

## Capítulo 4. Pruebas al equipo de medición.

### Introducción.

En este capítulo se mostrarán las distintas evaluaciones a los medidores autocontenidos y al equipo de medición considerando las pruebas realizadas en campo a los transformadores de instrumentos (transformador de corriente y de potencial), se presentarán algunas recomendaciones importantes sobre la información que se debe de considerar durante la verificación de un equipo de medición, finalmente se analiza todo el proceso de verificación manejado por la CFE.

Considerando los diferentes tipos de prueba que pueden efectuarse, el equipo necesario y reglamentario<sup>38</sup> para realizar las pruebas de campo por parte del personal operativo esta conformado principalmete por:

- Probador de campo para transformadores de potencial.
- Probador de campo para transformadores de corriente.
- Fasometro digital o analógico.
- Voltaperimetro de gancho.
- Cables de prueba e interruptor para potenciales.
- Cronómetro
- Pértiga para voltaperimetro de gancho.
- Wattometro polifásico.
- Factorímetro polifásico.

### 4.1. Verificación de servicio con medidor autocontenido.

Al momento de realizar una verificación a un medidor autocontenido. El medidor no necesita de señales de voltaje y corriente de equipo secundario, esta conectado directamente de la acometida del servicio; se inicia con revisar las condiciones físicas del medidor, dentro de esta inspección se pueden considerar los siguientes puntos:

- Revisar el entorno de la acometida.
  - Se exige por seguridad del usuario y para fines de mantenimiento por parte de la empresa que cumpla con las normas de instalación.
- Revisar condiciones del medidor.
  - Sellos de seguridad correctos.
  - Cápelos en buen estado.
  - Manecillas no descalibradas.
  - Prueba del imán para verificar que las bobinas de potencial del medidor se encuentran funcionando.

---

<sup>38</sup> Conforme a la Norma Técnica de Competencia laboral "Integración de los equipos de medición en campo" (UCFE1613.01).

- Revisar las condiciones físicas de la base socket, en este punto se desinstala el medidor del servicio con previo aviso al usuario, esto con la finalidad de cerciorarse que no exista alguna modificación en la base socket que impida el correcto funcionamiento de la medición.

Al momento de completar la revisión de las condiciones físicas del medidor y la instalación eléctrica adicional, se procede a efectuar pruebas de carga instantánea, determinación del factor de potencia, corrientes y voltajes, calculando la eficiencia del medidor y secuencia de fases. De esta manera se captura esta información para ser cotejada con historiales de consumo almacenados en el sistema comercial SICOM<sup>39</sup> de CFE.

#### **4.2. Verificación de equipos de medición (TC y TP).**

En los servicios en los que se encuentren TC, se comprueba la relación de transformación de los TC midiendo en la acometida del servicio. Se coloca el voltamperímetro de gancho en la pértiga aislada correspondiente. En el voltamperímetro, se selecciona un rango adecuado de corriente.

Simultáneamente se miden las corrientes primarias y secundarias tratando de que exista correspondencia entre ellas debiéndose medir la corriente primaria de la fase B para observar el posible desbalance.

Para cada una de las fases, se efectúa la división de los valores primarios entre los valores secundarios.

Los valores obtenidos, son los correspondientes a la relación de transformación de corriente (RTC) de los TC y deben ser aproximadamente iguales. Si existen fluctuaciones importantes en el valor de corriente se repite la prueba. Si continúa la discrepancia entonces las relaciones de transformación de corrientes serán diferentes, por lo que la medición estará integrando parcialmente consumos y demandas; debiéndose identificar cuales son las fases que están incorrectas.

En el caso de encontrar un TC con la RTC incorrecta se efectúa una prueba de daños. Para ejecutar esta prueba se utiliza el probador de daños en transformadores de corriente cuya función es adicionar un burden extra al transformador de corriente y observar el comportamiento del transformador bajo prueba.

Se auxilia de un cable de conexión el cual contiene una clavija de conexión misma que se inserta en la navaja de retorno de corriente de la tablilla de pruebas efectuándose una conexión en serie con el secundario del transformador de corriente, visualizándose en un amperímetro la corriente que en ese momento circula por el transformador de corriente.

Los rangos de corriente son 1.25, 2.5, 5, 10 Amperes, y los de burden 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 ohms; los cuales son seleccionables mediante una perilla giratoria.

Para realizar las pruebas a los TP's se efectúan de manera similar a la de los servicios con TC's.

#### **PROBADORES DE TP'S Y TC'S**

El probador de TC's está diseñado para efectuar pruebas a transformadores de corriente, para la detección de secundario o primario en corto circuito y alambrado externo, en corto, con alta resistencia o aterrizado.

---

<sup>39</sup> Sistema de información utilizado por CFE para la elaboración de la facturación de todos los usuarios contratados en todas las tarifas.

