


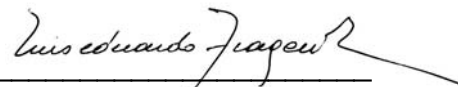
GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021



Elaborado por: _____
 Juan Sergio Ramírez
 Ingeniero PAC



Revisado por: _____
 Andrés Insuasty
 Ingeniero de Proyectos



Aprobado por: _____
 Luis Eduardo Aragón
 Gerente Nacional

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN	OBSERVACIONES	FECHA DE APROBACIÓN
01	Original	15 Nov 1999
02	Se actualizaron los cargos. Se actualizaron los nombres de los equipos, sus marcas y la vigencia de las normas de referencia. Se hace referencia a los procedimientos internos de seguridad (PR-103) y control de equipos de medición (PR-106)	12 Marzo 2012
03	Se incluyó responsabilidad para el análisis de riesgos para cerrar no conformidad de auditoría interna	24 Enero 2014
04	Se incluyeron dos referencias de equipos utilizados y su funcionalidad. Se hace referencia al formato para seguimiento del estado de los equipos RG-120-02.	12 Enero 2017
05	Se incluye numeral 9 Peligros riesgos y controles y 10.2 planeación de las mediciones	19 Mayo 2021

1.

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

2. OBJETIVO

Describir las actividades comprendidas en la medición de parámetros que influyen en la calidad de potencia en los barrajes y enlaces de un sistema eléctrico determinado.

Estas actividades se llevan a cabo para determinar las fortalezas, fallas y comportamiento eléctrico de los principales transformadores, enlaces y demás componentes del sistema de potencia bajo análisis.

3. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los servicios de mediciones de parámetros eléctricos que se lleven a cabo en GERS.

4. RESPONSABILIDAD

Los responsables de las actividades a realizar dentro de los proyectos de mediciones de parámetros eléctricos, se presentan en la tabla siguiente:

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
ANÁLISIS DE RIESGOS ATS Y ARPT	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
MEDICIONES	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
PROCESAMIENTO DE DATOS	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	Ingeniero electricista
INFORME FINAL	Ingeniero electricista, auxiliar de ingeniería
REVISIÓN INFORME FINAL	Ingeniero electricista
EXPOSICIÓN INFORME	Ingeniero electricista

Tabla No 1: Responsabilidades en el servicio medición de parámetros eléctricos

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

5. DEFINICIONES

4.1 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Se conocen como parámetros eléctricos aquellas variables que permiten conocer el estado de un sistema eléctrico, que son medidas en equipos registradores especializados. Dichos parámetros son la base para los análisis de los sistemas eléctricos. Los parámetros eléctricos utilizados para los análisis son:

Tensiones de Fase (V_a, V_b, V_c)
Tensiones de línea (V_{ab}, V_{bc}, V_{ca})
Corrientes de Fase (I_a, I_b, I_c)
Corriente de línea (I_a, I_b, I_c)
Factores de Potencia Monofásicos (FP 1Φ)
Factor de Potencia Trifásico (FP 3Φ)
Potencias Monofásicas Activa (kW.), Reactiva (kvar.) y Aparente (kVA.)
Potencias Trifásicas Activa (kW.), Reactiva (kvar.) y Aparente (kVA.)
Distorsiones Armónicas de Tensión por fase ($V_{THDa}, V_{THDb}, V_{THDc}$)
Distorsiones Armónicas de Corriente por fase ($I_{THDa}, I_{THDb}, I_{THDc}$)
Componentes armónicas individuales de Tensión por fase hasta 3000 Hz (H_{vi})
Componentes armónicas individuales de Corriente por fase hasta 3000 Hz (H_{ii})

Existen algunos parámetros eléctricos adicionales que se registran para algunos estudios especiales como son:

