son aquellas conexiones fraudulentas, fuera del registro del medidor, efectuadas de manera ingeniosa en los conductores de servicio, sean sistemas aéreos o subterráneos, difícilmente observables, que requieren de ciertos equipos especiales para su detección. Pueden ser del tipo: sin manejo de carga y del tipo con manejo de carga, tal como se muestran en las siguientes fotografías:



Fig. No. 1.3, derivaciones ocultas sin manejo de carga: se puede apreciar que los conductores de derivación ilegal, parten de los conductores de servicio por medio de "perno partido aislado" tipo fijo.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL



Fig. No. 1.4, derivaciones ocultas con manejo de carga: se puede apreciar que los conductores de derivación ilegal, son transportados en forma camuflada por un tramo de tubería plástica que abraza a la tubería de entrada de los conductores de servicio. Los conductores de derivación ilegal, arriban por la parte lateral izquierda del tablero de distribución principal a un disyuntor termo magnético, y cuyas salidas se conectan por medio de terminales tipo talón a las barras de distribución, de tal suerte que si el orden de las fases derivadas, es el mismo que la de los conductores de servicio, los disyuntores principal y de derivación ilegal, podrían estar simultáneamente en la posición de ON.

Generalmente, los clientes que realizan este tipo de desviación de energía, colocan el disyuntor principal en la posición de OFF y el de derivación ilegal, en la posición de ON, en forma alternada.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL

DERIVACIONES EN EL SOCKET DEL MEDIDOR

El registro de energía eléctrica de un medidor, puede ser desviado en la misma base socket. Este tipo de metodología se la realiza bien sea utilizando los mismos conductores de servicio o auxiliándose con conductores ajenos y de menor calibre que los conductores de servicio.

Existen diversos tipos de derivaciones en el socket del medidor, los más comunes son:

DERIVACIONES EVIDENTES

Son aquellas derivaciones, en las cuales para el efecto de alterar el registro de energía del medidor, realizan puentes entre los terminales de entrada (energía) y los terminales de salida (carga) de la base socket. Dependiendo de la cantidad de energía que se desea desviar para su no registro, estos puentes se realizan en uno, varios o todos los terminales de la base socket.

Este tipo de desviación de energía, no requiere de equipos especiales para su detección, pues es fácilmente detectable durante una rápida inspección visual. Sin embargo, en algunas oportunidades, este tipo de revisiones debe realizarse con adecuada precaución, y en algunos casos es necesario remover los elementos que forma parte de la base socket como son: terminales, baquelitas, etc., para asegurar la no-existencia de las mencionadas desviaciones.



Fig. No. 1.5, derivaciones evidentes en el socket del medidor; izquierda: utilizando conductores de servicio, derecha: utilizando conductores ajenos a los de servicio.

DERIVACIONES OCULTAS

Son aquellas derivaciones, en las cuales para el efecto de alterar el registro de energía del medidor, realizan puentes en la parte posterior de la base socket, entre los terminales de entrada (energía) y los terminales de salida (carga). Dependiendo de la cantidad de energía que se desea desviar para su no-registro, estos puentes se realizan en uno, varios o todos los terminales de la base socket.

Este tipo de desviación de energía, puede dificultar su detección, debido a que la(s) derivación(es) se encuentran camufladas. Desde el punto de vista de la distribuidora, esta metodología presenta la desventaja de no ser detectada en los análisis o críticas de consumos, pues no es posible detectar variaciones en los consumos del cliente, debido a que en la mayoría de los casos, este tipo de alteración en la base socket, es usualmente efectuada antes de la energización del servicio.

Por lo que en estos casos, se recomienda que el personal de instalación de medidores, tenga adecuada precaución, previo a la instalación del medidor y normalización del servicio eléctrico, removiendo los elementos de la base socket, como son: terminales, baquelitas, etc., asegurando de esta manera, la no-existencia de las mencionadas derivaciones.



Fig. No. 1.6, derivaciones ocultas en el socket del medidor. Se aprecian las dos baquelitas retiradas de la base socket con los respectivos puentes fraudulentos, que permiten efectuar la desviación de una parte de la energía consumida.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL



Fig. No. 1.7, derivaciones ocultas en el socket del medidor; superior: se comprueba la existencia de voltaje entre uno de los terminales de carga y el neutro del sistema eléctrico, inferior-izquierda: baquelita retirada de la base socket, se comprueba el puente oculto, inferior-derecha: servicio eléctrico normalizado con todas las seguridades para el respectivo seguimiento de control.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL



Fig. No. 1.8, derivaciones ocultas en el socket del medidor; sin manejo de carga, utilizando para el efecto tornillos y conductores en la parte posterior de la base socket, permitiendo efectuar la desviación de una parte de la energía consumida. La detección del fraude en el presente caso, es un tanto compleja, por cuanto no existe voltaje entre los terminales de carga y el neutro del sistema eléctrico, aparentando que la instalación está “limpia” de fraude. Sin embargo, la detección de la derivación ilegal, depende mucho de la acuciosidad y el cuidado que el instalador de medidores realice en la revisión.

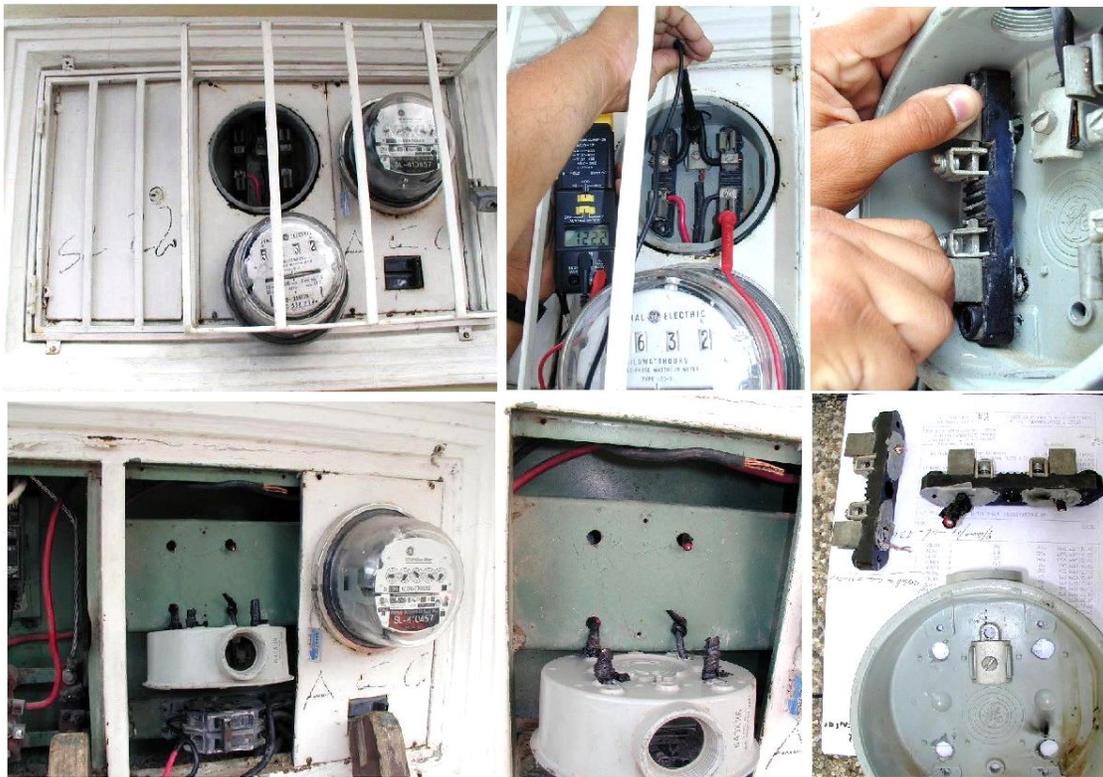


Fig. No. 1.9, derivaciones ocultas en el socket del medidor; con manejo de carga, utilizando para el efecto tornillos, conductores y disyuntor termo magnético en la parte posterior de la base socket, permitiendo efectuar el control de la desviación de la energía eléctrica ilegalmente consumida.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL

SEGUNDO TIPO

ALTERACIÓN DEL MEDIDOR O EQUIPOS DE MEDICIÓN

Uno de los métodos más comunes de desviar la energía, es manipulando el medidor, efectuando para el efecto alteraciones de sus características eléctricas y/o mecánicas, deflagrando de esta manera sus puntos vulnerables. Este tipo de metodología, se la realiza tanto en el medidor como en los equipos asociados a la medición, generalmente la desviación de energía, es del orden del 25% al 75% del total del consumo de energía.