El probador de tierras y daños en TP's tiene como funciones principales: comprobar las condiciones de la conexión a tierra en servicios secundarios y las condiciones de los transformadores de potencial (devanado en corto circuito o aterrizado) y puede utilizarse como voltmetro entre 0 y 260V.

### 4.3. Prueba del Cronometro.

Esta prueba se realiza en todos los tipos de medidores, los autocontenidos (todos aquellos que no necesitan equipo adicional como transformadores de instrumento) y con equipos de medición.

Consiste en medir el tiempo en que tarda el disco de cada medidor en dar un número determinado de revoluciones (1, 3 o 5) dependiendo de la velocidad con que se este desplazando el disco.

Con todas las navajas de la tablilla cerradas, inicia el conteo de revoluciones del disco del medidor de Kwh-Kw y en ese mismo instante se oprime el botón de arranque del cronometro.

Al finalizar el conteo se oprime el botón de paro del cronómetro y se anota el número de revoluciones (REV) que contó y el tiempo en segundos que tarda en efectuar esas revoluciones.

Por ejemplo de un sistema 3 fases - 3 hilos - Delta, se obtienen los KVA reales mediante la siguiente formula:

$$KVA_{reales} = 1.732(V_{promedio})(I_{promedio})/1000.....(11)$$

$$KW = 3.6(Kh_{med})(REV)(RTC)(RTP) / t_{seg}.....(12)$$

De esta manera se obtienen los KW que registra el medidor

$$\%EFICIENCIA = 100(KW) / (KAV_{reales}).....(13)$$

Dentro de mi experiencia laboral, esta prueba es de gran ayuda, pues es muy práctica y rápida para identificar el desempeño o eficiencia en porcentaje del medidor. Básicamente consiste en medir el tiempo de giro del disco del medidor (en segundos), se cuentan varias revoluciones y se toma el tiempo total de manera simultanea, estos dos valores (numero de revoluciones y tiempo) son aplicados en la ecuación 12, la cual nos arroja una potencia activa que el medidor esta viendo en ese momento, esta potencia instantanea se compara con una medición directa del voltaje y corriente en la acometida del servicio, por medio de la ecuación 11 se obtiene la potencia aparente del servicio.

Al comparar las dos potencias (ecuación 13), la activa (que ve el medidor) contra la medida en la acometida (antes del medidor) se obtiene un valor indicador sobre el desempeño del medidor en ese intervalo de tiempo, si el valor obtenido supera el 85% de registración el medidor esta integrando correctamente los consumos de energía. En el caso contrario se tienen que realizar diferentes pruebas para analizar mas a fondo y detectar la falla en el equipo. Esta prueba permite saber si el medidor esta alterado o tiene fallas en su mecanismo, ya que la velocidad de giro del disco es directamente proporcional a la magnitud de consumo de energia, es decir a mayor consumo mayor giro y al disminuir la carga la velocidad decrece.

El medidor digital, tiene la modalidad de simular el giro del disco en la pantalla (display), por lo que esta prueba es útil incluso para este tipo de medidores, la prueba tambien incluye los datos de relación de transformación de los TC y TP de los equipos de medición, es importante señalar que esta prueba solo sirve como referencia rápida sobre el estado de funcionamiento del medidor, se tienen que realizar pruebas adicionales para calificar la medición del servicio.

Para poder realizar estas pruebas se tiene que entender el Triángulo de potencias. Se toma una corriente  $I_p$  que produce una POTENCIA ACTIVA, puesto que va en el mismo sentido que el voltaje, y su valor esta dado por la ecuación 14:

$$P = V \cdot I_p \text{ [KW]} \dots\dots\dots(14)$$

La corriente  $I_q$  que produce una POTENCIA REACTIVA y cuyo valor es :

$$Q = V \cdot I_q \text{ [KVAR]} \dots\dots\dots(15)$$

Por último la corriente resultante  $I$  que produce una POTENCIA APARENTE, dada por:

$$S = V \cdot I \text{ [KVA]} \dots\dots\dots(16)$$

La POTENCIA APARENTE es la SUMA VECTORIAL (ver figura 44) de la potencia reactiva y de la potencia activa.

Por lo cual:

$$S = (P^2 + Q^2)^{1/2} \dots\dots\dots(17)$$

**Factor de Potencia.**

En los circuitos de corriente alterna no toda la potencia es aprovechable, sino solo la potencia activa. Con el fin de tener un parámetro cuantitativo que indique el grado de aprovechamiento de potencia de un circuito o carga determinados, se ha ideado un factor llamado FACTOR DE POTENCIA, que se define por un número que indica el grado de aprovechamiento de la potencia y esta dado por la relación:

$$FP = (\text{Potencia Activa})/(\text{Potencia Aparente}) = \cos(\theta) = P/S \dots\dots\dots(18)$$

Lo que también es igual a  $\cos(\theta)$ , en función de las relaciones trigonometricas. Es decir, el POTENCIA ACTIVA y la POTENCIA APARENTE, también se calcula como el coseno del ángulo entre el VOLTAJE y la CORRIENTE.