Frecuencia (Fr)
Factor K (F_K)
Factor de Cresta en Tensión por fase (V_{cf})
Factor de Cresta en Corriente por fase (I_{cf})
Factor de Potencia de desplazamiento (DPF)
Factor de Interferencia Telefónico en Tensión (V_{TIF})
Factor de Interferencia Telefónico en Corriente (I_{TIF})
Eventos Transitorios (Tr)
Arranques de Motores (Am)
Energías Activa y Reactiva (En)

4.2 EQUIPO REGISTRADOR

El Equipo Registrador es el instrumento utilizado para efectuar las mediciones de los diferentes Parámetros Eléctricos. En GERS existen diferentes equipos para realizar las mediciones, cada uno con diferentes características y posibilidades de medición.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 4 de 14
--	-----------	----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

Los equipos utilizados para las mediciones en campo son:

- Registrador DRANETZ PowerVisa
- Registrador DRANETZ PowerGuia
- Registrador DRANETZ PX5
- Registrador DRANETZ HDPQVisa
- Registrador DRANETZ EP1

Las características de cada uno de estos equipos, los manuales con las instrucciones para su instalación y uso, las facturas de compra y el certificado de calibración actualizado, se encuentran en las pastas catálogo ubicadas en el Cuarto de Equipos del Departamento PAC.

4.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Se denomina procesamiento de información al proceso por medio del cual se lleva la información de los equipos registradores a un computador personal y su posterior organización en una hoja de cálculo.

La hoja de cálculo permite ordenar la información y elaborar cálculos de manera que los resultados puedan posteriormente presentarse en forma de tablas y gráficos.

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 planta 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 planta, así como condiciones de seguridad, necesarias para la realización de las mediciones.
- ❑ Se requiere la colaboración permanente del Ingeniero electricista de mantenimiento de la empresa cliente para con su ayuda, ubicar en planos y en campo los puntos de conexión y garantizar que los circuitos medidos cumplan con las condiciones de carga necesarias para el desarrollo del proyecto.
- ❑ Cuando deban hacerse mediciones en la acometida general de la industria, se debe verificar en el diagrama unifilar desde la etapa de cotización, si la tensión de la

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 5 de 14
--	-----------	----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

acometida principal supera los 600 Voltios (Equipos Dranetz EP1, PX5, PowerVisa y PowerGuia) y 1000 Voltios (Equipos Dranetz HDPQ), valor máximo permitido para conectar los equipos de medición en forma directa.

Para valores superiores, se deben utilizar los transformadores de corriente y de tensión dispuestos en el punto, que normalmente son los del contador de energía general. Para tomar las señales del contador es necesario tener acceso total a él, por lo cual se hace necesario coordinar con los funcionarios de la empresa de suministro de energía para retirar parcialmente los sellos del contador mientras se hace la conexión y desconexión del equipo analizador.

6 INFORMACIÓN BÁSICA

La información necesaria para llevar a cabo las mediciones de parámetros eléctricos se detalla en el plan de calidad de este servicio. Como información básica se puede tener:

- Diagrama unifilar.
- Información de transformadores de potencia y de medida.
- Información de enlaces.
- Esquemas típicos de operación.
- Ubicación y características de bancos de condensadores.
- Niveles típicos de carga en cada uno de los transformadores de potencia de la planta.
- Carga actual de las principales máquinas asociadas a los puntos de medición.

7 ALISTAMIENTO DE EQUIPO, HERRAMIENTA Y DOTACIÓN

El alistamiento de 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 EQUIPO

- Computador portátil
- Cables de conexión
- El Equipo Registrador a utilizar, depende de las características u objetivo del trabajo. La tabla que se presenta a continuación, muestra los diferentes parámetros eléctricos que miden cada uno de los equipos.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 6 de 14
--	-----------	----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

Equipo	V	I	FP	Pot	F _k	Thd	Ai	Fr	FC	DPF	TIF	ETr	AM	En
Dranetz PowerGuia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dranetz PowerVisa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dranetz PX5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dranetz HDPQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dranetz EP1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X

