

Consejo Nacional de Operación CNO

Bogotá, octubre 30 de 2015

Doctora
PILAR ANDREA DELGADO RAMOS
Superintendente Delegado para Energía y Gas (E)
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS
Bogotá D.C.

Asunto: Avances cumplimiento mandato regulatorio Artículo 28 Resolución CREG 038 de 2014

Respetada Doctora Pilar Andrea Delgado:

De manera atenta presentamos para su información los avances del trabajo del Consejo Nacional de Operación, en cumplimiento del mandato regulatorio previsto en el artículo 28 de la Resolución CREG 038 de 2014, que trata sobre la frecuencia y los procedimientos de realización de las pruebas de rutina de los transformadores de tensión y de corriente, los cuales se informaron a la CREG mediante comunicación del 18 de agosto de 2015.

1. ANTECEDENTE REGULATORIO

La CREG expidió el 14 de mayo de 2014 la Resolución CREG 038 "Por la cual se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes".

- El Anexo 1 de la Resolución CREG 038 de 2014 prevé los componentes del sistema de medición:

"ANEXO 1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

Los sistemas de medición se componen de todos o de algunos de los elementos que se listan a continuación, algunos de los cuales pueden o no estar integrados al medidor:

(...)

d) Transformadores de corriente.

e) Transformadores de tensión."

- El numeral 2 del artículo 10 de la Resolución en mención dispone:

"2. Para el caso de los elementos d) y e) del mismo anexo, la realización de las pruebas señaladas en el artículo 28 de esta resolución en un plazo no mayor a los 24 meses siguientes a la entrada en vigencia de esta resolución."



Consejo Nacional de Operación CNO

- En el artículo 11 Calibración de los elementos del sistema de medición de la resolución en mención se prevé que:

"Los medidores y los transformadores de corriente o de tensión deben someterse a calibración después de la realización de cualquier reparación o intervención para corroborar que mantienen sus características metrológicas. Las intervenciones que conlleven la realización de una calibración o de pruebas de rutina serán definidas por el Consejo Nacional de Operación, CNO, en el procedimiento de que trata el artículo 28 de la presente resolución.

Para la realización de las calibraciones de los elementos del sistema de medición deben seguirse las reglas establecidas en el Anexo 2 de este Código."

- En el artículo 28 de la resolución CREG 038 de 2014 se prevé lo siguiente:

"Los transformadores de tensión y de corriente deben ser sometidos a pruebas de rutina de acuerdo con el procedimiento y frecuencia que para tal fin establezca el Consejo Nacional de Operación. Dicho procedimiento deberá establecerse dentro de los ocho (8) meses siguientes a la entrada en vigencia de esta resolución, previa consulta con los usuarios, agentes y terceros interesados.

(...)Parágrafo. Los resultados de las pruebas de rutina para los transformadores de tensión y de corriente que establezca el CNO deben demostrar que estos elementos del sistema de medición mantienen sus características metrológicas. Los equipos empleados en las pruebas deben ser trazables a patrones nacionales o internacionales.

Adicionalmente, el procedimiento debe determinar las pruebas necesarias para los transformadores de medición que se encuentran en la condición señalada en el literal f) del Anexo 2 de este Código."

- En el Anexo 2 del Código se prevé que:

"f) Para el caso de los transformadores de tensión y de corriente, pasados 6 meses de la fecha de calibración, sin entrar en servicio, se deben realizar las pruebas de rutina señaladas en el artículo 28 de esta resolución."

g) En el caso de que los plazos del literal e) de este anexo sean superados, los elementos del sistema de medición deben someterse a una nueva calibración. Para los transformadores de tensión y de corriente con tensiones nominales superiores a 35 kV en lugar de la calibración se deben realizar las pruebas de rutina señaladas en el artículo 28 de esta resolución, a fin de garantizar que estos elementos mantienen su clase de exactitud y demás características metrológicas

Consejo Nacional de Operación CNO

h) *Los medidores y transformadores de corriente o de tensión deben someterse a calibración después de la realización de cualquier reparación o intervención para corroborar que mantienen sus características metrológicas. Las intervenciones que ocasionen la realización de una calibración o de pruebas de rutina serán definidas por el Consejo Nacional de Operación en el procedimiento de que trata el artículo 28 de la presente resolución."*

2. ANTECEDENTES CNO

El Consejo Nacional de Operación creó en el año 2014 la Comisión Temporal de Trabajo de Medida con ocasión de las tareas regulatorias asignadas al Consejo en la Resolución CREG 038 de 2015.