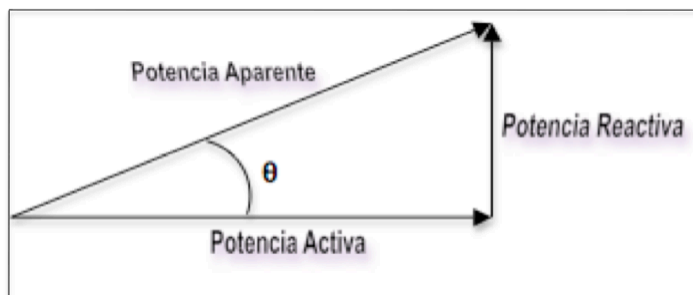


Fig. 44. Triángulo de Potencias.

**4.4. Prueba de fasometro.**

Para realizar esta prueba es necesario la utilización de un fasometro, el cual es un aparato que indica la relación angular entre voltaje y corriente, voltaje o corriente, corriente y corrientes. Con estos parámetros angulares podemos dibujar el diagrama fasorial del circuito eléctrico que estamos analizando, además determinar el ángulo de fase que nos proporcionará el factor de potencia.

Indicándose el valor del ángulo medido en una escala graduada de 0 a 360 grados o en una pantalla según sea el tipo. Contiene un circuito de voltaje y uno de corriente los cuales tienen sus terminales en unos bornes en donde se indican los rangos de operación para lo que fueron diseñados y además la polaridad de cada uno de ellos.

Como accesorios se utilizan dos cables de prueba, uno de ellos cuenta con dos pellizquetas en uno de sus extremos y es utilizado para la alimentación de la señal de potencial al fasometro; y el otro contiene una clavija de prueba con dos láminas de cobre separado por un medio aislante y de cada lámina se unen dos cables de prueba para mandar señal de corriente al fasometro.

Antes de iniciar cualquier conexión hay que extremar precauciones para elegir los rangos adecuados de voltajes y corrientes así como los de las polaridades de cada señal.

Esta prueba es muy útil para detectar conexiones incorrectas del secundario de los transformadores para instrumentos a la tablilla de pruebas y dependiendo del sistema eléctrico que se este midiendo será el tipo de prueba a realizar.

#### **4.5. Recomendaciones a considerar durante la realización de las pruebas.**

Este tipo de pruebas se efectúan a servicios en los cuales se ha observado algún comportamiento anormal o que exista alguna probabilidad de algún daño o bien un ilícito en el servicio lo cual no significa que éste sea necesariamente en el equipo de medición o acometida.

Por lo tanto el objetivo de este tipo de pruebas es el encontrar la anomalía que provoca el comportamiento anormal del servicio o bien sí es que no existe anomalía alguna, dar una explicación completa de las condiciones que predominan en el servicio y que provocan el comportamiento anormal.

En virtud de la causa y el objetivo que se persigue con este tipo de pruebas, se sugiere se tomen siempre las precauciones necesarias para que cuando se detecte la anomalía no se haya manipulado completamente el equipo de medición, es decir, no se haya limpiado, retirado sellos y destapado; pues si esto ocurriera el usuario fácilmente podría argumentar que dicha anomalía no existía, que fue inducida por nosotros y que se le quiere sorprender.

Es por lo que se recomienda como secuencia de prueba la siguiente:

1. Revisar el contorno del predio a fin de asegurar que sólo alimenta al usuario la acometida y equipo de medición que se facturan y que se van a revisar.
2. Revisar el trayecto completo de la acometida en media y baja tensión hasta el equipo de medición.
3. Toma de corrientes y voltajes el media tensión si ahí se efectúa la medición, o directamente en las boquillas del transformador si la medición se efectúa en baja tensión y calcular la potencia aparente real del servicio (KVA reales).
4. Prueba de cronometro a los medidores (KWH-KW y KVARH), cálculo de la potencia aparente medida (KVA por cronometro) y comparación contra la potencia aparente real determinada el punto anterior.
5. El resultado de la comparación anterior debe ser satisfactorio (resultados muy similares) si no lo fuera debe procederse con el punto 8.
6. En caso de que los resultados del punto anterior fueran los esperados debe procederse con la revisión de los sellos, sí es que se detectara algún problema con estos debe procederse el punto 8.
7. Revisión del alambrado, debe revisarse que sea correcto y que las conexiones sean firmes, si se detectara algún problema con este debe procederse con el punto siguiente.

8. Debe llamarse al usuario o a quien el designe siempre que sea una persona mayor de edad y que tenga representatividad para que presencie la prueba porque seguramente existe algo anormal.
9. Si no se detectara algún problema, debe procederse ya con la prueba tal como esta establecido limpiando el equipo y retirando los sellos que sean necesarios.