Tabla No 2: Variables que se pueden medir con cada equipo

Los equipos utilizados en GERS S.A. para las diferentes mediciones de campo, son:

Nombre del equipo	Marca	Ubicación original
Dranetz PowerGuia	Dranetz Technologies	Departamento de Calidad de Potencia
Dranetz PowerVisa	Dranetz Technologies	Departamento de Calidad de Potencia
Dranetz PX5	Dranetz Technologies	Departamento de Calidad de Potencia
Dranetz HDPQVisa	Dranetz Technologies	Departamento de Calidad de Potencia
Dranetz EP1	Dranetz Technologies	Departamento de Calidad de Potencia

Tabla No 3: Equipos para medición de parámetros eléctricos

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.

Los equipos a utilizar deben estar calibrados, comparados metrológicamente y verificados antes de uso de acuerdo al PR 106 Procedimiento Gestión Metrológica y deben estar registrados en el RG-106-2 Programa de control metrológico para asegurar que la calibración se mantenga.

Los equipos y accesorios se deben inspeccionar físicamente, actividad previa al envío o salida de equipos de las instalaciones de GERS. 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.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 7 de 14
--	-----------	----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

7.2 HERRAMIENTAS

- Alicates
- Destornilladores
- Linterna
- Extensiones
- Adaptadores
- Pinzas
- Cortafríos

7.3 DOTACIÓN DE SEGURIDAD

Cada funcionario que adelante actividades de medición de parámetros eléctricos, debe estar dotado de los siguientes elementos:

- Casco protector dieléctrico
- Gafas de seguridad
- Guantes de protección de acuerdo con el nivel de tensión a trabajar
- Botas dieléctricas
- Camisa manga larga y pantalón jean
- Protectores auditivos
- Traje anti arco eléctrico nivel 2
- Traje anti arco eléctrico nivel 4
- Tapete dieléctrico

8 COORDINACIÓN DE MEDICIONES

La definición del tipo de conexión se realiza para cada punto de medición. El tipo de conexión puede variar de un punto a otro, de una subestación a otra o variar en un mismo punto de medición de acuerdo con la configuración y características propias de los equipos existentes en cada empresa.

8.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE CONEXIÓN

Los tipos de conexión que se pueden emplear para conectar los equipos de registro propiedad de GERS, pueden ser:

- Split phase
- Estrella

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 8 de 14
--	-----------	----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

- Delta
- Delta abierta
- Monofásica

8.2 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

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

8.3 PROGRAMACIÓN DE LOS REGISTROS

La programación de los registros a obtener la hace el ingeniero encargado del estudio por medio del software propio de cada equipo.

8.4 PARÁMETROS A MEDIR

Los parámetros eléctricos a medir se definen en el alcance de la cotización y comprenden los presentados en el numeral 4.1.

Cuando el cliente requiera la medición de parámetros adicionales, éstos pueden programarse teniendo en cuenta la capacidad de memoria de los equipos.

9 PELIGROS RIESGOS Y CONTROLES

De acuerdo a los peligros presentes durante la ejecución de las actividades se identifican los riesgos y se establecen los controles pertinentes

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 9 de 14
--	-----------	----------------

