

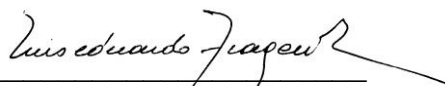
Elaborado por:

Juan Sergio Ramírez  
Ingeniero PAC

Revisado por:

Andrés Insuasty  
Ingeniero de Proyectos

Aprobado por:

Luis Eduardo Aragón  
Gerente Nacional

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

**CONTROL DE REVISIONES**

<b>REVISIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>FECHA DE APROBACIÓN</b>
01	Original	12 de Mayo de 2019

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

## 1. OBJETIVO

Describir las actividades comprendidas en la instalación de accesorios para la medición de armónicos en sistemas de alta tensión que tengan transformadores de potencial tipo capacitivos CVTs.

Estas actividades se llevan a cabo para garantizar los resultados de armónicos, teniendo en cuenta de mejorar la respuesta en frecuencia de las señales de tensión en los transformadores de potencial tipo capacitivos.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los servicios de instalación de accesorios para la medida de armónicos en sistemas de potencia de alta tensión con transformadores de potencial tipo capacitivos que realiza GERS S.A.

## 3. RESPONSABILIDAD

Los responsables de las actividades a realizar dentro de la actividad de instalación de accesorios para medir armónicos, se presentan en la tabla siguiente:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Análisis de riesgos ATS y ARPT	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
Programación de consignación con el cliente	Cliente según programa
Pruebas en sitio de accesorios	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
Desenergización del circuito a intervenir	Cliente Operador de la Subestación
Instalación de accesorios	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
Energización y normalización	Cliente Operador de la Subestación
Ajuste final	Ingeniero electricista

**Tabla No 1: Responsabilidades en el servicio de Instalación de Accesorios Para Medir Armónicos**

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

#### 4. DEFINICIONES

##### 4.1 MEDICIONES DE ARMÓNICOS EN TRANSFORMADORES TIPO CAPACITIVOS

Los transformadores tipo capacitivos presentan el inconveniente de tener respuesta en frecuencia variable, teniendo en cuenta lo anterior se puede comprometer los resultados de los siguientes parámetros a la hora de realizar una evaluación de armónicos en sistema de potencia cuya medida de tensión se haga con transformadores de potencial tipo capacitivos CVTs. Los parámetros eléctricos referidos son:

Distorsiones Armónicas de Tensión por fase ( $V_{THDa}$ ,  $V_{THDb}$ ,  $V_{THDc}$ )

Componentes armónicas individuales de Tensión por fase hasta 3000 Hz ( $H_{Vi}$ )

Factor de Cresta en Tensión por fase ( $V_{cf}$ )

Factor de Interferencia Telefónico en Tensión ( $V_{TIF}$ )

Eventos Transitorios (Tr)

##### 4.2 ACCESORIOS PARA MEDIDA DE ARMÓNICOS

En la actualidad se ofrecen en el mercado diferentes equipos accesorios que permiten mantener una respuesta de frecuencia estable, para lo cual se garantizan los resultados de los estudios de armónicos.