#### **4.6. Información recabada para la detección de anomalías en la verificación del equipo de medición.**

Dado que parte de las pruebas, es la verificación de que los datos de facturación existentes en el SICOM (Sistema Comercial) son correctos, los formatos de prueba serán llenados en la oficina con los datos consignados en el SICOM a través de una utilería similar a la de consulta que es muy utilizada, los datos que serán obtenidos son: nombre, dirección, zona, agencia, cuenta, RPU (Registro Permanente de Usuario), tarifa, método de medición de F.P., cargo del 2% MBT (Medición en Baja Tensión), historial del servicio en las ultimas 3 facturaciones, números de medidor, códigos de medidor, código de lote, números de carátulas de los medidores, multiplicador, clave de proceso de medición de cada medidor y ultimas lecturas facturadas.

**MOTIVO DE LA PRUEBA.** En este dato debe indicarse el motivo que da origen a la prueba, que puede ser nuevo servicio, modificación, programa, otros.

**NOMBRE.** Esta información es obtenida en oficina con el nombre del usuario, y debe verificarse que sea el correcto físicamente.

**DIRECCIÓN.** Esta se consulta en oficina con la dirección de la ubicación del servicio, debe verificarse que sea correcta.

**RPU.** Este dato es obtenido en la oficina y el objetivo de este es facilitar la consulta el servicio en SICOM aun cuando se halla dado un refoleo o haya sido dado de baja.

**TARÍFA.** Este se consulta en la oficina indicando la tarifa en la cual se factura el servicio y debe verificarse que corresponda según el uso que se de a la energía eléctrica.

**USO DE LA ENERGÍA.** Se recaba en campo indicando el uso real de la energía eléctrica y básicamente es para ratificar la aplicación de la tarifa facturada.

**CARGA CONTRATADA.** Se obtiene en oficina el valor de la carga contratada y el objetivo de esto es que se compruebe durante la prueba que no sea rebasado por la demanda máxima.

**TRANSFORMACIÓN.** Esta información se obtiene en campo marcado primeramente si la transformación (subestación) es particular o de CFE e indicando la capacidad total de la subestación del usuario separando por tipo de transformador de 1 o 3 fases, así como también el número de cada uno de estos tipos. El objetivo de esto es básicamente también saber si existen cargas monofásicas que pudieran afectar una medición delta en media tensión y el desbalance que pueden causar a los circuitos de distribución.

**KVAR CAPACITIVOS.** En la visita a campo se observa la capacidad total de los capacitores instalados en la subestación del usuario separando por tipo de capacitor de 1 o 3 fases. El objetivo de esto es básicamente también saber si existen cargas monofásicas que puedan afectar una medición delta en media tensión y el desbalance que pueden causar a los circuitos de distribución.

**TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN.** Se indica la tensión de suministro y la tensión secundaria del servicio este es un dato valioso en oficina en caso de planear alguna modificación futura al equipo de medición.

**TENSIÓN DE MEDICIÓN.** Se obtiene en campo indicando si la medición se efectúa en el lado de alta tensión o en el lado de baja tensión, el objetivo de esto es ratificar el cobro del 2% por medición en baja tensión (MBT).

**COBRA 2% MBT.** En la oficina se indicará si debe o no cobrarse el 2% MBT de acuerdo a la tensión de suministro y a la tensión de medición, debe verificarse que sea correcto.

**MÉTODO DE MEDICIÓN DE F.P.** Se obtiene en la oficina indicándose el método de medición de F.P. instalado en el servicio que debe ratificarse en campo que esté correcto.

**HISTORIAL DEL CONSUMO DEL SERVICIO.** Esta información se consulta en la oficina indicando el historial de las últimas 5 facturaciones con objeto de comprobar e indicar la causa en campo de cualquier comportamiento anormal del consumo (KWh), demanda (KW), factor de potencia y factor de carga.

**MEDIDORES .** Esta información está formada por dos partes:

- a) Datos comerciales de los equipos de medición.- Algunos de estos datos se obtienen en la oficina para su ratificación en campo; los datos referidos son: número de medidor, códigos de medidor, códigos de lote, números de carátulas de los medidores. Estos datos deben verificarse que correspondan exactamente con los indicados físicamente en el equipo de medición, si no fueran correctos esto representa un problema para identificar a los medidores en oficina y campo.
- b) Datos técnicos de los equipos de medición, de esta parte deben llenarse en campo los correspondientes a la Rh, Kh, Resets y Lecturas. Finalmente en esa parte deben indicarse los valores correspondientes a los horarios y lecturas encontradas en los medidores, deben asegurarse que la suma de las lecturas en pico y fuera de pico sea igual a la total.

**MULTIPLICADOR.** Este dato es de los más importantes y debe compararse contra el obtenido durante la prueba del equipo si fuera diferente significaría que existe un grave error en la facturación del servicio.

Como experiencia personal considero que parte complementaria de una revisión técnica al equipo de medición es la información brindada por el sistema de base de datos de los servicios contratados de CFE; el sistema SICOM, este sistema maneja las facturaciones de todos usuarios en todas las tarifas. Antes de realizar la visita de campo es necesario estudiar el caso de cada servicio analizando sus consumos mediante el historial de facturaciones para observar algún cambio.