Existen diversos tipos de alteraciones, las más comunes son:

CAMBIO DE LA POLARIDAD EN LAS ENTRADAS DEL MEDIDOR

Este es uno de los métodos más sencillos y más comúnmente utilizado para desviar el registro de energía. Básicamente, el método consiste en virar el medidor. Si el medidor es instalado correctamente, el registro por consumo de energía se incrementará, caso contrario se reducirá, produciéndose lo que se conoce con el nombre de “retroceso del registro”.

Generalmente, el consumidor que se encuentra comprometido en la aplicación de esta metodología de desviación de energía, la realiza cuando es menos probable su detección por parte del equipo de Control de Fraudes, esto es, durante las noches o los fines de semana.



Fig. No. 2.1 Cambio de la polaridad en las entradas del medidor, medidor virado.

La aplicación de la presente metodología de desviación de energía, es fácilmente detectable, debido a que es visualmente obvia, pues el sello de seguridad del fleje o del módulo de medición deberá ser violentado, adicionalmente, los terminales, hojas o bayonetas del medidor, mostrarán rayaduras, ocasionadas por el desgaste producido como consecuencia de la continua fricción de las bayonetas del medidor con los terminales de la base socket.

Otro indicio de desviación de energía, se evidencia cuando el registro de lectura del medidor, como consecuencia de la continua aplicación de la presente metodología, ha retrocedido demasiado, de tal manera que su lectura resultará inferior a la lectura inmediata anterior, lo cual es indicativo de un consumo negativo de energía eléctrica.

FRENADO DEL DISCO DEL MEDIDOR

Otro punto vulnerable en un medidor de energía eléctrica (tipo electro-mecánico), es el disco. El disco o rotor, es la porción móvil del medidor, la misma que se encuentra soportada en el entrehierro, por un sistema de rulimanes que le proporciona una suspensión sin fricción, libre para girar debido a las corrientes voltimétricas y de flujo que interactúan sobre él. El disco está compuesto de un metal liviano, usualmente aluminio, que es un excelente conductor. Uno o dos huecos se agregan como antideslizantes, produciendo resistencia al flujo de las corrientes de eddy, generadas por la bobina voltimétrica.

Hacia arriba del disco, se encuentra el eje o aguja. El eje no solo sostiene el disco entre los rulimanes, sino que utiliza un tornillo sin fin, cortado en la superficie superior de su eje para transferir movimiento mecánico desde el disco al registrador, por intermedio de la rueda helicoidal o engranaje de derivación que lo enlaza.

Si el disco o rotor del medidor puede ser retardado o impedido de girar, el medidor no registrará el total de la energía utilizada por el consumidor. Una manera de afectar la rotación del disco del medidor, es simplemente prevenir periódicamente su movimiento, sin embargo para hacer esto, deben romperse o alterarse los sellos del fleje o módulo de medición y de la cubierta o tapa de vidrio.

La utilización de materiales inapropiados y ajenos al medidor, para afectar la rotación del disco, genera la posibilidad de que se produzcan torceduras, rayones y deterioro del mismo, como un claro indicio de intervención. La presente metodología de desviación de energía, es fácilmente detectable, por lo cual su aplicación ha caído en desuso.

Otro método comúnmente utilizado y cuya detección resulta complicada, es taladrando un diminuto agujero en el fondo de la cubierta o tapa de vidrio del medidor, con la finalidad de insertar un alambre a través del diminuto agujero hasta coincidir e insertarse en uno de los huecos antideslizantes, produciéndose el correspondiente frenado al disco.

La aplicación de la presente metodología de fraude, puede conllevar a que se produzcan rayones en la superficie del disco del medidor, como un claro indicio de intervención, debido a que existe la posibilidad de que por el movimiento del disco, el alambre utilizado para el fraude no pueda ser insertado inmediatamente en uno de los huecos del disco, dependiendo por supuesto de la carga conectada en el momento de ejercer la intervención y de la habilidad que tenga el infractor.



Fig. No. 2.2 frenado forzado del disco o rotor del medidor de energía eléctrica, taladrando un diminuto agujero en el fondo de la cubierta o tapa de vidrio del medidor, y utilizando para el efecto un alambre delgado.

ALTERACIONES ELÉCTRICAS DEL MEDIDOR

Otra de las formas de desviación de energía, es ejerciendo alteraciones de las características eléctricas del medidor, las mismas que utilizan ingenio y conocimientos sobre el funcionamiento y operación del medidor de energía eléctrica.

Los puntos eléctricos vulnerables y comúnmente intervenidos en el medidor de energía eléctrica, son: la bobina de potencial o voltimétrica y las bobinas de corriente.

APERTURA DEL PUENTE DE ENSAYO DE LA BOBINA DE POTENCIAL

Para medir el voltaje o diferencia de potencial en un medidor de energía eléctrica, se utiliza una bobina, la cual está compuesta de muchas vueltas de alambre muy fino. Esta bobina, es inductiva por naturaleza, y esto, junto con su colocación física dentro del medidor, produce un retardo o demora de aproximadamente 90 grados entre el flujo en la bobina voltimétrica y la tensión de línea y el flujo en la bobina de corriente.

La bobina voltimétrica está conectada en paralelo a través de la carga, como estaría un voltímetro para registrar la tensión de servicio. Sin utilizar una aguja indicadora, la bobina voltimétrica registra el voltaje, produciendo un campo magnético proporcional al voltaje aplicado. Esto es, a voltaje más alto, más potente es el campo magnético. Este campo, que es un anillo cerrado, actúa sobre el disco o rotor del medidor, induciendo una fuerza electromotiva, la cual a su vez ocasiona que la corriente fluya en el disco. Debido a que estas corrientes fluyen en un trayecto circular, son denominadas corrientes de Eddy.

Las corrientes Eddy, a pesa de ser invisible a los ojos, se manifiestan como una ligera vibración del disco, cuyos efectos pueden sentirse, tocando al disco ligeramente, mientras la bobina voltimétrica está energizada, y ninguna corriente eléctrica está fluyendo a través del medidor de energía.

Aquí se prescindirá de grandes detalles de explicación relacionado a las fuerzas que actúan para girar el disco, excepto para indicar como las ondas sinusoidales del voltaje en la bobina voltimétrica, suben de cero a un valor máximo positivo, vuelven a cero, después al mismo valor máximo pero negativo, y finalmente, vuelven a cero de nuevo, primero un polo norte y después un polo sur es creado por el flujo de la bobina voltimétrica.

La creación de estos polos, sin embargo es demorada por el retraso de 90 grados o un cuarto de un ciclo, inherentes en la bobina voltimétrica. Como los polos norte y sus similares son creados por el flujo de las bobinas de corriente, los polos de los dos, interactúan sea para atraerse o para repelerse uno a otro, para que el disco del medidor esté siempre girando en la dirección contraria de las manecillas del reloj. Sin el desplazamiento de 90 grados o cuarto de ciclo, la bobina voltimétrica y los flujos de la bobina de corriente, llegarán a los polos norte y sur simultáneamente. Debido a que los polos semejantes se rechazan, el disco inicialmente tratará de ir en sentido contrario a las manecillas del reloj, después en dirección de las manecillas del reloj, y como la corriente y el flujo de la bobina voltimétrica influyen el uno al otro, el resultado neto será el desplazamiento nulo.

Si se observa la parte posterior de un medidor de energía eléctrica, y específicamente en una zona muy cercana al centro, se podrá ver la presencia de una pieza metálica vertical colocada entre dos tornillos. En realidad, esta pieza metálica vertical, denominada puente de ensayo de la bobina de potencial, es un interruptor utilizado por el fabricante o por la empresa eléctrica comercializadora de energía, para efectos de calibración en su respectivo Laboratorio de Medidores.

Conociendo el principio básico de la bobina de potencial, y por lo expuesto anteriormente, dicha bobina debe estar conectada en paralelo con la carga. Por lo tanto, la bobina de potencial se encontrará físicamente entre los terminales, bayonetas o borneras del medidor que indican LINE, pero en serie con la pieza metálica vertical o puente de ensayo de la bobina de potencial, anteriormente indicado. Es decir, que para aquellos medidores cuya configuración o forma es 1S o 1A, la tensión nominal a aplicarse a la bobina de potencial, debe ser 120 voltios, para aquellos medidores cuya configuración o forma es 2S o 2A, la tensión nominal a aplicarse a la bobina de potencial, debe ser 240 voltios, en tanto que para aquellos medidores cuya configuración o forma es 12S o 12A, la tensión nominal a aplicarse a cada par de bobinas, debe ser 120 voltios.

