

Consejo Nacional de Operación CNO

Bogotá, agosto 18 de 2015

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)
No. RADICACION: E-2015-008310 18/Ago/2015-08:31:31
MEDIO: CORREO No. FOLIOS: 8 ANEXOS: 1 FOLIO
ORIGEN CONSEJO NACIONAL DE OPERACION -CNO-
DESTINO Jorge Pinto

Doctor
JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo
COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS – CREG
Av. 116 No. 7-15 Edificio Cusezar Int. 2 Oficina 901
Bogotá D.C.

CREG 18 AUG2015 8:29

Asunto: Informe resultados pruebas piloto de transformadores de tensión y de corriente - Acuerdo 722 de 2015

De manera atenta presentamos a continuación los resultados de las pruebas piloto de los transformadores de tensión y de corriente realizadas por algunos agentes generadores, transportadores y distribuidores, como resultado del cumplimiento del protocolo de realización de las pruebas previsto en el Acuerdo 722 de 2015, así como las conclusiones.

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."

- 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"

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

- A la fecha se han presentado los resultados de las pruebas piloto de 14 agentes a la Comisión de Trabajo de Medida, se adjunta anexo con los resultados. Se aclara que el transmisor Intercolombia representa para la realización de estas pruebas a varios agentes, por los contratos de conexión suscritos.

- 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 Ingeoeléctrica, 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 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 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.

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.

5. SOLICITUD

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), se solicita de manera respetuosa a la CREG la ampliación del plazo para la realización de las mismas por las siguientes razones:

- El Consejo tiene evidencia de las dificultades técnicas insalvables que actualmente existen para la realización de las pruebas de rutina de los transformadores de tensión, para las cuales el Consejo requiere al menos de (1) un año para la investigación y el análisis.

- No obstante a la fecha el Consejo ha probado los métodos de realización de las pruebas de rutina de los transformadores de corriente, entendemos que el objetivo regulatorio es probar el sistema de medición de manera integral y no por elementos, teniendo en cuenta que el propósito es verificar el error compuesto del sistema de medición, abarcando el medidor, el transformador de corriente y el transformador de tensión.

- Hasta tanto el Consejo no haya investigado y analizado métodos y equipos confiables para la realización de las pruebas de rutina de los transformadores de tensión, el Consejo no podrá expedir el Acuerdo definitivo por el cual se establezcan los métodos definitivos de realización de las pruebas de rutina de los tc's y de los tt's, y solo con posterioridad a la expedición de dicho Acuerdo se podrán contar los tiempos para que los agentes realicen las pruebas de rutina.

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

Cordialmente,


ALBERTO OLARTE AGUIRRE
Secretario Técnico

Se adjunta anexo con resultados

ANEXO

Agente	Nivel de Tensión	CT	Tiempo realización de la prueba (con maniobras)	Equipo de prueba	PT	Tiempo realización de la prueba (con maniobras)	Equipo de prueba	CT's y PT en la misma intervención	Tiempo realización de la prueba (con maniobras)	Resultado, incluyendo los porquesis	OBSERVACIONES
AES CHIVOR	230kV			CPC 100						Ok tensiones reducidas	
CHEC	10 - 34.5 y 13.2 kV		En bodega 3 horas	CPC 100- Red Phase, CT ANALYZER		En bodega 3 horas	CPC 100- Red Phase			Ok tensiones reducidas y pruebas de simulación	
EPM	230 kV				Capacitivo con ccto Ferroresonancia					CT's: Ok. PT's: Prueba no exitosa	En las pruebas de los PT's al repetir las pruebas no fueron coherentes entre ellas, generando incertidumbre en los resultados.
			4 horas	CT ANALYZER		6 horas	Votano 100	si	10 horas	Los resultados para t.c indican que existe una ligera variación comparados con los certificados de calibración	
										Los resultados para t.t. capacitivos en 115 kV utilizando el Red Phase 590K indican una dispersión alta con resultados que están por encima del límite establecido	
EPSA	230 - 115 - 34.5 - 13.2kV		4 horas por t.c. en niveles de tensión de 13,2 kV - 34,5 kV	Votano 100 CT Analyzer Red Phase 590G (t.c.) Red phase 590K (t.t. capacitivo)	capacitivo	8 horas por t.t. capacitivo	Votano 100 Red phase 590K			Los resultados para t.t. capacitivos en 220 kV indican que existen una variación del 60% entre los resultados de desplazamiento de fase del simulador con los resultados de calibración de fábrica; los t.t. capacitivos probados son nuevos.	