En muchas ocasiones el objetivo de acudir a campo a verificar un equipo de medición, será el confirmar los datos registrados en sistema, como lo son el número de medidor, los números de sellos encontrados, carga contratada, el factor multiplicador, tarifa y claro los datos más básicos como el nombre y número de usuario, dirección, entre otros. De esta manera estaremos realizando una verificación completa del servicio utilizando herramientas administrativas, por lo cual es prioridad el dominar los sistemas informáticos del departamento de medición y no sólo manejar aspectos técnicos de campo, ambos son complemento de un buen desempeño como ingeniero de medición.

#### **4.7. Pruebas realizadas durante la verificación del equipo de medición en campo.**

**PRUEBA DE SECUENCIA.** Al realizar esta prueba se debe indicar si la secuencia es positiva (A, B, C) o en caso contrario marcar si la secuencia es negativa (C, B, A).

**PRUEBA A LA BASE SIN MEDIDOR.** Se deben indicar los resultados de las pruebas a la base del medidor de consumo (KWh). Las pruebas deben efectuarse con el previo retiro del

medidor verificando con voltampermetro la presencia de potencial primeramente de la terminal de neutro de la base (no tierra) a cada una de las terminales de fase lado carga el objetivo de esta prueba es verificar que el puente de la conexión de tierra a neutro sea correcta y a la vez determina si existe algún puente entre las terminales de la base que afecta la registración de la energía.

Dentro de mi desarrollo como supervisor de medición encontré que esta prueba por simple que parezca se puede detectar la presencia de una acometida adicional clandestina a la conectada por CFE o que tenga una conexión directa en otro punto del predio. La prueba es simplemente medir la presencia de potencial "Fase-Neutro" en las terminales de la base (sin medidor y de lado carga) el propósito es revisar la conexión de la acometida en las terminales de la base del medidor.

Como experiencia es recomendable que sí en esta prueba se detecta potencial en alguna de las terminales (lado carga), se debe verificar si las conexiones de lado alimentación están en orden, antes de intentar buscar alguna acometida ilícita. Ya que puede ser simplemente una conexión errónea en la base.

**PRUEBAS A TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.** Esta prueba tiene por objeto el verificar la relación de transformación y algún posible daño para asegurar que el total de la corriente que sale del transformador, sea registrada por el equipo de medición. Esta prueba debe hacerse midiendo la corriente directamente en la acometida de media tensión (en las 3 fases) si ahí se efectúa la medición o en las boquillas del transformador (inclusive neutro) si la medición se efectúa en baja tensión, y por otra parte en el block de pruebas del equipo de medición, tal como está establecido, el resultado debe indicarse por escrito incluyendo la relación real y el valor de corriente registrado al aplicar el burden del probador de TC's. Cabe señalar que debe tenerse especial atención en reportar el desbalanceo de fases si este se registrara.

**PRUEBAS A TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.** Esta prueba tiene por objeto el medir el voltaje secundario y verificar algún posible daño en los transformadores de potencial, los resultados deben indicarse por escrito indicando también si se trata de voltajes entre fases a neutro, así como también el valor correspondiente de voltaje primario finalmente cabe aclarar que cuando se mida voltaje entre fases, también debe verificarse e indicarse el correspondiente a voltaje de línea.

**PRUEBA DE SECUENCIA KVARH (energía reactiva).** Esta prueba tiene por objeto determinar si la secuencia de fases en el medidor de KVARH es correcta, no en el medidor de KWh, el resultado debe indicarse por escrito en el reporte correspondiente.

**PRUEBA DE CRONOMETRO.** Esta prueba tiene por objeto el comprobar si la potencia aparente que es absorbida por el usuario determinada a partir de los valores primarios por fase indicados en las pruebas de transformadores de medición es la registrada por el equipo de medición a través de la prueba de cronómetro a los medidores de KWh y KVARH, esta similitud se expresa como un porcentaje de eficiencia que resulta de dividir los KVA reales entre los KVA de cronómetro los resultados deben indicarse en el reporte de la verificación. De esta prueba cabe señalar que cuando se obtenga un F.P. menor a 60% (valor anormal) debe asegurarse que la prueba esté bien hecha ya que si esto es correcto lo más probable es que el equipo registre mal a causa de alguna anomalía que deberá determinarse.

**PRUEBA DE FASOMETRO.** Esta prueba tiene como objetivo determinar a partir de la medición, el desfasamiento eléctrico entre voltajes y corrientes, si el alambrado y las conexiones desde los transformadores de instrumento hasta la parte inferior de la tablilla son correctos ya que solo estando correctamente conectados y alambrados se puede obtener valores razonables. Como segunda parte de la prueba debe determinarse el ángulo de factor de potencia y su correspondiente valor el cual debe ser similar al valor obtenido en la



prueba de cronómetro; si esto no ocurriera la causa debe ser alguna anomalía en el equipo de medición.