Produciendo alteraciones en la marcha normal de un medidor, se estaría ocasionando que no pueda registrar con exactitud la energía eléctrica utilizada. En este contexto, la intervención ingeniosa más comúnmente utilizada, es ejerciendo la apertura del puente de ensayo de la bobina de potencial.

Las aperturas del puente de ensayo de la bobina de potencial, ocasionan que no se esté aplicando la tensión correspondiente a la bobina voltimétrica, obteniéndose por consiguiente en la mayoría de los casos, que el medidor no opere, y en otras que no opere adecuadamente, produciendo que exista el correspondiente subregistro de la energía utilizada durante el tiempo en que se ejerció la apertura del mismo.

Las aperturas del puente de ensayo de la bobina de potencial, son de dos tipos: las aperturas de tipo manual y las aperturas de tipo automática.

➤ Aperturas de Tipo Manual:

Existen dos posibles formas de apertura manual del circuito eléctrico de la bobina de potencial, una de ellas, y la más elemental por cierto, es colocando la pieza metálica ubicada en la parte posterior del medidor, que originalmente se encontraba en posición vertical, a la posición horizontal.



Fig. No. 2.3 apertura manual de la continuidad del circuito eléctrico de la bobina de potencial, mediante el cambio de posición del puente de ensayo de la bobina voltimétrica.

Otra de las formas de apertura manual del circuito eléctrico de la bobina de potencial, es prever la interconexión de un interruptor (switch), en serie con el circuito de la bobina voltimétrica.

En el caso de la metodología de apertura manual del circuito eléctrico de la bobina de potencial, previendo la interconexión de un interruptor (switch), en serie con el circuito de la bobina voltimétrica, una vez que el medidor es colocado en su base socket, la presente intervención no es evidente, ni obvia, al menos que el medidor sea removido por personal autorizado para su revisión. El consumidor puede detener o iniciar la marcha del medidor a su voluntad, sin tener la necesidad de remover el medidor de su base socket.

Sin embargo y a pesar de lo indicado anteriormente, la aplicación de la presente metodología de fraude puede ser fácilmente detectada por el personal de lectura o de verificación de la empresa eléctrica, pues los mismos, podrán notar que el disco del medidor no gira a pesar de que se aprecian luces encendidas o el funcionamiento de equipos acondicionadores de aire.

Una vez iniciado el proceso de fraude, el infractor deberá ejercerlo con regularidad, pudiendo con ello ser detectado, e inclusive por su continua aplicación, en la mayoría de las veces, ocasionará el deterioro: en el fleje o zuncho, en los sellos de seguridad y en las características mecánicas de los tornillos de sujeción del puente de ensayo de la bobina de potencial.

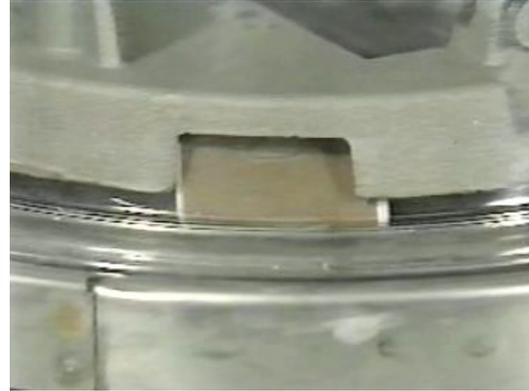


Fig. No. 2.3 apertura manual de la continuidad del circuito eléctrico de la bobina de potencial, mediante la utilización de la interconexión serial de un interruptor (switch), permitiendo de esta manera efectuar el control de la desviación de la energía consumida. Se puede apreciar claramente, que en el presente caso se detectó la presencia del interruptor (switch), instalado en el panel de distribución general.

Generalmente, el consumidor que se encuentra comprometido en la aplicación de esta metodología de desviación de energía, la realiza cuando es menos probable su detección por parte del equipo de Control de Fraudes, esto es, durante las noches o en los fines de semana y feriados.

➤ Aperturas de Tipo Automático:

Las aperturas de tipo automático, de la continuidad del circuito de la bobina de potencial, consisten en prever la interconexión de un fotodiodo o fotocélula en serie con la bobina voltimétrica. Este fotodiodo, durante las horas del día o en presencia de luz, cierra el circuito eléctrico de la bobina de potencial, de tal manera que el disco o rotor del medidor gira normalmente, y durante las horas de la noche o en ausencia de luz, abre el circuito eléctrico de la bobina de potencial, ocasionando que no gire el disco.



Este fotodiodo o fotocélula, en realidad se comporta como un interruptor sensible a la luz, ocasionando así, el cierre o la apertura del circuito eléctrico de la bobina de potencial, dependiendo de la presencia o ausencia de luz, respectivamente. En este contexto, este tipo de intervención es una de las más sofisticadas, y produce alteraciones en la marcha normal de un medidor, generando el correspondiente subregistro de la energía eléctrica utilizada.

ALTERACIONES ELÉCTRICAS EN LA BOBINA DE POTENCIAL O VOLTIMÉTRICA

La intervención ingeniosa y más común, es alterando las conexiones internas del circuito eléctrico de la bobina de potencial, de tal modo que la tensión aplicada a la bobina de potencial, no sea la tensión nominal.

Recordando el principio básico de operación de la bobina de potencial, y por lo expuesto anteriormente, dicha bobina debe estar conectada en paralelo con la carga. Por lo tanto, la bobina de potencial se encontrará físicamente entre los terminales, bayonetas o borneras del medidor que indican LINE, pero en serie con la pieza metálica vertical o puente de ensayo, indicado anteriormente. Es decir, que para aquellos medidores cuya configuración o forma es 1S o 1A, la tensión nominal a aplicarse a la bobina de potencial, debe ser 120 voltios, para aquellos medidores cuya configuración o forma es 2S o 2A, la tensión nominal a aplicarse a la bobina de potencial, debe ser 240 voltios, en tanto que para aquellos medidores cuya configuración o forma es 12S o 12A, la tensión nominal a aplicarse a cada par de bobinas, debe ser 120 voltios.

La aplicación de una tensión inferior a la tensión de operación nominal de la bobina de potencial, generaría por ende la producción de un campo magnético de menor valor al nominal, ocasionándose por consiguiente que el medidor no opere adecuadamente, y que exista un subregistro de la energía eléctrica consumida, en proporción directa a la relación de las tensiones.

En la presente metodología de desviación de energía, uno de los terminales del circuito de la bobina de potencial, permanece originalmente soldado a una de las bayonetas de entrada del medidor, entre tanto que el otro terminal del circuito de la bobina de potencial, se lo interconecta entre el puente de ensayo de la bobina de potencial y el resorte interno que permite la descarga de transientes, y que termina en una de las láminas exteriores del medidor, de tal manera que al circuito eléctrico de la bobina de potencial, solamente se le estaría aplicando la tensión entre fase y neutro.

En el caso de los medidores cuya configuración o forma es 2S o 2A, el fraude se ejerce por alteración de las conexiones internas del circuito eléctrico de la bobina de potencial, de manera que la tensión aplicada a la bobina voltimétrica no sea de 240 voltios, sino de 120 voltios, es decir que la tensión que se estaría aplicando no sería la tensión entre fase y fase, sino entre fase y neutro, produciéndose por consiguiente, que en dichos medidores solo se registre el 50% de la energía consumida.