PELIGRO	RIESGO	CONTROLES REQUERIDOS ANTES, DURANTE Y EN CASO DE EMERGENCIA (Preventivos/ Protectivos/ Reactivos)	RESPONSABLE
Transito Vehicular: Mal estado de vías nacionales y vías terciarias, falta de señalización, fallas geológicas y terreno inestable, conductores imprudentes	Accidente vehicular, Hematomas y golpes, fracturas, fatalidades y accidentes de transito, deslizamiento de tierra que pueden generar atrapamientos, aplastamiento	PREVENTIVO: - Inspección preoperacional diaria y continua del vehículo, cumplir con normas de seguridad vial, tener sistema de comunicación disponible (celular) e informarse del estado de las vías. Aplicación de la regla fundamental N° 6 del decálogo del angel comprometido de Ecopetrol (en el trabajo y fuera de él siempre respeto las señales y las normas de tránsito, utilizo los cinturones de seguridad y cuido al peatón), solicitar apoyo a las diferentes entes de tránsito, verificar competencias del conductor con el cual se realizará el desplazamiento del personal.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC
		PROTECTIVO: Cumplir con las normas de seguridad vial y mantener el vehiculo en muy buenas condiciones , uso del cinturón de seguridad para todos los ocupantes, concentración en la labor.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC
		REACTIVO: Activar el Plan de emergencia y MEDEVAC en caso de ser necesario, disponer de botiquin de primeros auxilios, prestar los primeros auxilios al personal afectado, en caso de colisión, esperar a las autoridades competentes.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC
BIOMECAÑICOS: Posturas inadecuadas, trabajo prolongado con flexion de miembros superiores e inferiores, sobreesfuerzos y giros manipulacion y traslado de equipos	Lesiones osteomusculares (Lumbagos, espasmos musculares)	PREVENTIVO. Inducción sobre el manejo seguro de cargas, conocer instructivo SOA-I-150-ECP manejo de cargas, realizar pausas activas, conocer que la máxima carga que puede levantar una persona (hombre) es 25 kg	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Realizar actividades coordinadamente, aplicar instructivo SOA-I-150-ECP manejo de cargas, adoptar posiciones adecuadas para la tarea, concentración en la labor.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el plan de emergencia en caso de ser necesario y disponer de transporte para poder evacuar el personal afectado, prestar los primeros auxilios si los requiere.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
MECANICOS: Manipulación de Elementos, equipos y herramientas.	Laceraciones, heridas, atrapamientos, golpes con herramienta	PREVENTIVO. Inducción sobre el manejo seguro de herramientas, Identificar puntos de atrapamiento y superficies cortantes y punzantes	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Coordinar movimientos para cargue o descargue de equipos y herramientas, concentración en la labor.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el plan de emergencia en caso de ser necesario y disponer de transporte para poder evacuar el personal afectado, prestar los primeros auxilios si los requiere.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
LOCATIVO: Superficies irregulares (liso, huecos, pendiente s pronunciadas), obstaculos en el traslado y movimiento de equipos	Resbalones y tropiezos, que pueden generar caídas, y posteriores lesiones osteomusculares (fracturas ,esguinces, laceraciones, heridas varias), fatalidades	PREVENTIVO. Caminar con precaución y concentración en los desplazamientos, no hablar por celular mientras camina ni caminar mirando hacia atrás o viendo al compañero (ojos en la tarea), inspección del área de trabajo previo inicio de la descarga de equipos	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Uso de elementos de protección personal básico en buen estado.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el Plan de emergencia y MEDEVAC en caso de ser necesario, disponer de botiquin de primeros auxilios, prestar los primeros auxilios al personal afectado.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería

PELIGRO	RIESGO	CONTROLES REQUERIDOS ANTES, DURANTE Y EN CASO DE EMERGENCIA (Preventivos/ Protectivos/ Reactivos)	RESPONSABLE
BIOLOGICOS: Picaduras, mordeduras, Virus (COVID- 19)	Desplazamiento por las Instalaciones y Locaciones	PREVENTIVO: Previa inspeccion del area de trabajo en caso de identificar presencia de animales , detener actividad e informar HSE ECOPETROL Y/O BOMBEROS. Conocer medidas preventivas Protocolo riesgo biologico COVID-19 y Análisis de riesgo COVID-19 GHS-F-126	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Tener precaución en caso de identificar riesgos biologicos, uso de EPP, botas, ropa de dotacion, camisa manga larga, uso de repelente Aplicar medidas de control Protocolo riesgo biologico COVID-19 y Análisis de riesgo COVID-19 GHS-F-126 (uso tapabocas, lavado de manos, distanciamiento, registro diario de condiciones de salud)	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el plan de emergencia prestando primeros auxilios en caso de ser necesario y aplicar MEDEVAC para evacuar el personal afectado. En Caso de sintomas COVI-19 aplicar protocolo, aislar e informar a EPS para su atención ya sea en casa en centro asistencial.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
FISICOS: Sol y altas temperaturas, Lluvia /Tormentas eléctricas - Fuertes vientos /cambio brusco de temperatura mientras s recolecta información en el área de trabajo	Insolación, Golpe de calor, deshidratación, desmayos, vomito, enfermedad de piel, Enfermedades respiratorias, fatalidad, laceración por cuerpos extraños, fatiga, dolor decabeza, estress.	PREVENTIVO: Descansos cortos y pausas activas, disponer de bebidas hidratantes o agua para hidratación, detener actividades en labores de patio en caso de lluvia.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Uso de camisa manga larga, casco de seguridad, guantes de seguridad, así como aplicación de bloqueador solar 30 minutos antes de la exposición al sol, hidratación constante.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: En caso de trabajador sofocado o con sudoración excesiva, vómito (gire lacabeza para que no se ahogue), cefalea o deficiencia respiratoria, llévelo a la sombra y retirele la camisa, botas, guantes, gafas y casco; informe inmediatamente al supervisor o HSE y simultáneamente, realice el traslado al centro asistencial más cercano, para valoración médica. Disponer de vehículo en sitio, uso del pito, evacuar al personal del área de riesgo, para evaluar el peligro y tomar las decisiones necesarias, para evitar lesiones. /o complicaciones mayores.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
Riesgo Eléctrico: trabajo con equipos para la ejecución de las pruebas eléctricas.	Electrización, quemaduras, paro cardiorespiratorio, Electrocuación, Muerte. A causa de descargas electricas, arco eléctrico, contacto directo e indirecto, tensión de paso y contacto	PREVENTIVO: Capacitación en riesgo eléctrico, verificar ausencia de tensión y desenergizar de ser necesario, implementar AR GHS-F-126 vigente y SAES, conocimiento del procedimiento de trabajo seguro PR-103 PR-102A pruebas IED, Verificación del estado de los cables de los equipos, aplicación de las 5 reglas de oro.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Uso de elementos de protección personal (botas dielectricas, gafas de seguridad, casco y guantes de vaqueta) en buen estado, camisa manga larga de dotacion en algodón 100%). Aplicación del procedimiento de trabajo seguro PR-103, diligenciamiento del permiso de trabajo, aplicar medidas de control AR GHS-F-126 vigente y SAES, realizar descarga de los circuitos de los equipos bajo prueba posterior a la realización de las mismas.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el Plan de emergencia (rescate), brindar primeros auxilios en caso de ser necesario, aplicar RCP, informar inmediatamente al supervisor encargado o al HSE y trasladar al afectado al acentro médico cercano. Disponer de teléfonos de emergencia, kit de rescate , botiquin de primeros auxilios y vehiculo disponible para emergencia.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería

PELIGRO	RIESGO	CONTROLES REQUERIDOS ANTES, DURANTE Y EN CASO DE EMERGENCIA (Preventivos/ Protectivos/ Reactivos)	RESPONSABLE
RIESGO PSICOSOCIAL: Falta de motivación para la realización de actividades.	Situaciones de estrés que causan desconcentración generando lumbalgias , dolores musculares , golpes machucones atrapamientos	PREVENTIVO. Charlas preoperacionales, seguimiento y control a las condiciones de salud del personal, conocimiento de los procedimientos para realizar la labor.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Uso de los procedimientos para realizar la labor, realice las actividades de acuerdo a lo planeado, apoyese en personal de la oficina en caso e duda al realizar alguna actividad, respete los tiempos de descanso establecidos	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el plan de emergencia en caso de ser necesario y disponer de transporte para poder evacuar el personal afectado, prestar los primeros auxilios si los requiere.	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
Riesgo de seguridad: Incendio	Quemaduras	PREVENTIVO. Capacitación en teoría del Fuego, capacitación en manejo de extintores.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Uso de camisa manga larga 100% algodón, casco de seguridad, guantes de seguridad, identificar la ubicación de los extintores verifique que se encuentre disponible y su acceso no presente obstrucciones para su acceso	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Activar el plan de emergencia en caso de ser necesario utilizar los extintores y evacuar el area	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
OPERACIONAL: salida de operación durante o después de las mediciones de parámetros eléctricos	Disparos indeseados durante la prueba o al restablecer el servicio	PREVENTIVO. Contar con los diagramas de conexión de los equipos, contar con el diagrama unifilar, acompañamiento del operador para identificación el circuito a realizar mediciones	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: precaución al abrir las celdas del circuito, evaluar los puntos del circuito que faciliten la instalación de las pinzas, en caso de retirar barrearas ubicarlas luego de instalar los equipos, uso de los EPP requeridos, acompañamiento permanente	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: Informar a la autoridad electrica de arco electrico o disparo indeseado, atención de la emergencia y esperar a que Ecopetrol restablezca el servicio	Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
PELIGROS AMBIENTALES Contaminación del suelo. Daños a la propiedad (impacto ambiental)	Disposición inadecuada de residuos, contaminación	PREVENTIVO. Inducción sobre el plan de gestion integral de residuos para selección y disposición de residuos de acuerdo al código de colores para , reciclables,organicos, RESPEL y RAES, Inducción en orden y aseo, SOA-I-138 y SOA-I-139 (Disposición de Residuos Sólidos)	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		PROTECTIVO: Identificación de puntos de reciclaje y disposición de residuos, aplicar con lo residuos resultantes el código de colores, mantener el area de trabajo en buenas condiciones de orden y aseo, limpieza final del sitio de trabajo.	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería
		REACTIVO: En caso de derrames o disposición inadecuada, activar el plan de emergencia para impactos ambientales con el fin de reconfiguración detallada de áreas impactadas,	Conductor - Ingeniero de proyectos PAC Auxiliar de Ingeniería

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

10 EJECUCIÓN DE LAS MEDICIONES

Las mediciones empiezan una vez definidos los puntos a medir, la configuración de conexión del equipo de medida y la programación de los parámetros que se desean registrar.

La ejecución de las mediciones comprende las siguientes etapas:

10.1 SEGURIDAD 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).

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.

El PR-119 PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, VALORACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES indica cómo hacer este análisis, en el numeral 9 de este documento se indican los peligros identificados y los controles a aplicar.

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.

Si la empresa cliente tiene registros equivalentes a los ATS y Análisis de riesgo previo a la tarea, se usarán estos durante el desarrollo del proyecto y no es necesario usar los diseñados en GERS.

10.2 PLANEACIÓN DE LAS MEDICIONES

Esta labor se realiza en conjunto con el personal asignado por Ecopetrol para las actividades a realizar, se tiene en cuenta las siguientes actividades:

- Elaboración de Cronograma de Actividades
- Asignación de recurso humano y equipos

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 13 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

- Capacitación del personal en CFTSL fase 3, modulo 1 control de trabajo y módulo 2 Análisis de riesgo.
- Elaboración de Análisis de Riesgos parte B de acuerdo al análisis de riesgo vigente entregado por el emisor