Como complemento de la prueba y con objeto de visualizar el comportamiento eléctrico de la carga deben trazar los vectores de voltaje y corriente de acuerdo a los valores obtenidos en la prueba.

**VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN.** Esta prueba tiene por objeto el determinar si todos los elementos de los medidores están funcionando y si la registración del medidor es la correcta, para lo cual se deben hacer las pruebas establecidas con los valores de voltaje y corriente también establecidos; como resultado deben registrarse en el reporte respectivo las lecturas indicadas en el patrón, así como también la eficiencia que presentan.

**PRUEBA POR ELEMENTO.** Esta prueba tiene por objeto el comprobar si todas las conexiones en los elementos internos del medidor de KWH-KW son correctas, están debidamente asociadas, se efectúa inicialmente con todas las navajas del block de pruebas abiertas condición bajo la cual el disco no debe girar, a continuación cerrando una corriente con su respectivo potencial debe observarse que gira el disco, en seguida la misma corriente con el siguiente potencial no debe girar el disco y así sucesivamente hasta terminar de probar una corriente con todos los potenciales y a continuación la siguiente corriente de la misma forma hasta terminar con todos los potenciales; los resultados deben indicarse en el respectivo reporte marcando el signo positivo (+) cuando el giro sea hacia adelante, negativo (-) cuando lo sea hacia atrás y cuando no halla giro no debe marcarse nada.

Como parte Final de la verificación del servicio se obtienen los sellos: Se deben de indicar los sellos encontrados y dejados en cada parte del equipo de medición.

**VERIFICO.** El reporte de la verificación contiene los datos de la persona responsable de la prueba, así como fecha y hora de inicio y término. Este formato de pruebas a equipos de medición se debe firmar por el verificador y debe contener el visto bueno del ingeniero de medición.

**OBSERVACIONES.** Se deben indicar las observaciones derivadas de la prueba llámense anomalías en el equipo, errores de facturación, condiciones peligrosas, modificaciones al equipo, etc.

**ANOMALIAS DETECTADAS DESCRIPCIÓN.** Deben indicarse a manera de resumen las anomalías detectadas como resultado de la prueba.

A continuación se muestra por medio de un diagrama de flujo la secuencia de pruebas a equipos de medición acorde al procedimiento MED-7004 utilizado por CFE para la verificación de los servicios.<sup>40</sup>

---

<sup>40</sup> Autoría propia en base al MED-7004-CFE. "Procedimiento para el Desarrollo de Pruebas Externas e Internas". 2002.