Como resultado del mandato regulatorio del artículo 28 de la Resolución CREG 038 de 2014, el Consejo expidió el 15 de enero de 2015 el Acuerdo 722 del 15 de Enero de 2015, por el cual se aprobó el documento de "Identificación de las intervenciones que obligan a realizar pruebas de calibración de medidores o de pruebas de rutina de los transformadores de corriente o tensión y el desarrollo del procedimiento de realización de las pruebas de rutina para los transformadores de tensión y corriente de medición"

Aspectos relevantes del Acuerdo 722 de 2015 son:

- El CNO definió que los representantes de las fronteras comerciales deben realizar **al menos una prueba de rutina piloto**, por cada tipo de punto de medición que representa, en un plazo de hasta doce (12) meses contados a partir de la fecha de entrada en vigencia del Acuerdo, es decir hasta el 15 de enero de 2016.
- En los (6) seis meses siguientes a la entrada en vigencia del Acuerdo, la Comisión de Trabajo de Medida analizará los resultados presentados hasta la fecha y hará las recomendaciones a que haya lugar para comprobar la efectividad, eficiencia y pertinencia del procedimiento previsto en el anexo del Acuerdo.
- Se identificaron las intervenciones que obligan a realizar pruebas de calibración de medidores o de pruebas de rutina de los transformadores de corriente o tensión y las frecuencias de la realización de las pruebas de rutina de los transformadores de tensión y de corriente.
- Se establecieron los siguientes métodos de realización de las pruebas de rutina de los transformadores de tensión y de corriente:
 - Error y desplazamiento de fase con inyección en el devanado primario con magnitudes nominales.
 - Error y desplazamiento de fase por método de simulación.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Consejo Nacional de Operación

CNO

- A la fecha se han presentado los resultados de las pruebas piloto de 14 agentes a la Comisión de Trabajo de Medida.

- Para la realización de las pruebas de rutina piloto se han empleado los equipos de los siguientes fabricantes:

Equipos de Omicron: Votano 100, CT – Analyzer, CPC-100

Equipos de Vanguard: CVT-765

Equipos de Red Phase: 590J, 590K

- Se ha invitado a los siguientes proveedores de equipos de prueba o servicios a presentar el esquema de operación propuesto para el desarrollo de las pruebas, la infraestructura y los equipos ofertados y los sistemas de gestión vigentes y la confirmación del método de realización de las pruebas: Erasmus, Producel, Lyansa, Comercial Ingeoelectrica, Sienco, Veritest y el Laboratorio de Alta Tensión de la Universidad del Valle.

- Se hizo un referenciamiento internacional de la realización de pruebas de rutina y calibración de transformadores de tensión en Suecia, Polonia, Italia, Estados Unidos y Argentina, así:

Para el caso de Suecia, con base en los resultados de pruebas de alrededor de 1000 transformadores de tensión capacitivos (CVTs), la relación de deriva para CVTs puede ser usada para definir intervalos adecuados de recalibración; para CVTs con clases 0,5 y 0,6 los periodos de recalibración pueden ser de 7 años. Para CVTs con clase 0,2 se pueden utilizar periodos de recalibración de 20 años. Como los costos de la interrupción del servicio necesarios para conectar el transformador patrón a la red son muy altos, una nueva metodología ha sido desarrollada basada en una intercomparación de transformadores de tensión instalados en una subestación y la estabilidad de un grupo de transformadores con un valor promedio de error de relación y desplazamiento de fase. La ventaja de este método es que todas las mediciones son realizadas en el lado secundario de los transformadores sin necesidad de realizar operaciones por el lado de alta.

Polonia realizó pruebas alrededor de 1542 transformadores de tensión entre 1997 y 2001 encontrando que la mayor descalificación fue por un excesivo aumento del error de amplitud, en donde el 50% eran transformadores de tensión capacitivos. Este deterioro de las propiedades metrológicas de los transformadores de tensión está estrictamente relacionado con el tiempo de operación.

Los equipos utilizados en Italia, Estados Unidos y Argentina son prototipos que permiten utilizar el suministro de la red para determinar el respectivo error de relación y el

Consejo Nacional de Operación

CNO

desplazamiento de fase; en el caso de Italia utilizan métodos de línea viva (LLW / Live-Line Working) para no tener que desenergizar la barra. La desventaja de estos métodos son los costos asociados a los equipos de conexión a la red, el tamaño de los mismos y el limitado acceso de algunas subestaciones para realizar las pruebas.

- Con los resultados presentados hasta la fecha se tienen los siguientes análisis por tipo de transformadores:

a. Pruebas de rutina de transformadores de corriente tc's:

De manera general para los módulos tipo pedestal de los tc's en tensiones mayores o iguales a 34,5 kV, no se evidenciaron dificultades para la realización de las pruebas de rutina por los métodos previstos en el Acuerdo 722 de 2015 y son confiables los resultados. Se han utilizado 2 equipos de prueba y se tienen identificados 2 proveedores.

El tiempo promedio de realización de las pruebas de rutina de tc's y tt's, incluyendo las actividades de desenergización, desconexión, puesta en seguridad, pruebas y normalización de los tc's y tt's es de 10 horas por juego. Cuando se prueban en conjunto los tc's y tt's el tiempo promedio de realización de las pruebas de rutina es de 12 horas por módulo.