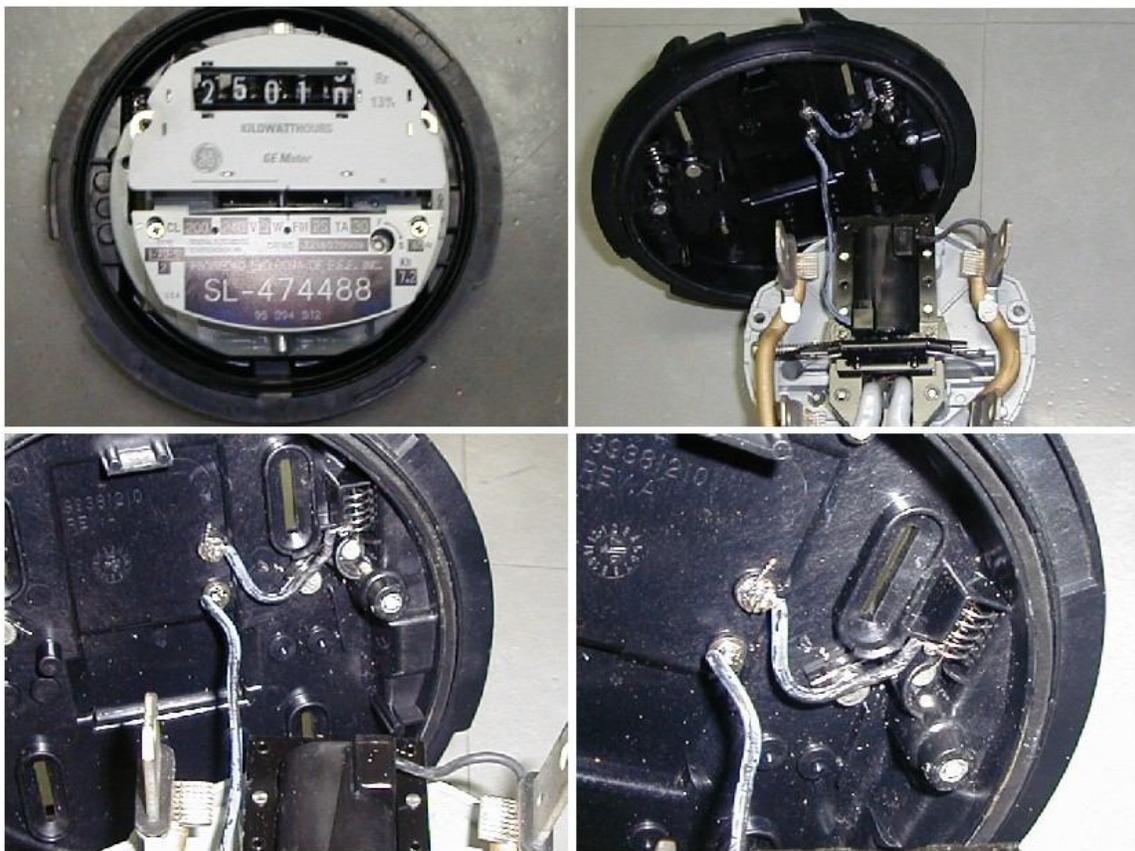


Fig. No. 2.3 alteración eléctrica en el circuito de la bobina de potencial o voltimétrica.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL

La aplicación de la presente metodología de desviación de energía, es fácilmente detectable para aquellos Supervisores que tienen muy en claro la disposición eléctrica del circuito de la bobina de potencial, pues con una sencilla prueba de continuidad, se puede determinar la presencia o no de la bobina de potencial entre los terminales o bayonetas del medidor.

Para la detección del presente fraude, se debe tener mucho cuidado, pues en la actualidad, están conectando resistencias eléctricas en serie con la bobina de potencial, ocasionando que se aplique un voltaje inferior al nominal requerido para producir el flujo magnético necesario para la correcta operación del medidor de energía eléctrica, de tal modo que la prueba de continuidad, no será determinante para el diagnóstico respectivo, sino que adicionalmente, se deberá efectuar, bien sea en el terreno o en el Laboratorio de Medidores, una prueba de exactitud de registro de energía del medidor.

Para aquellos servicios provenientes de un sistema en estrella (Network) y relacionado a los medidores cuya configuración o forma es 12S, la intervención ingeniosa y más común, es retirando la interconexión del quinto terminal de la base socket al neutro o conexión de tierra de dicha base socket, de tal manera que al no existir la interconexión anteriormente mencionada, se produciría que en dichos medidores, solo se esté registrando el 75% de la energía eléctrica consumida.

Asimismo, en aquellos servicios provenientes de un sistema en estrella (Network), y que por un error involuntario en algunos casos, o por la indisponibilidad del medidor adecuado, la empresa eléctrica comercializadora de energía, instala en la respectiva base socket, un medidor cuya configuración o forma es 2S. En estos casos, se estaría produciendo también, que en dichos medidores, solo se esté registrando el 75% de la energía eléctrica consumida.

ALTERACIONES ELÉCTRICAS EN LAS BOBINAS DE CORRIENTE

La bobina de corriente, debe producir un campo de flujo cuya fuerza es directamente proporcional a los amperios producidos por la carga eléctrica que utiliza el cliente. El alambre utilizado para su construcción, es del calibre adecuado, debido a que en los medidores autosuficientes o autocontenidos, esta misma bobina de corriente transportará toda la carga eléctrica del cliente sin producir sobrecalentamiento.

Se debe tener presente que la bobina de corriente se encuentra conectada en serie con la carga eléctrica del cliente, de similar manera como estaría conectado un amperímetro, encargado de registrar las lecturas de corriente eléctrica.

Debido a que muy pocas vueltas de alambre de gran capacidad conforman la bobina de corriente, y muy poca reactancia inductiva está presente, la corriente en la bobina está en fase con la corriente de carga y la tensión de línea.

Las bobinas de corriente se encuentran enrolladas alrededor del núcleo, pero aisladas de la porción baja del armazón laminado, y su campo de flujo también produce corrientes Eddy en el disco o rotor del medidor, diferente a la bobina voltimétrica, sin embargo tampoco pueden ser vistas ni sentidas.

Con la finalidad de inducir una operación inadecuada al medidor, ocasionando por consiguiente que exista un subregistro de la energía eléctrica consumida, se han detectado dos formas de intervención de la(s) bobina(s) de corriente. La primera de ellas, y por cierto la más común, es colocando en paralelo con la(s) bobina(s) de corriente, un pedazo de conductor aislado o desnudo con resistencia eléctrica ligeramente superior o igual a la resistencia eléctrica de la(s) bobina(s) de corriente, con la finalidad de producir un camino adicional para el paso de la corriente generada por la carga eléctrica en funcionamiento, ocasionando de esta manera que la corriente circulante en la(s) bobina(s) de corriente, sea inferior al valor proporcional a la carga eléctrica en operación, produciéndose por consiguiente un campo magnético inferior al que debiera existir.



Fig. No. 2.4 alteración eléctrica en la(s) bobina(s) de corriente, utilizando para el efecto un alambre conductor, conectado en paralelo con la(s) bobina(s) de corriente.

La segunda de las intervenciones detectadas, y la más ingeniosa por cierto, es cambiando el número de vueltas que inicialmente de fábrica traen consigo la(s) bobina(s) de corriente. De esta manera, a un medidor del tipo sockets CI-100, le retiran las bobinas de corriente originales, que están provistas de 2 vueltas, y las cambian por las bobinas de corriente de un medidor del tipo sockets CI-200, ocasionado con esto que el nuevo medidor CI-100, ahora se encuentre ensamblado con bobinas de corriente de un medidor CI-200, que están provistas de 1 vuelta, disminuyendo de esta manera la fuerza magnetomotiva (amperios-vuelta) y por consiguiente el valor del campo magnético asociado, ocasionándose por ende, que se produzca un funcionamiento erróneo por parte del medidor, induciendo que se registre únicamente el 50% de la energía eléctrica consumida, generando la consecuente subfacturación por parte de la comercializadora.

La alteración anteriormente indicada, implica un cambio de las características eléctricas originales de un medidor CI-100, y que para ejercer este tipo de intervención, se estaría destruyendo operacionalmente a dos medidores de energía eléctrica, observación que debe ser tomada en consideración, al efectuar la reliquidación de la energía consumida y no facturada relacionada a la presente infracción.



Fig. No. 2.5 alteración eléctrica en la(s) bobina(s) de corriente; izquierda: medidor de energía eléctrica tipo socket monofásico CI-100, características mecánicas corresponden a sus especificaciones de fábrica; derecha: se aprecia que las bobinas de corriente no corresponden a las especificaciones de fábrica, corresponden a un medidor de energía eléctrica del tipo socket monofásico CI-200, este equipo sólo registrará el 50%.

ALTERACIONES MECÁNICAS DEL MEDIDOR

Otra de las formas de desviación de energía, que utilizan ingenio y conocimientos sobre el funcionamiento y operación del medidor de energía eléctrica, es ejerciendo alteraciones de las características mecánicas del medidor. Básicamente, el punto mecánico vulnerable y comúnmente intervenido en el medidor de energía eléctrica, es el denominado registrador. Sin embargo, también se producen manipulaciones menores, en los tornillos de calibración, en la joya, en el pivote, en el disco y en los engranajes, etc.

CAMBIO DEL REGISTRADOR

El registrador, sea del tipo reloj o ciclo métrico, parecería en primera instancia como el contador de las revoluciones del disco o rotor del medidor, pero en realidad, lo hace en cierto sentido, porque se necesita de un paso adicional, antes de que una vuelta del disco se iguale a algún grado de registro de energía.