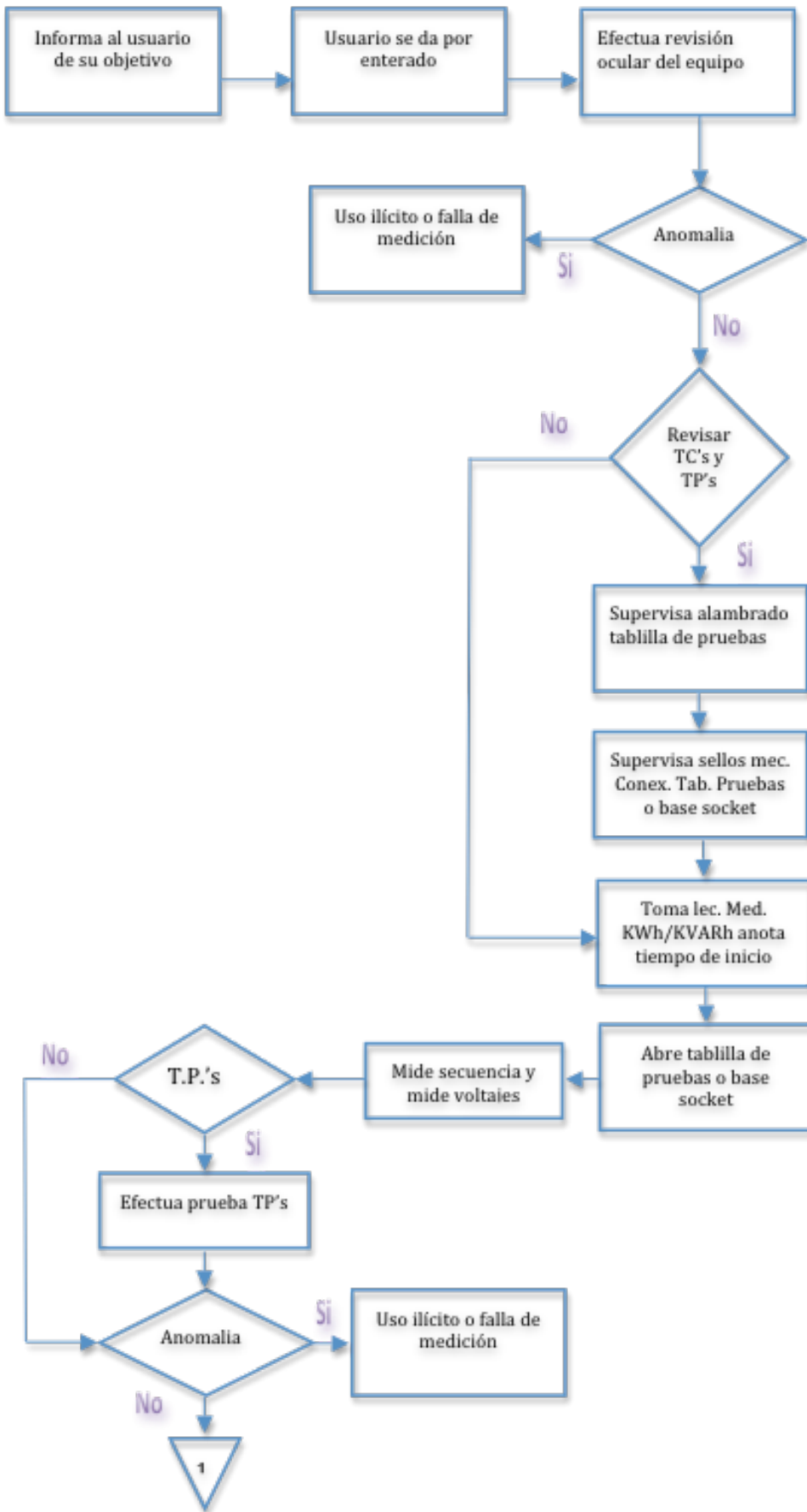


Fig 45.1. Se muestra por medio de un diagrama de Flujo el proceso de la Verificación de los equipos de medición de un servicio de CFE en campo.

En esta parte se puede ya detectar alguna anomalía en la instalación.

Fisicamente al revisar el cableado de los TC o TP's, que no exista algún cableado extra o fuera del instalado por CFE.

Es importante abrir la tablilla de pruebas en el orden indicado en la Figura 46 (de izquierda a derecha empezando por clavijas de potencial y luego las de corriente).  
Se utiliza el probador de TP de campo de acuerdo al sistema eléctrico que se trate:  
3Fases-3Hilos  
3Fases-4Hilos

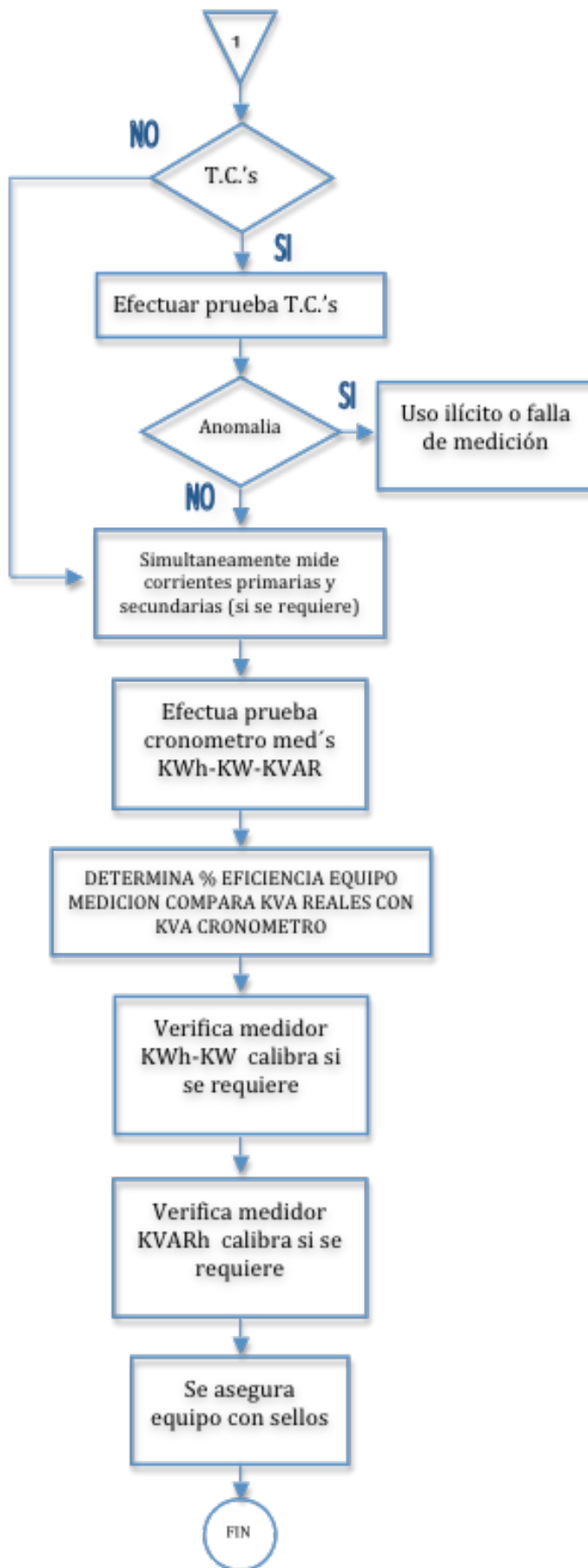


Fig 45.2. Continúa diagrama de procedimiento de verificación de la medición de un servicio de CFE.