10.3 CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS

- Una vez diligenciados y autorizados los documentos de seguridad y cumpliendo las medidas de control establecidas (aseguramiento del sitio, señalización y utilización de los elementos de seguridad adecuados) y determinado el punto exacto para la instalación del equipo de medición, se suministra la alimentación a 110 o 220 Voltios de corriente alterna (V_{ca}) del equipo registrador y se enciende. El punto de medición se decide de acuerdo con los objetivos del estudio y la infraestructura eléctrica de cada uno de los sitios en los que se realizarán las mediciones.
- Posteriormente se debe verificar el buen contacto de los extremos que corresponden al equipo medidor tanto de las puntas de tensión como de las pinzas de corriente que se instalarán.
- Terminada esta etapa, el ingeniero y/o el auxiliar de ingeniería proceden a la apertura de los tableros, celdas o bandejas portacables donde se vaya a realizar la medición para tener acceso a los conductores o barrajes.
- Se escoge la colocación de las puntas de tensión conectando primero el cable de tierra de seguridad del equipo para prevenir posibles choques eléctricos al personal que realiza la conexión.
- Hecho esto, se conectan una a una las puntas que tomarán las señales de tensión durante la medición asegurándose que cada punta de tensión haya quedado fija en el punto de conexión y que no se soltará, antes de conectar la siguiente. Esta conexión de puntas de tensión se hace identificando previamente las fases del circuito eléctrico a intervenir.
- Las señales de tensión pueden suministrarse a los equipos registradores directamente del sistema si la tensión nominal es menor o igual a 600 V. Para tensiones superiores se requiere la utilización de transformadores de potencial (TP's), cuyas relaciones de transformación se programan en el equipo registrador, el cual convierte los valores medidos en magnitudes primarias.
- Cuando se terminan de conectar las señales de tensión del equipo se procede a la colocación de las señales de corriente. La conexión se hace generalmente mediante

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 14 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

pinzas de corriente del tipo CLAMP-ON o FLEXIBLES. Estas pinzas abrazan a los conductores o barras y censan la corriente que circula por ellos llevando una señal reducida al equipo registrador.

- ❑ Antes de conectar la siguiente pinza, se debe asegurar que la anterior haya quedado bien conectada y su núcleo perfectamente cerrado. Se debe hacer esta verificación hasta que se termine de conectar la última pinza de corriente.
- ❑ Las pinzas amperimétricas se instalan ya sea en el secundario de los transformadores de corriente (TC's) dispuestos en cada sitio para la medición o directamente sobre conductores aislados.
- ❑ Igualmente para tomar señales secundarias de los TC's de la empresa contratante o los TC's de la empresa de suministro de energía, se instalan pinzas del tipo CLAMP-ON, dado que estas señales normalmente serán de 1,0 Amperio a 5,0 Amperios, igualmente se debe asegurar que estas se encuentren bien cerradas.

10.4 REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO MEDIDOR

- ❑ Si la conexión que se hace de las señales de tensión y de corriente se realiza directamente sobre los conductores, debe observarse que los niveles no sobrepasen la capacidad de conducción de los cables ni la relación de las pinzas. Igualmente las pinzas de corriente ya sean tipo Flexible o tipo Clamp-on deben quedar perfectamente cerradas y aseguradas.
- ❑ Antes de empezar las mediciones se deben revisar nuevamente en la programación del equipo, las relaciones de transformación introducidas siempre que los trabajos se realicen con las señales secundarias de los transformadores de potencial y de corriente.
- ❑ Una vez conectado el equipo de registro se debe garantizar que no va a ser desconectado accidentalmente u operado por personas ajenas a GERS. También se debe garantizar la continuidad de la alimentación a 110 o 220 V_{ca} para el normal funcionamiento del equipo registrador.

10.5 VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS EN PANTALLA

- ❑ Después de la conexión de las señales de tensión y corriente debe hacerse una verificación de los datos que aparecen en la pantalla del equipo de registro o en la pantalla del computador portátil con el fin de comprobar la consistencia de los resultados antes de empezar a recoger los registros de las mediciones. Esta verificación tiene un carácter preventivo y evita tener que repetir mediciones.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 15 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

- ❑ Se recomienda que la verificación de los resultados en pantalla se haga 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 y corrientes.
 - Signo y valor del factor de potencia.
 - Secuencia de las fases.
 - Signo y magnitud de las potencias trifásicas.