Con la finalidad de inducir una operación inadecuada al medidor, ocasionando por consiguiente que exista un subregistro de la energía eléctrica consumida, se han detectado diversas formas de intervención en las características mecánicas del medidor de energía eléctrica. La primera de ellas, y por cierto la más común, es intercambiando el registrador de un medidor CI-200 por el de un medidor CI-100, es decir que a un medidor CI-200, cuya relación de registro es de $13 \frac{8}{9}$ y cuya constante de ensayo es 7.2, se le coloca un registrador de un medidor CI-100, cuya relación de registro es de $27 \frac{7}{9}$ y cuya constante de ensayo es 3.6, ocasionándose que únicamente se registre el 50% de la energía eléctrica consumida.

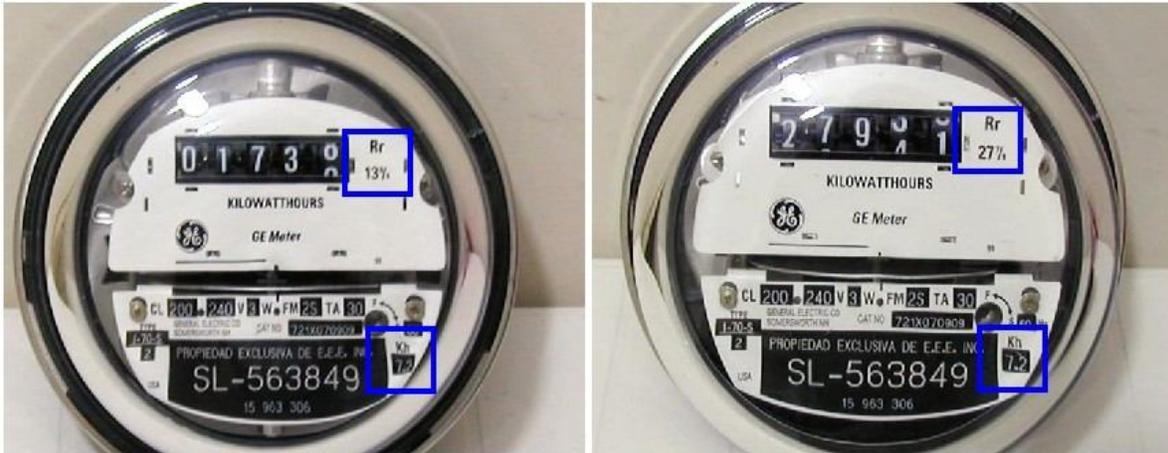


Fig. No. 2.5 alteración mecánica, registrador cambiado; izquierda: medidor de energía eléctrica tipo socket monofásico CI-200, con las características eléctricas y mecánicas correspondientes a sus especificaciones de fábrica; derecha: se aprecia el mismo medidor SL-563849, con la relación de registro (R_r) cambiada de $13 \frac{8}{9}$ a $27 \frac{7}{9}$, ocasionándose que este equipo únicamente registre el 50% de la energía eléctrica consumida.

La aplicación de la presente metodología de fraude, es fácilmente detectable para aquellos Supervisores que tienen muy en claro la relación existente entre la constante de ensayo K_h y la relación de registro R_r (Ver Anexo 1), sin embargo en muchas oportunidades y con la intención de confundir al personal de las áreas de Control de Fraude, se intercambia inclusive la placa de identificación, haciendo parecer que se trata de un medidor CI-100 con $K_h = 3.6$ y cuya relación de registro R_r es $27 \frac{7}{9}$, cuando en realidad se trata de un medidor con características eléctricas de un CI-200 y cuyo registrador corresponde a un medidor CI-100. Las características eléctricas de las bobinas de corriente, son fácilmente apreciables, pues dependen del calibre de las mismas, y del número de vueltas que tengan en el respectivo núcleo.

La alteración anteriormente indicada, implica un cambio de las características eléctricas originales de un medidor CI-100, y que para ejercer este tipo de intervención, se estaría destruyendo operacionalmente a dos medidores de energía eléctrica, observación que debe ser tomada en consideración al efectuar la reliquidación pertinente de la infracción.

La segunda forma de manipulación de las características mecánicas de un medidor de energía eléctrica, la cual requiere de adecuado conocimiento de la operación y funcionalidad de cada una de las partes y componentes mecánicos, y por cierto de mucha habilidad e ingenio, es la de intercambiar el piñón del registrador de un medidor CI-200 por el piñón de un medidor CI-100, con lo cual se estaría produciendo el efecto similar al que produciría con un cambio total de la unidad registradora, pero más discretamente.

Cabe señalar que el intercambio el piñón principal del registrador, y específicamente en una de las dos básicas configuraciones mecánicas, para los medidores de marca General Electric, es prácticamente imposible, por lo cual aquellos que se dedican al fraude y alteración, optan por mantener el tren de engranajes y cambian la placa de identificación.

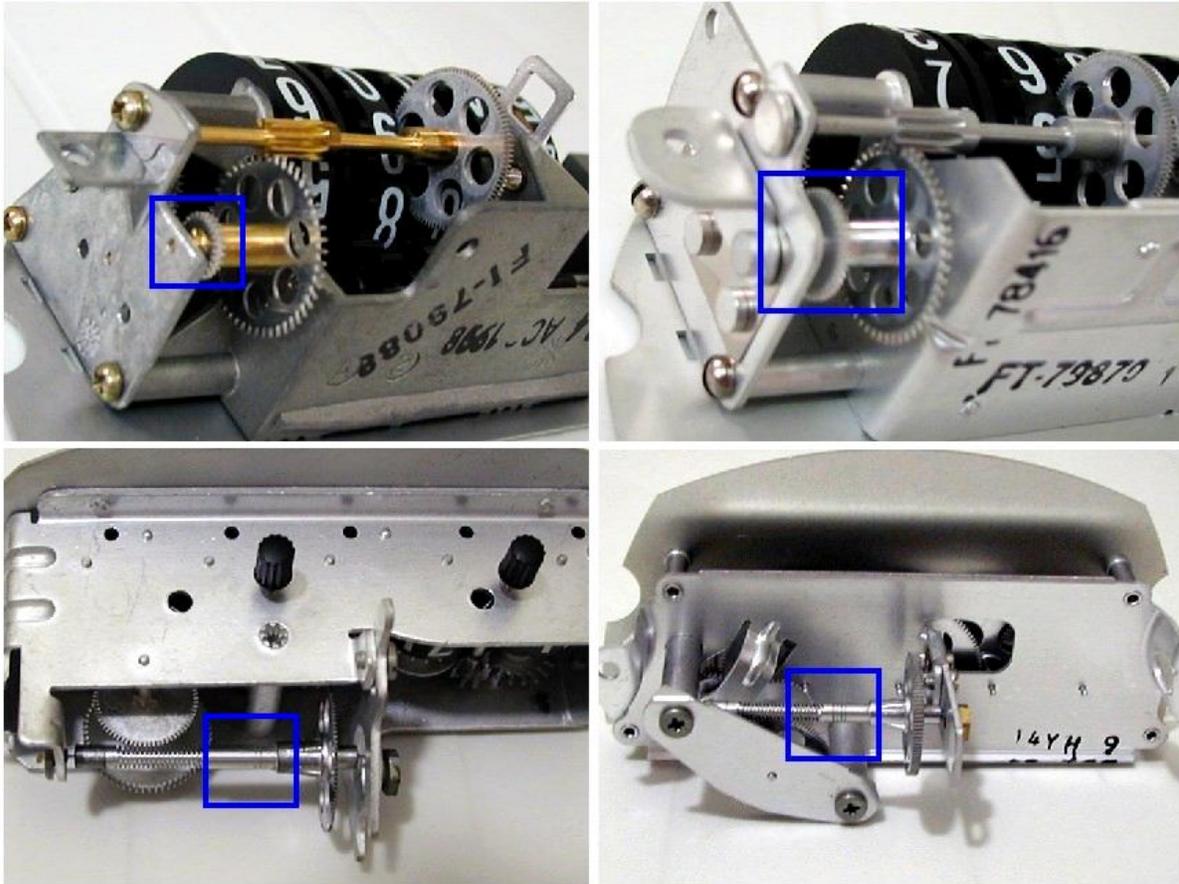


Fig. No. 2.6 tipos de unidades registradoras; superior izquierda: corresponde a un medidor CI-100; superior derecha: corresponde a un medidor CI-200. Se aprecia que el piñón principal, es más pequeño en las unidades registradora correspondientes a un medidor de energía eléctrica CI-100; inferior izquierda: corresponde a un medidor CI-100; inferior derecha: corresponde a un medidor CI-200. Se aprecia que el piñón principal para un medidor CI-100 cuenta con 2 marcas en su eje principal, características típicas para su reconocimiento, así mismo, se aprecia que el piñón principal para un medidor CI-200 cuenta con 4 marcas en su eje principal, características típicas para su reconocimiento.