Se utiliza el probador de daños en TC.

Esta prueba se realiza para verificar la relación de transformación del TC, para cada fase se efectúa la división de los valores primarios entre los secundarios.

En la prueba de cronómetro se recomienda hacerla con alto número de revoluciones.

Coprobación entre los valores reales (medidos) y los que esta integrando. Con una Tolerancia de +/-10%. Es importante considerar el tipo de sistema eléctrico que se tenga.

Es importante que al realizar las pruebas correspondientes a los TC's y TP's se debe abrir cada eslabon de la tablilla de pruebas, esto se realiza de izquierda a derecha en el siguiente orden: eslabon 15, 18 y 21 (son las bobinas de potencial de cada fase). Después se abren las navajas 16,19 y 30 (estas corresponden a la entrada de corriente de cada fase al medidor) ver figura 46, al abrir estas navajas de corriente se esta cortocircuitando los TC's y evitamos que los TC's se saturen. Y finalmente desconectamos el eslabon 32 (Neutro). Para cerrar nuestra Tablilla se sigue de manera inversa el proceso de apertura mencionado.<sup>41</sup>

Esta tablilla nos permite realizar pruebas a los transformadores de instrumento de manera segura y práctica, como parte de mi experiencia, el saber manejar esta herramienta facilitó en gran medida las pruebas a TC's y TP's, además que el medidor queda desconectado de sus señales de corriente y potencial, para que de esta manera se pueda evaluar el funcionamiento por separado del medidor de manera segura y confiable, una vez completada la etapa del medidor se puede pasar a revisar el equipo secundario, fase por fase.

La manera de abrir los contactos de la tablilla de pruebas debe de seguirse en el orden que se indica, pues de no hacerlo de esta manera se puede tener un grave accidente con alguno de los TC's, de igual forma al momento de cerrar los eslabones de la tablilla de pruebas se debe de tener mucha precaución al respetar la secuencia de cierre para evitar daños al equipo y al personal.

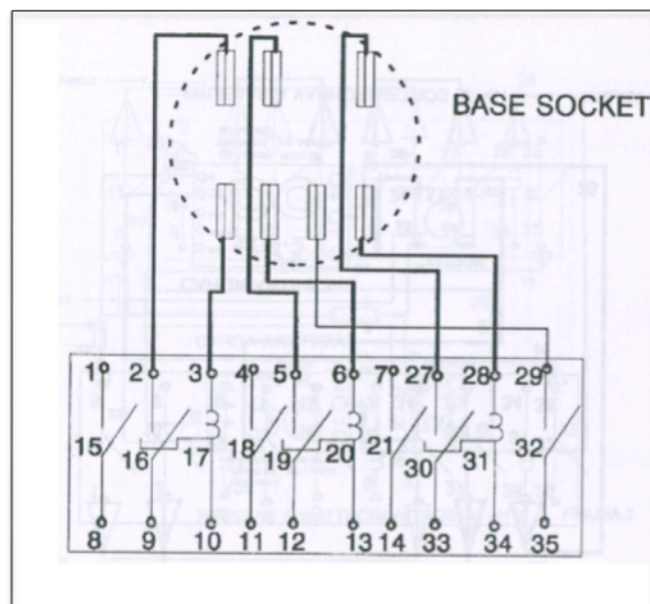


Fig. 46. Tablilla de pruebas para medidores con transformadores de instrumento y medidores autocontenidos.

<sup>41</sup> En base al Procedimiento MED-7005-CFE. "Pruebas a Equipo de Medición". 1994.

#### **Conclusiones del capítulo 4.**

En éste informe de experiencias profesionales en el área de la medición de energía, el último capítulo contiene la parte más representativa de la labor del ingeniero de medición de CFE, que al supervisar las actividades del programa de abatimiento de pérdidas de energía, se debe tener pleno dominio teórico y práctico del equipo y pruebas realizadas a los medidores autocontenidos y al equipo de medición en específico los transformadores de corriente y potencial (TC y TP), pues de esto depende la correcta facturación de los consumos eléctricos.

Con el objetivo de localizar algún tipo de uso ilícito de energía eléctrica se debe contemplar la información necesaria para sustentar las anomalías detectadas en la medición ya sea en el equipo o en el proceso de facturación, por lo que la verificación de un equipo de medición no sólo se concentra en el aspecto técnico si no que se complementa con la información administrativa o comercial de cada servicio contratado, de esta manera cotejar los datos de cada servicio con los parámetros que permiten medir los consumo y calidad de la energía.