ANEXO

ESSA	34.5 kV	Red Phase 590J	inductivo	Red Phase 590J	SI	8 Horas	ok	Los resultados de las pruebas muestran que los transformadores de medida se encuentran en los rangos permitidos para la clase según placa, aunque dos transformadores de tensión están en el límite superior. No se cuenta con certificados de calibración para comparar resultados ni con pruebas de fábrica.
GECELCA	110 -34.5 kV	CPC 100	capacitivo	CPC 100	SI	10 horas para 3 TC's y	Ok tensiones reducidas	
EBSA	115 kV	Red Phase 590J	inductivo	Red Phase 590J	SI	6 HORAS PARA 3 CTS Y 1 PT	PRUEBA EXITOSA EN CTS POR PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DEL EQUIPO. PRUEBAS NO EXITOSA PARA PT EQUIPO INDICA ERROR	Pruebas realizadas a S/E con equipos nuevos tipo exterior
EBSA	34.5 kV	Red Phase 590J	inductivo	Red Phase 590J	SI	8 HORAS PARA 3 CTS Y 3 PT	PRUEBAS EXITOSAS EN CTS Y PTS POR PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS DEL EQUIPO.	Pruebas realizadas a un cliente equipos antiguos tipo exterior
INTERCOLO MBIA	230 kV	Inductivo	capacitivo	5	4	Votano 100	Los resultados del Votano, siempre mostraron que el TT esta fuera de clase 0.36, el equipo es nuevo; los resultados del equipo Redphase mostraron resultados muy dispersos en el limite de clase.	Los equipos probados son nuevos y sin embargo los resultados fueron que el equipo esta fuera de clase ocerca de salir, resultados no coherentes con lo esperado, de acuerdo a certificados de fábrica
						Redphase 590K	En el caso de los TC los resultados estuvieron de acuerdo con los certificados.	
						9	CT'S	Pruebas a PT's: no fue posible hacer la prueba de burden. Pruebas a

ANEXO

CODENSA	115 - 34.5 kV							11 horas	CT ANALYZER-Votano 100	CT's: no exitosas dos de tres fases no cumplen con el error definido en NTC 2205
								PT's inductivos		Según las pruebas realizadas los TC's se encuentran dentro de sus límites de error permitido para su clase 0.2 para la prueba realizada, lamentablemente no se tienen los resultados de fábrica originales para determinar la diferencia con los resultados obtenidos. En el caso de los TP's la limitación del equipo de prueba (modelo no validado), impide que se puedan sacar conclusiones. Tampoco se puede seccionar el circuito de anti resonancia en estos TP's
CELSIA	110 kV	Inductivo	CT Analyzer	Capacitivo	Votano 100	SI	12 Horas (1 Turno y ½)		Pruebas de CT's Exitosos dentro de los errores y desplazamiento definidos.	
									Pruebas de PT's no se obtuvieron resultados (el equipo no pudo hacer la prueba/ no se obtuvieron resultados)	
TRANSELCA	220 kV							4 Horas en Bodega	1. Prueba en PT no exitosa el equipo arrojó error (407.002) alcanzado límite de corriente. 2. Pruebas exitosas CT'S.	
			CT ANALYZER	capacitivo	Votano 100	4 Horas en Bodega		4 Horas en Bodega		