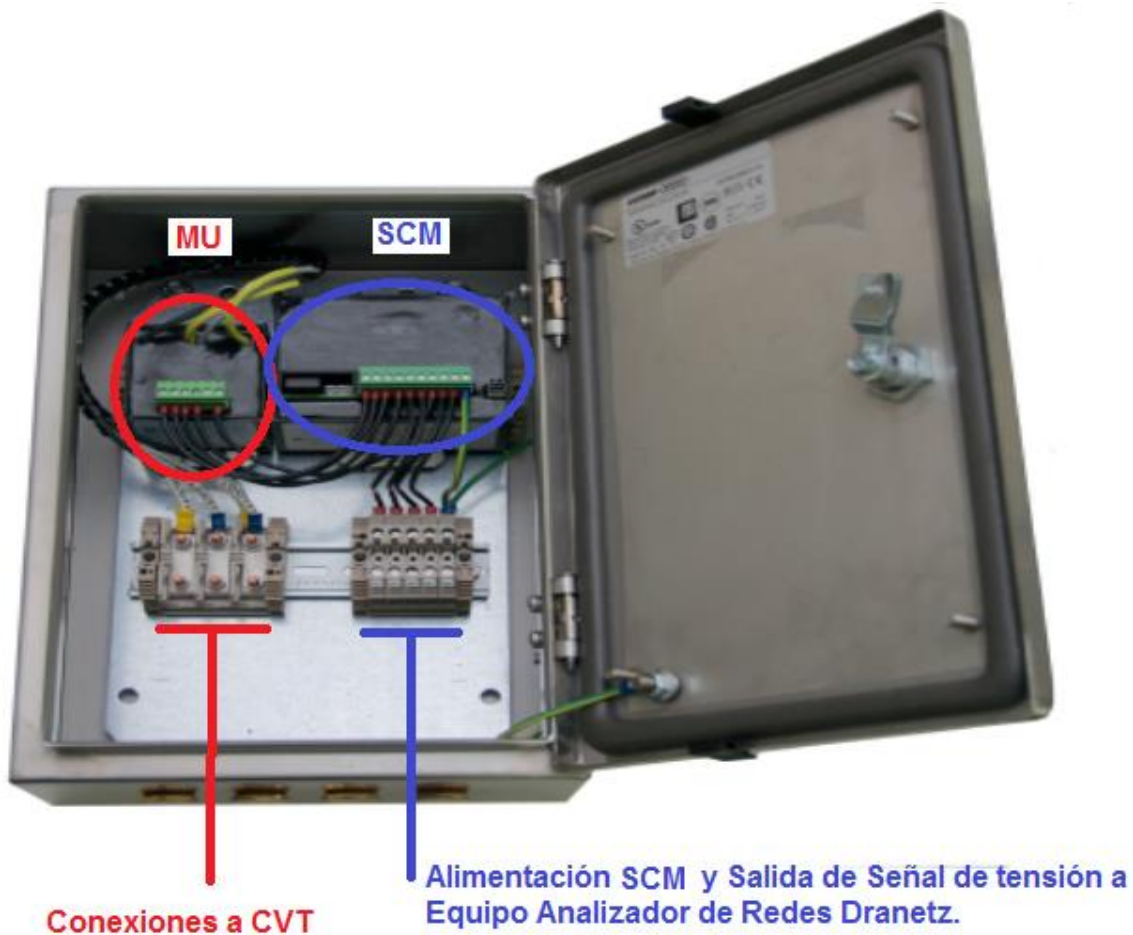
Las características de cada uno de estos equipos, los manuales con las instrucciones para su instalación y uso se proporcionan normalmente con el accesorio por el fabricante. GERS dispone de algunos documentos específicos para la marca PQSensor.

##### 4.3 INFORMACIÓN ESPECÍFICA DEL ACCESORIO

En nuestro caso en particular se utilizará el equipo marca PQSensor Modelo MK VII, la cual contiene los siguientes elementos en un solo compartimiento:

1. Unidad de medición (MU), cantidad 1 unidad.
2. Módulo de acondicionamiento de señal (SCM), cantidad 1 unidad.

Estos elementos son de suministro BVM.



## 5 CONDICIONES GENERALES

- ❑ Antes de empezar a ejecutar un trabajo específico, deben revisarse los objetivos y alcance acordados en la cotización aceptada por el cliente.
- ❑ La fecha y condiciones de las mediciones dependen de las características de operación de la subestación del cliente y de la disponibilidad de los circuitos a evaluar.
- ❑ Antes de empezar la recopilación de información de campo es necesario acordar con funcionarios de la empresa cliente la fecha, hora y condiciones de operación de la subestación, así como condiciones de seguridad, necesarias para la realización de las actividades de instalación de los accesorios.
- ❑ Se requiere la colaboración permanente del Ingeniero electricista y operador de la subestación de la empresa cliente para coordinar los horarios de la desenergización

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

del circuito donde se ubican los transformadores de potencial capacitivos. Se estima que el tiempo de parada del servicio para instalación de los accesorios de 6 horas.

- ❑ Antes de la instalación de los accesorios para la medición de armónicos es necesario realizar las pruebas en sitio que permitirán establecer el grado de calibración de estos equipos antes de su instalación.
- ❑ Es importante mencionar que el área de trabajos normalmente es en el patio de las subestaciones, para lo cual se deben coordinar los permisos de trabajo en dichas áreas.
- ❑ Para la instalación de los accesorios se debe considerar tener acceso a las cajas de conexiones en cada transformador de potencial capacitivo CVT. Normalmente se debe instalar plataformas para llegar a la altura donde se ubican.
- ❑ Es importante garantizar que las tierras sean conectadas adecuadamente para garantizar la seguridad de los equipos y el personal.

## 6 INFORMACIÓN BÁSICA

La información necesaria para llevar a cabo la instalación de los accesorios es la siguiente:

- ❑ Diagrama unifilar.
- ❑ Información de transformadores de potencial capacitivos CVT. (Datos nominales, esquemas de conexión, disposición de elementos en la caja de conexiones.
- ❑ Información sobre puntos de alimentación o tensión auxiliar.
- ❑ Características operativas de la instalación.

## 7 ALISTAMIENTO DE ACCESORIOS, HERRAMIENTA Y DOTACIÓN

El alistamiento de los equipos, herramientas y dotación de seguridad, depende de las condiciones bajo las cuales se van a ejecutar los trabajos. Entre estas condiciones están:

- ❑ Condiciones de seguridad propias de la empresa cliente.
- ❑ Nivel de tensión en el cual se va a trabajar.
- ❑ Condiciones ambientales del sitio de trabajo.