La placa identificadora del registrador, básicamente especifica la marca del medidor y el valor de la relación de revoluciones (R_r), de tal manera que al registrador de un medidor CI-100 con una relación de registro R_r de $27 \frac{7}{9}$, se le retira la unidad registradora, manteniendo su tren de engranajes, pero la placa de identificación es intercambiada por la placa de identificación de un registrador cuya relación de registro R_r es de $13 \frac{8}{9}$ correspondiente a un medidor CI-200. Con lo cual se tendría una nueva unidad registradora, cuyo tren de engranajes corresponde a $27 \frac{7}{9}$ y cuya placa de identificación indica $13 \frac{8}{9}$. De esta manera, la nueva unidad registradora es montada en un medidor CI-200, con lo cual a simple vista, se podría pensar que las características eléctricas y mecánicas corresponden a las especificaciones de fábrica, cuando en realidad se tendría un medidor con un registro de la energía eléctrica consumida de solo el 50%.

En el caso de unidades registradoras cuya configuración es similar a las mostradas en la parte inferior de la Fig. 2.6, generalmente se retira dicho piñón principal de un registrador cuyo R_r es de $13 \frac{8}{9}$ (4 rayas características) y en su lugar se monta un piñón principal de un registrador cuyo R_r es $27 \frac{7}{9}$ (2 rayas características), pero aquellas personas encargadas de ejercer este tipo de fraude, con la finalidad de burlar la detección por parte del personal de supervisión de la respectiva empresa eléctrica, antes de montar dicho piñón principal, es llevado a un taller mecánico, donde con la ayuda del torno, al piñón principal se le practican dos rayas adicionales, pareciendo a simple vista de que se tratara de un piñón principal correspondiente a un registrador cuyo R_r es de $13 \frac{8}{9}$. Sin embargo, no siempre es factible obtener perfección en este tipo de trabajos de manipulación, pues en la gran mayoría de los casos, se producen errores en el marcaje de rayas adicionales, existiendo inclusive la posibilidad de producir rayas torcidas o con ciertas características que evidencian de que se tratan de alteraciones.

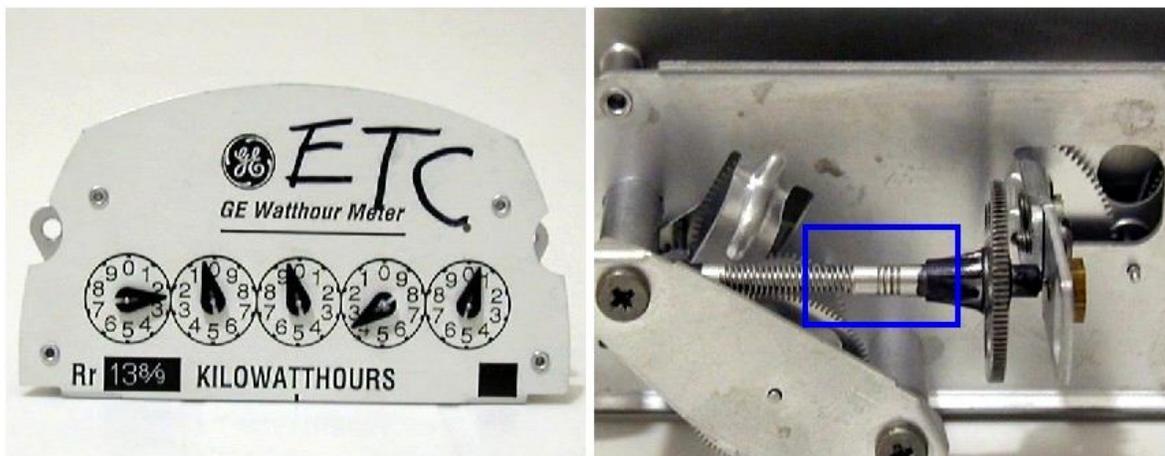


Fig. No. 2.7 piñón principal cambiado; izquierda: placa de identificación, indica que se trata de una unidad registradora con R_r de $13 \frac{8}{9}$; derecha: se aprecia claramente en la parte posterior de la unidad registradora, que el piñón principal no corresponde, a pesar de contar con las 4 rayas características de acuerdo a especificaciones de fábrica, pues tal como se aprecia, se han practicado defectuosamente 2 rayas adicionales.

Otra forma de alteración, con resultados similares al descrito anteriormente, esto es obteniendo un registro del 50% de la energía eléctrica consumida, es retirando la placa identificadora de una unidad registradora cuyo R_r es de $27 \frac{7}{9}$ y cambiarla por una placa identificadora de una unidad registradora cuyo R_r es de $13 \frac{8}{9}$, con lo que se tendría una nueva unidad registradora cuya identificación de registro es de $13 \frac{8}{9}$, pero con un registro de revoluciones real de $27 \frac{7}{9}$.

Adicionalmente y con la finalidad de simular que las características mecánicas de la unidad registradora en estudio, corresponden a las que se especifican en fábrica, las personas encargadas de ejecutar este tipo de alteración, ejercen el marcaje de 2 rayas adicionales en el eje del piñón principal, tal como se indicara con anterioridad, pero con la consecuente posibilidad de su defectuosa ejecución.

La detección de la aplicación de la presente metodología de fraude, depende básicamente de la experiencia y habilidad que tenga el personal de supervisión de las áreas de Control de Fraude, para que con una sola observación, se percaten de la existencia de la intervención o manipulación de las partes y componentes mecánicos de la unidad registradora o registrador.



Fig. No. 2.8 placa de identificación de la unidad registradora del medidor de energía eléctrica, desprendida. La placa indicaba que debería pertenecer a un medidor ABB, con una relación de registro R_r de $13 \frac{8}{9}$, y que por ende correspondía a un medidor CI-200, cuya constante de ensayo K_h era de 7.2. Se comprobó que las características eléctricas, correspondían a un medidor CI-200, pero que en realidad el fabricante era General Electric ($K_h = 7.2$), al cual se le había colocado una unidad registradora con una relación de registro R_r de $27 \frac{7}{9}$, pero con placa de identificación de un medidor ABB. El medidor únicamente registraba el 50% de la energía consumida.

La forma más efectiva de comprobar que las características eléctricas y/o mecánicas corresponden a las especificaciones de fábrica, es mediante la minuciosa observación de las partes y los componentes del medidor, para lo cual se requiere de adecuados conocimientos, habilidad y por sobre todo experiencia, con lo cual adicionalmente a la verificación de la exactitud de registro de un medidor de energía eléctrica, se procede a la verificación o conteo de vueltas de la unidad registradora o registrador, cuyo procedimiento será descrito luego de explicar a continuación, la relación existente entre la constante de ensayo K_h y la relación de registro R_r :

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL

En prueba de amperaje, los medidores monofásicos están diseñados para un recorrido a 16 2/3 RPM, ó 1,000 revoluciones por hora (16 2/3 RPM X 60 MINUTOS = 1,000 RPH). Si 1,000 revoluciones por hora es la velocidad que deseamos lograr en prueba de amperaje y voltaje del medidor, podemos utilizar las matemáticas elementales para encontrar la constante de prueba del medidor, denominada K_h .

En un medidor monofásico trifilar, aplicamos como corriente de prueba [TA], un valor de 30 amperios a 240 voltios. Debido a que la mayoría de los equipos de prueba, utilizan resistencia eléctrica como carga, se genera una corriente con factor de potencia unitario, y simplemente multiplicamos 30 x 240 para obtener 7,200 vatios totales en nuestro circuito de prueba.

Si esta carga se mantiene conectada durante una hora, tendremos entonces un valor de energía consumida igual a 7,200 vatios-hora, es decir 7.2 kWh, entonces con una simple división se tiene que:

$$K_h = \text{constante del medidor} = 7,200 \text{ vatios-hora} / 1,000 \text{ revoluciones, ó } K_h \text{ de } 7.2.$$

Este valor de 7.2, es reconocido como el K_h del medidor o constante de prueba o de ensayo, siendo el número de vatios-horas por revolución del disco del medidor. Ahora que se tiene el K_h , se tratará de obtener la relación del registrador (R_r), para lo cual se necesita que el registrador represente valores correctos de kilovatios-hora (kWh).