También se recomienda verificar que el equipo de medición se encuentre cargando correctamente la información a su memoria interna, esta verificación se hace visualizando el primer dato guardado en la pantalla del equipo analizador, labor que generalmente no toma más de quince minutos.

10.6 AJUSTE DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

En el caso en que las magnitudes observadas en pantalla no concuerden con los datos reales, debe realizarse un ajuste al sistema de medición según la anomalía que se esté presentando. A continuación se presentan los problemas mas frecuentes:

10.6.1 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.

10.6.2 Problemas en las magnitudes de corrientes

Deben descartarse las posibles causas:

- ❑ Revisar que las pinzas abarquen en su totalidad a los conductores que se desean medir y que se encuentren bien cerradas.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 16 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

- ❑ Revisar la relación de transformación introducida al equipo (cuando se están tomando las señales de corriente del secundario del transformador).

10.6.3 Problemas con el factor de potencia

Cuando la conexión es trifásica y el factor de potencia no concuerda con el real, se recomienda:

- ❑ Cambiar la polaridad de las pinzas de corriente si ésta se encuentra invertida.
- ❑ Cambiar la secuencia de las fases en las señales de tensión que entran al equipo.
- ❑ Asegurar que cada señal de tensión esté tomada de la misma fase que la respectiva señal de corriente.

Hay que tener en cuenta que existen otros tipos de conexión para las señales de tensión y corriente donde no es posible corregir los factores de potencia de cada fase y donde el factor de referencia debe ser el trifásico.

En caso de anomalías debe también verificarse la concordancia de la configuración de la conexión del equipo con la recomendada para el sistema bajo medición.

10.7 DESCONEXIÓN DE EQUIPOS

Antes de proceder con la desconexión de los equipos se recomienda realizar rápidamente todas las verificaciones en pantalla descritas en el numeral 9.4, y descargar la información recopilada por el equipo durante el período de medición a un computador portátil, asegurándose de poseer los registros necesarios para el desarrollo del estudio; de esta manera se evita repetir labores en caso de haberse presentado anomalías durante el período de medición o por falta de registros. Si todo se encuentra conforme, se procede a la desconexión del equipo llevando a cabo el proceso inverso al que se realizó para su conexión.

11 ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL

La elaboración del informe final comprende varias actividades bajo la responsabilidad del ingeniero y del auxiliar de ingeniería asignados al proyecto. Estas actividades son:

11.1 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

El equipo registrador almacena los registros en una base de datos propia del software de cada equipo. Esta base de datos debe ser convertida en una hoja electrónica para permitir el manejo y presentación de los resultados.

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 17 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

Una vez se tienen los archivos en formato de hoja electrónica, se realizan los cálculos necesarios. Entre estos cálculos están:

- Cargabilidad
- Desbalances
- Factores de Utilización
- Valores máximos, promedios y mínimos de los parámetros registrados
- Cálculos especiales requeridos por el cliente

Estos cálculos se realizan utilizando macros en Excel o directamente del programa del equipo, empleando fórmulas de cálculo.

Con la información procesada se elaboran las tablas de valores máximos, promedios y mínimos de los diferentes parámetros que se presentan en el informe, así como las gráficas de:

- Perfiles de tensión
- Corrientes
- Potencias
- Factores de potencia
- Distorsiones armónicas tanto de tensiones como de corrientes

11.2 REVISIÓN INFORME FINAL

El informe final es revisado por una persona diferente a quien lo elaboró. Esta revisión se registra en medio electrónico y en la portada del informe usando las iniciales de las personas que participaron en su elaboración.

12 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 Mediciones Parámetros Eléctricos.

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

Archivo: PR-101 Medición parámetros elec Rev 5 Mayo 2021	Copia No:	Página 18 de 14
--	-----------	-----------------

GERS	PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	PR- 101	
		Revisión No : 05	Fecha de aprobación Mayo 19 de 2021

13 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
- PR-106: Procedimiento para la Gestión Metrológica

14 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