### 7.1 EQUIPOS

- ❑ Computador portátil

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

- ❑ Cables de conexión
- ❑ El Equipo Accesorio a utilizar, que depende de las características u objetivo del trabajo.

Las características de cada uno de estos equipos y las instrucciones para su instalación y uso se encuentran en los catálogos elaborados por los fabricantes. En casos específicos GERS podrá desarrollar manuales de instalación si se requieren.

Los accesorios llegan de fábrica con su respectiva calibración, sin embargo, existe el riesgo de fallo de sus componentes a la hora de transportarlos.

Los equipos y accesorios se deben inspeccionar físicamente, actividad previa a la instalación y que debe realizarse en sitio. Con esta verificación se busca asegurar que están en buen estado y que funcionan adecuadamente. Dicha verificación debe quedar consignada en el formato RG-120-02 para seguimiento del estado de los equipos.

## **7.2 HERRAMIENTAS**

Se realizará verificación de estado de herramientas de acuerdo a Inspección preoperacional de herramientas RG-120-03

- ❑ Alicates
- ❑ Destornilladores
- ❑ Linterna
- ❑ Extensiones
- ❑ Llaves tipo Peston
- ❑ Ratches tipo copa
- ❑ Adaptadores
- ❑ Pinzas
- ❑ Cortafríos
- ❑ Conectores.
- ❑ Taladro diferentes brocas.
- ❑ Maquilladora de los conductores.
- ❑ Ponchadora de terminales para conductores.

## **7.3 DOTACIÓN DE SEGURIDAD**

Cada funcionario que adelante actividades de instalación de accesorios para medir armónicos, debe estar dotado de los siguientes elementos:

- ❑ Casco protector dieléctrico
- ❑ Gafas de seguridad

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

- Guantes de protección de acuerdo con el nivel de tensión a trabajar.
- Botas dieléctricas
- Traje ignífugo Categoría 2
- Protectores auditivos
- Arnés para trabajo en plataforma.
- Tapete dieléctrico

## **8 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES**

Una vez recolectada la información de la instalación y el tipo de transformador de potencial CVT a intervenir, se define el esquema de conexión que esté acorde con los lineamientos que hace el fabricante en su manual de instalación.

La fecha y hora de los trabajos será acordada con la empresa cliente. Siempre garantizando la desenergización de los equipos a intervenir.

### **8.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE CONEXIÓN**

Es importante seguir las recomendaciones del fabricante a la hora de establecer el esquema de instalación. Dicho esquema debe seguirse al pie de la letra.

### **8.2 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO**

El ingeniero encargado de la medición procede a la calibración del equipo de acuerdo con las necesidades definidas en el alcance y las características de la empresa cliente.

## **9 EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ACCESORIOS**

La ejecución de la actividad de instalación comprende las siguientes etapas:

### **9.1 SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y GESTIÓN AMBIENTAL**

Los ingenieros y auxiliares de ingeniería de GERS deben observar las normas de seguridad industrial propias de la empresa cliente, pero adicionalmente, es necesario seguir el Procedimiento de seguridad para pruebas y medición de parámetros eléctricos (PR-103).



<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

Durante la planeación se debe hacer el análisis de trabajo seguro usando el registro RG-119-01 ATS, para evaluar los riesgos de la actividad y los controles a usar para mitigarlos.

Antes de iniciar la labor, se debe diligenciar el registro RG-119-02 Análisis de riesgo previo a la tarea. Este registro permite hacer el análisis de los factores de riesgo presentes en el sitio y momento del trabajo, y dejar evidencia de los controles empleados.

**EI PR-119 PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES indica cómo hacer este análisis.**

Los registros RG-119-01 y RG-119-02 contemplan además los riesgos ambientales que puede ocasionar el trabajo a realizar que están centrados básicamente en la disposición de residuos en el sitio de trabajo y el consumo adecuado de recursos naturales.

Si la empresa cliente tiene registros equivalentes a los **ARPT** Análisis de riesgo previo a la tarea, se usarán estos durante el desarrollo del proyecto y no es necesario usar los diseñados en GERS, **siempre que tengan contemplados los riesgos ambientales y sus controles, de lo contrario estos deben ser diligenciados en el formato propio de GERS**