Se conoce que 1,000 revoluciones de giro del disco, representan 7.2 kilovatios-hora en el registrador, matemáticamente se tiene:

$$1,000 \text{ revoluciones de disco} = 7.2 \text{ kilovatios-hora}$$

Ahora se tratará de determinar el número de revoluciones del disco que se necesitan para que se produzca un registro de 10 kilovatios-hora. La mejor manera de atacar este problema es a través de relación y proporción, es decir:

$$7.2 \text{ kWh} / 1,000 \text{ Rev. como } 10 \text{ kWh} / X \text{ Rev.}$$

De la proporción anteriormente indicada, se obtiene la siguiente ecuación:

$$X = 10,000 / 7.2 = 1,388.8889 = 1,388 \text{ } 8/9$$

Esto representa, cuántas veces el disco o rotor del medidor debe girar, para que el dial de la derecha de la unidad registradora gire 360°, obteniéndose con lo cual un registro de energía eléctrica de 10 kilovatios-hora, o R_g .

Ahora que se conocen cuantas vueltas del disco igualan 10 kWh para un medidor cuya constante de ensayo es de 7.2, se requiere determinar lo que se denomina relación del registrador, y que para el efecto se considerará un solo factor, es decir el tornillo sin fin que se une con la rueda del tornillo sin fin, o la primera derivación del engranaje del registrador. Para lo cual, es imprescindible considerar por diseño matemático, que 100 dientes se encuentran presentes en esta primera derivación del engranaje, y lo que esto significa, es que cada giro del disco hace avanzar en un diente la rueda de engranaje.

El número de dientes en este engranaje, se encuentra representado en fórmulas de medición por el símbolo R_s . De esta manera, cien revoluciones del disco igualan una revolución completa de la rueda de tornillo sin fin.

Por lo tanto para determinar la relación del registrador, o R_r , es tan simple como dividir 1,388 8/9 para 100, de manera que se obtiene 13 8/9, que es la relación del registrador, o R_r , del presente medidor en estudio.

De tal manera que la fórmula de la relación del registrador para medidores monofásicos estará dada por:

$$R_r = 10,000 / K_h \times R_s$$

Con lo expuesto anteriormente, y con la finalidad de poder verificar la unidad registradora, se procede a desmontarla, retirando para el efecto los tornillos sujetadores e iniciando el conteo correspondiente, es así que el piñón principal del registrador, deberá girar un número idéntico de vueltas a las que indica la placa de identificación de la unidad registradora, produciendo como consecuencia, que se genere un registro de 10 kWh. En caso de que el registro sea inferior, generalmente del orden del 25%, 30%, 50% ó 75%, se concluye que ha existido alteración de las originales características mecánicas de la unidad registradora, obteniéndose el consiguiente subregistro del consumo de energía eléctrica utilizada.

La tercera forma de manipulación de las características mecánicas de un medidor de energía eléctrica, y que algunos consumidores utilizan con la finalidad de obtener un subregistro de la energía eléctrica consumida, es la de alterar el tren de engranajes en la unidad registradora o registrador, removiendo para el efecto alguno de los dientes de uno o más engranajes.

La cuarta forma de manipulación es la de retroceder el registro de energía, para lo cual la persona involucrada, se encuentra comprometida a ejercerla por lo menos una vez al mes, dependiendo del consumo de energía eléctrica que se pretenda ocultar. La aplicación de la presente metodología de fraude, implica la rotura de los sellos de seguridad del equipo de medición, con la finalidad de poder tener acceso a los mecanismos del medidor.

Existen diversas pistas que ayudan al personal de supervisión encargado de investigar este tipo de ilícitos, y a percatarse de la existencia de alteración en la secuencia de lecturas del medidor de energía eléctrica. Esas pistas o evidencias, entre otras, son:

En aquellos medidores cuya unidad registradora es del tipo manecillas (diales), se debe tener en cuenta la relación entre las posiciones relativas de los punteros. Personal experimentado, se puede fácilmente percatar de que existirá(n) algún(os) puntero(s) con posición(es) errónea(s) en relación a otro(s) puntero(s).

La superficie de la placa de identificación de la unidad registradora del medidor, generalmente es anodizada, la cual con cierta mínima fricción o roce, se daña fácilmente, es así que la presencia de rasguños o manchas cerca de los punteros, es un claro indicativo de manipulación de los mismos, con la finalidad de alterar la secuencia normal de registro de lectura del medidor.

Para aquellos medidores cuyo registrador es del tipo manecillas o del tipo ciclométrico, la persona involucrada en el fraude de retroceder los registros de energía, desmonta la unidad registradora, retirando para el efecto los tornillos sujetadores que están contruidos de una aleación de aluminio y cobre, los mismos que son extremadamente sensibles y que de tanta manipulación, se produce el correspondiente desgaste en los mismos.

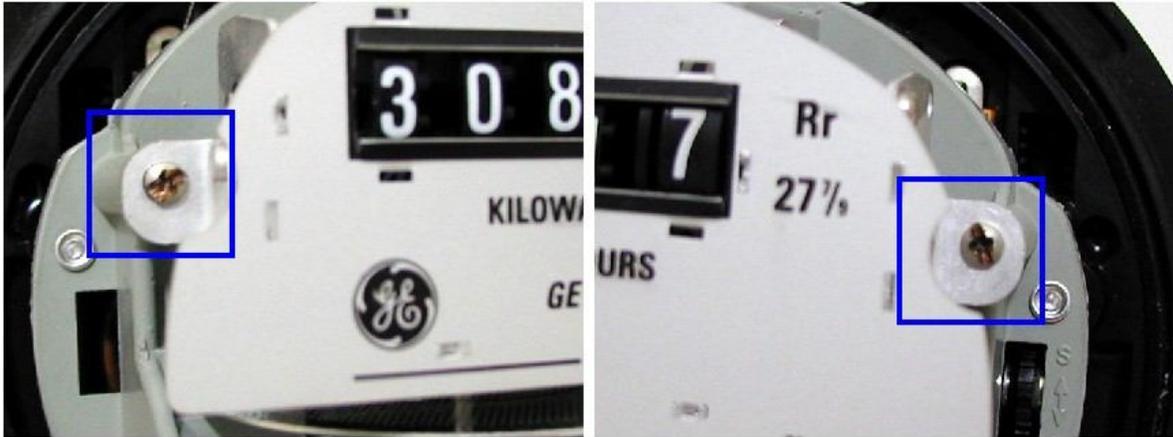


Fig. No. 2.8 se aprecia que las cabezas de los tornillos sujetadores de la unidad registradora, se encuentran desgastadas (melladas) por la continua manipulación para alterar la secuencia normal de registro de lectura del medidor de energía eléctrica.

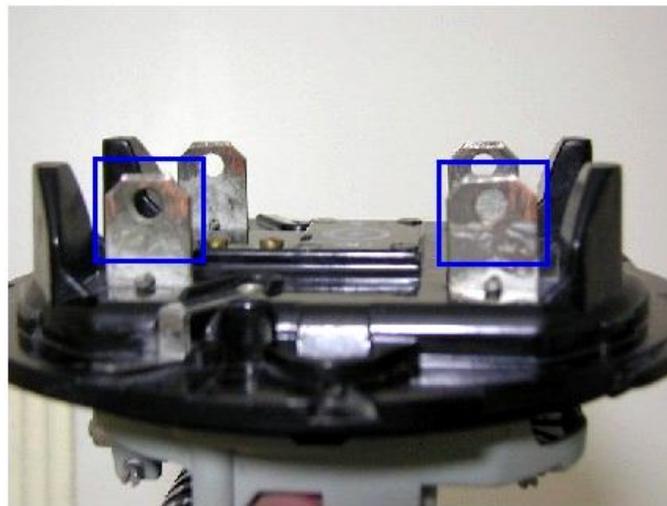


Fig. No. 2.9 aquí se aprecia que los terminales, hojas o bayonetas del medidor, muestran rayaduras ocasionadas por el desgaste producido como consecuencia de la continua fricción con los terminales de la base socket.

TERCER TIPO

INTERVENCIONES VARIAS

Para el caso de las mediciones de tipo indirecta en baja tensión, se utilizan transformadores de corriente de tipo ventana, los mismos que cuentan con un dispositivo tipo pivote con la finalidad de cortocircuitar los terminales del secundario de los TC's, como dispositivo de seguridad. Este pivote, previsto por el fabricante, es una pieza metálica de bronce fornido, cuya posición debe ser vertical, cuando los transformadores de corriente se encuentran en operación, en el caso de encontrarse en posición horizontal, cortocircuitando los terminales secundarios de los TC's, se estarían prácticamente eliminando las señales de corriente que debería recibir el medidor de energía eléctrica.