No se han realizado pruebas de rutina de tc's en subestaciones encapsuladas y tipo bushing por las dificultades para acceder al primario de los tc's.

b. Pruebas de rutina de tt's inductivos:

A la fecha se cuenta con los resultados de 2 transformadores de tensión inductivos a tensiones mayores a 34,5 kV. Hay 2 equipos disponibles de 2 proveedores en el país. El proveedor del equipo Votano 100 menciona que el fabricante del equipo aún no ha validado el modelo eléctrico de prueba, incumpliendo el requisito previsto en el Acuerdo 722, situación que se presenta también para el equipo 590J de Red Phase.

c. Pruebas de rutina de tt's capacitivos:

Se realizó prueba piloto en 9 transformadores de tensión que tienen un circuito anti-ferroresonante el cual no es accesible con los equipos de los fabricantes Omicron y Red Phase, obteniendo resultados que no son confiables.

Se realizaron otras pruebas en transformadores que sí permiten la desconexión del circuito, sin embargo el fabricante del equipo aun no ha validado el modelo eléctrico.

Dadas las dificultades que se presentaron para la realización de las pruebas de rutina piloto de los tt's con circuito anti-ferroresonante utilizando los métodos previstos en el

Consejo Nacional de Operación

CNO

Acuerdo 722 de 2015, se hicieron algunas pruebas piloto por el método de error y desplazamiento de fase por relación de transformación, el cual está en evaluación para ser incluido o no como un método válido a través de un acuerdo del CNO, además de los métodos ya contemplados de error y desplazamiento de fase por método de simulación y de error y desplazamiento de fase con inyección en el devanado primario con magnitudes nominales.

4. CONCLUSIONES

Después de analizar las intervenciones realizadas para atender las pruebas de rutina piloto en los transformadores de tensión y de corriente se evidencian las siguientes conclusiones:

- a. Hay particularidades en los transformadores de potencial que generan incertidumbre en los resultados de las pruebas (transformadores de potencial capacitivos con circuito de anti-ferroresonancia sin posibilidad de desconexión).
- b. Actualmente en el mercado no hay proveedores que ofrezcan la ejecución de pruebas de rutina en sitio a magnitudes nominales para tensiones de servicio mayores a 34,5 kV, según lo previsto en el Acuerdo 722 de 2015.
- c. Actualmente en el país no existe oferta suficiente para atender la demanda de calibración y pruebas de rutina en sitio requeridas para todos los niveles de tensión.
- d. Es necesario identificar otros métodos para desarrollar las pruebas de rutina en transformadores de tensión capacitivos con circuito anti-ferroresonante sin posibilidad de desconexión.
- e. Se deben investigar otras opciones de métodos de realización de las pruebas de rutina para fronteras comerciales en servicio hasta 34,5 kV. sin desenergización.
- f. Como resultado de la investigación realizada sobre equipos y servicios ofertados por los fabricantes en otros países, se evidenció que son los mismos que ofertan en Colombia.
- g. Para realizar las maniobras señaladas es necesario suspender el servicio de energía en las instalaciones por un tiempo promedio de ocho (8) a doce (12) horas, con las consecuencias que ello genera para la operación del Sistema, los agentes y los clientes, así como por los costos que se pueden generar.
- h. Con los tiempos promedio de realización de las pruebas de rutina de los tc's y tt's hay impactos en la operación por los tiempos de indisponibilidad debidos a las maniobras de desenergización de los módulos y las subestaciones; puede presentarse energía no suministrada, afectación de la seguridad y confiabilidad de la operación del Sistema.

Consejo Nacional de Operación

CNO

i. Hay subestaciones con solo PT's de barra en las cuales para la realización de las pruebas se requieren desconexiones que pueden impactar la operación del sistema de potencia.

j. Hay riesgos para la operación segura y confiable del Sistema por la simultaneidad de la realización de las pruebas de rutina por parte de los agentes, dentro del plazo regulatorio previsto actualmente.

k. Dependiendo de la configuración de la subestación, para aquellas que cuentan con un solo juego de tt's de barra que alimentan los sistemas de medida de los diferentes módulos asociados a la misma, la realización de las pruebas implica desconexiones importantes que indisponen las barras y/o subestaciones durante el periodo de las pruebas.

l. Para la realización de las pruebas se requiere comunicación permanente con los usuarios para la adecuación de las instalaciones, con el objetivo de generar el menor impacto en la producción, sin embargo es probable que se presente oposición de los clientes a la desconexión de su demanda.

Por lo anterior, la Comisión de Medida del CNO con la asesoría del Instituto Nacional de Metrología está haciendo un balance de la disponibilidad actual de equipos y proveedores confiables para la realización de las pruebas de rutina, un inventario de los transformadores que por sus características especiales no se pueden probar y un cronograma para el cumplimiento de lo previsto en el artículo 28 de la Resolución CREG 038 de 2014 por parte del Consejo y de los agentes, para ser presentado a la Comisión; teniendo en cuenta que el plazo para la realización de las pruebas para los transformadores de corriente y tensión vence el 14 de mayo de 2016 (numeral 2 del art. 10 de la Res. CREG 038 de 2014).

Quedamos pendientes de cualquier ampliación de la información que aquí se presenta.

Cordialmente,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE
Secretario Técnico