## **9.2 CONEXIÓN DE LOS ACCESORIOS**

- ❑ Una vez cumplidas las medidas de seguridad (desenergización del circuito por parte del cliente, aseguramiento del sitio, señalización, segregación y utilización de los elementos de seguridad adecuados) se hace la respectiva conexión de los accesorios conforme al manual de instalación.
- ❑ Las cajas donde se ubican los accesorios deben ser montadas a una altura que quede accesible para la visual de una persona (1,5m a 1,8m), ya que la calibración final debe hacerse con el sistema energizado.
- ❑ Antes de cerrar la caja de conexiones de cada transformador de potencial capacitivo CVT es conveniente verificar que los puntos intervenidos temporalmente (Puntos P2 y HF), queden nuevamente conectados a tierra.
- ❑ Los conductores a instalar para la conexión de las señales del CVT al accesorio deben ser ponchados con su respectivo terminal. Igualmente dichos conductores deben tener coraza de protección en la trayectoria desde la caja de conexiones del CVT hasta el accesorio.
- ❑ La caja metálica donde se ubican los accesorios debe quedar puesta a tierra sólidamente.

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

- ❑ Las señales de alimentación auxiliar para el accesorio deben ser de 110 V a 230 Vac. Los accesorios deben tener alimentación para la medida de armónicos.
- ❑ El ajuste fino de calibración solo se podrá hacer una vez se conecte el equipo analizador de redes o similar a la señal de salida del accesorio (63,5V).
- ❑ Una vez conectado todo se debe proceder a normalizar la operación de la subestación y verificar que las condiciones de medida de los transformadores de potencial capacitivos CVT son las normales.

### **9.3 CALIBRACIÓN Y AJUSTE FINO DEL ACCESORIO**

- ❑ La calibración se puede hacer manualmente para cada accesorio, sin embargo la diferencia porcentual de la medida teórica y real no debe ser mayor del  $\pm 4\%$ .
- ❑ El ajuste fino se utilizará en momento que se tenga una diferencia porcentual mayor a la banda recomendada.

### **9.4 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**

- ❑ Después de la energización se deberá verificar conforme las características de transformación del CVT si la señal referida al nivel de tensión objetivo del estudio cumple. En este sentido es muy importante resaltar que las pruebas en sitio son prioridad.
- ❑ Se recomienda que la verificación del registro de tensión de salida del accesorio se haga con un equipo analizador de redes o similar y en compañía de personal del cliente que conozca tanto el sistema eléctrico como las condiciones de operación en el momento de la conexión, de manera que se pueda validar su exactitud.
- ❑ Los elementos a verificar son:
  - Valores de tensiones al nivel de tensión de la instalación.
  - Secuencia de los fasores.

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

#### 9.4.1 Problemas en los valores de Tensión

Cuando los valores de tensión registrados en pantalla por el equipo no correspondan con el valor nominal del sistema eléctrico medido, se recomiendan las siguientes acciones encaminadas a descartar la posible causa del problema:

- ❑ Revisar el contacto de las puntas de tensión que están tomando las señales para el equipo.
- ❑ Revisar la relación de los transformadores de potencial introducida al software del equipo (cuando se están tomando las señales de potencial del secundario del transformador).

Estas revisiones deben hacerse para todas las fases de las tensiones medidas.

## 10 GESTIÓN DE CALIDAD

El control de calidad de las actividades ejecutadas durante la medición de parámetros eléctricos se documenta en el registro RG-010-01-PAC, pestaña Puesta a Tierra.

Los criterios de conformidad están consignados en el plan de calidad para medición de armónicos.

## 11 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ❑ Definiciones de Calidad de Potencia: Norma Técnica Colombiana NTC 5000 de 2008.
- ❑ Límites y Metodología de Evaluación de Calidad de Potencia: Norma Técnica Colombiana NTC 5001 de 2008.
- ❑ Niveles de tensión: Resolución CREG 024 de 2005.
- ❑ Desbalances de tensiones y fenómenos transitorios: NORMA ANSI IEEE 1159-1995.
- ❑ Armónicos: NORMA IEEE 519-1992.
- ❑ Armónicos: NORMA C57-110 – 2008.
- ❑ Armónicos: NORMA ANSI IEEE Std 18 - 2002
- ❑ PR-103: Procedimiento de seguridad para pruebas y medición de parámetros eléctricos

Archivo: Procedimiento Instalación de Accesorios Medida de Armónicos Rev 01 Mayo 2018	Página 11 de 14
---	-----------------

<b>GERS</b>	<b>PROCEDIMIENTO INSTALACIÓN DE ACCESORIOS MEDIDA DE ARMÓNICOS</b>	<b>PR- 142</b>	
		Revisión No: 01	Fecha de aprobación Mayo 12 de 2019

- PR-106: Procedimiento para la Gestión Metrológica

## 12 REGISTROS

1. Archivos en medio magnético (Registros de mediciones)
2. Informe final
3. Acta de entrega
4. Encuesta de satisfacción
5. RG-119-01 ATS
6. RG-119-02 ARPT
7. RG-010-01- PAC Registro de inspección
8. RG-120-03 Inspección pre operacional para herramientas