Es así, que la forma más común de desviación de energía, para el presente caso, es interviniendo las señales de corriente con la utilización del pivote de fábrica, o con la utilización de un alambre externo, cortocircuitando de esta manera los terminales secundarios de los transformadores de corriente.

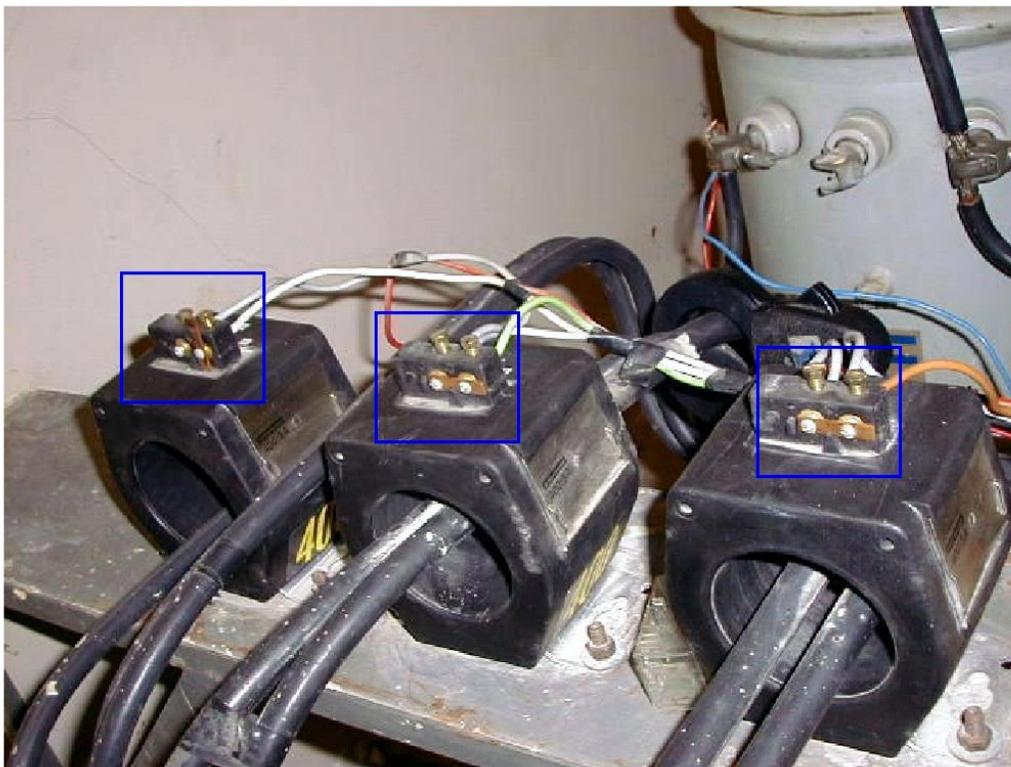


Fig. No. 3.1 se aprecia intervenciones de las señales de corriente, utilizando para el efecto, el pivote de fábrica cortocircuitador de los terminales secundarios de los TC's. TC de la izquierda (línea de fuerza): posición correcta del pivote de fábrica; TC's del centro y derecha: posición operacional incorrecta del pivote de fábrica.

Similares resultados a la aplicación de la intervención anteriormente mencionada, se obtendrían, manipulando en forma fraudulenta, las conexiones relacionadas a las señales de corriente en el switch de prueba, es decir ejerciendo los respectivos cortocircuitos.

Una segunda forma de desviación de energía, es manipulando las señales de potencial, intercambiando sus posiciones originales, para producir el consiguiente giro inverso del disco o rotor del medidor. Si se tiene instalado un medidor electromecánico, esto podría ser fácilmente detectado por el personal de lectura o verificación, al observarse el giro inverso del disco, es por eso que se debe tener presente, de que el personal de lectura y verificación, pueden ser utilizados como la línea primaria de defensa, en la identificación de sospechas de fraude o intervención. En el caso de aplicar la presente metodología de fraude a un medidor electrónico, éste generará un código de error en su pantalla de información.

Similares resultados a la aplicación de la intervención anteriormente mencionada, se obtendrían, manipulando en forma fraudulenta, las conexiones relacionadas a las señales de potencial en el switch de prueba, es decir ejerciendo las respectivas aperturas o intercambio de las mismas.

Una tercera forma de desviación de energía, es mediante derivaciones ilegales de los conductores de señales, aplicable para el caso de las mediciones del tipo indirecta, en baja, media y alta tensión. La presente metodología de fraude, involucra el pleno conocimiento e identificación de los conductores de señal, con la finalidad de efectuar derivaciones ilegales (bypass) hasta un interruptor (switch) o un contactor con el respectivo temporizador, con la finalidad de controlar manual o automáticamente, según el caso, las intervenciones de las señales de corriente y de voltaje, es decir el cierre o apertura del nuevo camino eléctrico que se ha previsto para dichas señales, ocasionando el consiguiente subregistro de la energía consumida.

Una cuarta forma de desviación de energía, es mediante la alteración de las originales características mecánicas (altura), de los dispositivos que accionan los cortocircuitadores en las bases sockets que son destinadas para mediciones indirectas, es decir para las bases sockets: 1F-CI-10 (5 o 6T) y 3F-CI-20 (13T). Con la aplicación de la presente metodología de fraude, se obtendrían resultados similares a: cortocircuitar los terminales de los transformadores de corriente, o efectuar derivaciones ilegales de los conductores de señal, pero de una forma más sofisticada, pues la persona que se encarga de ejercer el presente trabajo ilícito, deberá desarmar por completo la base sockets (araña), y con la ayuda de un tornero experto, rebajará muy delicadamente la altura de uno o dos de los pines accionadores de los dispositivos cortocircuitadores de las señales de corriente en la base socket.

Una quinta forma de desviación de energía, es previendo una alimentación ilegal y fuera del registro del medidor. Para el caso de mediciones indirectas en baja tensión, la persona encargada de ejercer el trabajo de fraude, se encarga de instalar fuera de la ventana de los TC's, conductores adicionales de alimentación, generalmente del tipo removible, utilizando para el efecto los denominados chicotes, que se instalan directamente desde los bushings del banco de transformadores.

Similares resultados a la aplicación de la intervención anteriormente mencionada, se obtendrían con la metodología de previsión de derivaciones ilegales (bypass).

Las herramientas y habilidades utilizadas para combatir la desviación de energía, pueden ser divididas en tres categorías, aquellas que permiten impedir, detectar y demostrar la desviación de la energía.



Productos Probadores Portátiles de Medidores de Energía Wathhorímetros

MT-1/NT3

MT-1/NT3 es un probador, verificador portátil trifásico de medidores de energía Wathhorímetros con capacidad de probar medidores comerciales e industriales de formas **12S, 14S, 15S y 16S**, además de las formas monofásicas **1S y 2S**, clase 100, 200 y 320A.



MT-1/NT4

MT-1/NT4 es un probador, verificador portátil monofásico de medidores de energía Wathhorímetros con capacidad de probar todos los medidores residenciales de formas **1S, 2S, 3S, 4S**, y los comerciales de forma **12S**, clase 10, 20, 100, 200 y 320A.





Acerca del Autor:

Alberto Tama Franco, recibió el grado de Ingeniero en Electricidad, con especialización en Potencia, en 1986, así como su Maestría en Administración de Empresas, en 1988, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, donde es catedrático de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC). En Abril del 2004, en reconocimiento a su brillante trayectoria académica y profesional, el CIHCE de Perú, le otorgó el Premio Iberoamericano en Honor a la Excelencia Educativa, confiriéndole además los títulos honoríficos de Doctor Honoris Causa en Educación y Magíster en Gestión Educativa. Asimismo, en Junio del 2010, recibió su grado de Master in Business Administration de la Université du Québec à Montréal (UQAM – ESPOL.) Es autor de una serie de publicaciones y trabajos técnicos. Forma parte del grupo de profesionales que escriben en “El Especialista” del semanario “La Revista” del diario “El Universo”. Es miembro activo de “Institute of Electrical and Electronic Engineers” (IEEE) y de “International Utilities Revenue Protection Association” (IURPA) de los Estados Unidos de América. Actualmente se dedica a la investigación de técnicas numéricas de uso en electromagnetismo y las redes de comunicación por computadora.

Ing. Alberto Tama Franco
FIEC-ESPOL