

INTRODUCCIÓN

Contexto General.

Partiendo del proceso de *generación* de energía eléctrica de corriente alterna, a través de cualquiera de sus fuentes primarias, centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleoeeléctricas o alguna central generadora basada en fuentes no convencionales (viento, luz solar o energía geotérmica). En ninguno de los casos anteriores la energía generada puede almacenarse por lo que tiene que ser generada con una relación directa a la demanda de consumo.

Las centrales generadoras de energía eléctrica están interconectadas a un sistema de *transmisión* de dicha energía, de los puntos donde se aprovecha la fuente primaria de energía hacia un conjunto de consumidores situados a diferentes distancias, en donde al recibir esta energía generada y transmitida a lo largo de la distancia de separación, se tienen que adecuar algunos parámetros de la energía transmitida y recibida para posteriormente ser *distribuida* en el conjunto de consumidores (poblaciones, ciudades, comunidades, sectores, etc) y de esta manera se comercialice en el punto de consumo final. Existen ciertos consumidores al "nivel" de transmisión y algunos conectados a la subtransmisión.

Después de la *transmisión* existen "puntos de adecuación" de ciertos parámetros eléctricos (subestaciones), como lo son corriente y voltaje, todo el sistema de: líneas de transmisión, subtransmisión y red de distribución así como las diferentes subestaciones provocan pérdidas de energía a lo largo del viaje hasta el punto de consumo, estas pérdidas son denominadas *pérdidas técnicas* de energía eléctrica.

De la energía suministrada solo aprovechamos una parte de ella, la parte que es utilizada es la *energía activa: kWh*, es aquella que hace funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. Por otra parte tenemos la energía que no es aprovechada: la *energía reactiva; kVARh*, es la que circula en una bobina o enrollado de conductor para producir un campo magnético, podemos hablar de un motor o un transformador.

Los equipos conectados en un punto de suministro utilizan energía eléctrica, a la capacidad que tienen los aparatos para realizar un trabajo por medio de esta energía se le conoce como *potencia eléctrica*; que de igual forma se define en dos tipos. *Potencia activa: kW* (la aprovechada "P") y *potencia reactiva: kVAR* (la no-aprovechada "Q"), la suma vectorial de estas dos potencias es igual a la *potencia aparente: kVA "S"*, formando el triángulo de potencias.

Existe un índice o un valor que señala el grado de aprovechamiento de la energía suministrada en el punto de consumo, este índice es el *factor de potencia*, es decir, ¿qué tanta energía activa se está utilizando con respecto a la aparente o suministrada? La respuesta es basada en la función trigonométrica coseno de nuestro triángulo de potencias, potencia activa "P" entre potencia aparente "S", el resultado siempre será menor a la unidad.

Sí se tiene un mal aprovechamiento de la energía eléctrica, es decir un bajo factor de potencia (FP), estamos hablando de una mayor utilización de energía reactiva, en la energía

reactiva tenemos dos tipos: la inductiva utilizada por motores de corriente alterna, y la capacitiva. Por lo regular se trabaja con la inductiva, la energía capacitiva contrarresta la energía inductiva. Si se tiene alta potencia reactiva y bajo FP, se puede corregir con la capacitiva.

Contexto Específico.

El proveer energía en un momento dado es un proceso largo, desde que se genera hasta el punto de consumo, pero es muy importante cuantificar una serie de parámetro, como lo es la energía activa, reactiva, factor de potencia, demanda máxima, entre otros. Estos valores son obtenidos mediante los equipos de medición de energía eléctrica, y son necesarios para poder actualizar el constante cambio en la demanda de energía dentro del sistema eléctrico de Comisión Federal de Electricidad y cuantificar las pérdidas técnicas y no-técnicas, estas ultimas son las generadas despues del punto de consumo.

La medición es entonces una herramienta para la planeación del crecimiento y mantenimiento del sistema eléctrico; es responsable de la correcta comercialización o facturación del consumo de energía.

Medición.

El área responsable de la cuantificación de la energía generada, consumida y pérdida, es el departamento de medición, el cuál forma parte del proceso de distribución de energía de CFE, se encarga de asegurar la confiabilidad y continuidad del proceso de cuantificación de la energía pérdida y utilizada. Los servicios proporcionados por el área de medición mediante personal técnico previamente capacitado, son los de supervisar, verificar y certificar el correcto funcionamiento del equipo de medición en los puntos de interconexión o entrega de energía. En caso de encontrar problemas se corrigen las anomalías detectadas en los medidores de energía eléctrica, estas anomalías pueden ser modificaciones en la instalación para la medición o alteraciones internas en los equipos.

Proceso de Verificación.

Dentro del proceso de verificación de los equipos de medición de energía eléctrica, se tiene como propósito el realizar las pruebas necesarias al equipo de medición y a la instalación de CFE, para detectar cualquier anomalía ya sea en el medidor y en la instalación.

La verificación contempla una revisión de los sellos utilizados por CFE para impedir una manipulación del equipo, además de una serie de pruebas realizadas al medidor para calificar su desempeño, estas pruebas son realizadas de igual forma en laboratorio antes de ser instalados en campo, pero son repetidas con frecuencia para garantizar la correcta medición, o detectar pérdidas de energía.

Objetivos.

El objetivo general de este trabajo es el de mostrar las actividades técnicas necesarias para cumplir con una correcta medición, las pruebas de laboratorio de un medidor para entender el correcto funcionamiento y plantear la situación tecnológica que actualmente maneja el sistema eléctrico nacional en materia de medición.

El objetivo particular es fomentar los futuros cambios en los equipos de medición utilizados y que este informe quede como referencia para facilitar siguientes estudios que mejoren los

procesos de medición de energía eléctrica. Presentando el desarrollo de actividades profesionales aplicando los conocimientos de ingeniería eléctrica-electrónica en la rama de la medición.

Metodología.

Este trabajo consiste en describir la parte técnica de las pruebas realizadas en laboratorio y campo a los diferentes equipos utilizados en la medición, en base a los procedimientos MED-7004 y 7005 de CFE además de la recopilación de experiencias profesionales en esta área. En esta parte técnica se muestra el equipo utilizado para revisar el correcto funcionamiento del medidor.

Se analizan las pruebas realizadas tanto en laboratorio como en campo para certificar el funcionamiento del wathhorimetro y equipo secundario. Se planteará la secuencia de actividades realizadas en orden de cumplir con la verificación de la propia instalación antes de la medición y del equipo de medición, con el propósito de descartar algún tipo de uso ilícito o detectar alguna pérdida de energía.

Estructura.

El siguiente informe está conformado por un primer capítulo donde se describen las actividades del departamento de medición y se expone la importancia de cumplir con la necesidad de mantener el buen estado de la medición de energía con el nivel de exactitud marcado por las políticas de CFE y de los organismos encargados de la normalización. Tomando en cuenta que es un servicio que brinda beneficio y seguridad al usuario y al trabajador. Además de señalar el marco legal que rige a las actividades del área de medición.

En el segundo capítulo se explica el concepto de algunos de los parámetros y constantes manejadas con respecto al mecanismo del medidor para determinar la exactitud y calibración del wathhorimetro y algunos ajustes a diferentes intensidades de carga.

Se presenta un diagrama de la clasificación o definición del tipo de medidor con el que se está trabajando conforme al código de identificación ubicado en la placa del medidor para saber las capacidades de amperaje y voltage entre otros datos.

En el capítulo tercero, se expone el equipo utilizado en laboratorio para realizar las pruebas de verificación de funcionamiento del medidor, refiriéndose a los de tipo electromecánico, entre estos equipos tenemos la mesa de prueba Tesco que permite energizar cualquier tipo de medidor "socket" (monofásico, bifásico o trifásico), este equipo utiliza ciertos accesorios para realizar las pruebas de desempeño de los wathhorimetros.

Entre estos dispositivos tenemos el contador fotoeléctrico, con el cual se realiza el conteo de revoluciones y se comparan con un medidor patrón digital, de esta manera si es necesario se procede a la calibración del medidor en prueba para corregir alguna diferencia con respecto al medidor patrón.

En la mesa de prueba Tesco se requieren armar los circuitos de alimentación del medidor dependiendo el tipo de medidor (conforme al número de fases a medir), por lo que se muestran las diferentes configuraciones para energizar las bobinas de corriente y de potencial del medidor.

En el capítulo cuarto, se describen las pruebas que se realizan a medidores autocontenidos y equipo de medición, desde el mismo medidor hasta los transformadores de instrumento (TC y TP). Se menciona el material y herramientas de trabajo utilizadas en campo para realizar las pruebas al equipo.

En los transformadores de instrumento se realiza la prueba de relación de transformación para confirmar los valores en el devanado secundario con respecto al del primario.

Otra de las pruebas a los transformadores de instrumento es la prueba de daños, que se realiza con apoyo de equipo especializado. En este capítulo se mencionan las recomendaciones o pasos para realizar una verificación al equipo de medición de un servicio cualquiera y revisar que no existan alteraciones en la instalación.

Resultados esperados.

Conocer y mostrar la metodología utilizada por el departamento para cumplir con la revisión y verificación de los equipos de medición para el cumplimiento del abatimiento de las pérdidas técnicas o no-técnicas de energía eléctrica.

Aplicar y desarrollar los conocimientos referentes a la medición de energía eléctrica, definir las diferencias entre los parámetros medidos en los equipos para desarrollar futuros estudios y proyectos que parten de la correcta medición.

Mostrar y aplicar la experiencia en el manejo de los diferentes instrumentos técnicos para verificar el funcionamiento de los transformadores de instrumento y equipo secundario de medición.

Entender y exponer la normatividad relacionada a la parte de la medición de energía eléctrica, para realizar las diferentes pruebas orientadas a mantener la integridad funcional de los medidores para su correcta calibración.

Describir y entender los procedimientos utilizados por CFE para promover la seguridad en los usuarios y trabajadores del servicio de energía eléctrica, y conocer mas de los diferentes tipos de medición manejados en el sistema de distribución de energía nacional.

Reportar y concentrar las actividades realizadas durante el período de desempeño profesional dentro de CFE en el área de medición de energía como supervisor de campo en las pruebas de verificación a los equipos de medición ejecutadas por personal de apoyo técnico de dicha área, con el objetivo de detectar los posibles usos ilícitos de energía en la medición, siempre cuidando la integridad de los trabajadores y usuarios.