

**Justificación Técnica de la Selección del Sistema de Medición Semidirecta para un
Transformador Trifásico de 75 kVA, Relación 13200/208-120 V**

PRESENTADO POR:

Leidy Vanesa Ramírez Jaime

Jesús Eduardo Parra Acevedo

Henry Leonardo Villamil Sánchez

Universidad Industrial de Santander.

Bucaramanga - Santander

Trabajo de grado

Mayo 2026.

Resumen

En el presente documento se justifica técnica y normativamente la selección de un sistema de medición semidirecta para el registro de energía eléctrica de un transformador de distribución trifásico de 75 kVA, con relación de transformación 13200/208-120 V. Se presentan los cálculos de corriente nominal en los devanados primario y secundario, se analizan las condiciones de tensión y de seguridad que impiden el uso de medición directa, y se sustenta la decisión con base en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y las normas técnicas colombianas (NTC) aplicables a los sistemas de medida de energía eléctrica.

Palabras clave: medición semidirecta, transformador de corriente, transformador de tensión, RETIE, media tensión.

Introducción

La correcta selección del sistema de medición de energía eléctrica es un requisito fundamental en todo proyecto de conexión a la red de distribución, ya que de ella depende la seguridad de las personas, la integridad de los equipos y la exactitud del registro comercial de energía. En proyectos que involucran transformadores de distribución conectados en niveles de media tensión, como el caso de un transformador trifásico de 75 kVA con relación 13200/208-120 V, la norma colombiana establece condiciones específicas que orientan al proyectista hacia el uso de medición semidirecta mediante transformadores de instrumento (transformadores de corriente y de tensión).

El propósito de este documento es justificar, a partir de los cálculos eléctricos y del marco normativo vigente en Colombia, por qué la medición semidirecta es la alternativa técnica correcta y obligatoria para este proyecto, en contraposición a una medición directa o indirecta.

Datos de Placa del Transformador

El equipo objeto del proyecto corresponde a un transformador de distribución trifásico, tipo reductor, cuyas características nominales se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Características nominales del transformador

Parámetro	Valor
Potencia nominal (S)	75 kVA
Conexión	Trifásica
Tensión primaria (V_p)	13 200 V (media tensión)
Tensión secundaria (V_s)	208Y/120 V
Nivel de tensión (RETIE)	Nivel II - Media tensión ($1 \text{ kV} < V \leq 30 \text{ kV}$)

Cálculo de las Corrientes Nominales

Para determinar el tipo de sistema de medida aplicable, es necesario calcular la corriente a plena carga en el devanado primario y en el devanado secundario, empleando la ecuación general de potencia trifásica:

$$I = S / (\sqrt{3} \times V_{LL})$$

Corriente en el lado primario (13 200 V)

$$I_p = 75\,000 \text{ VA} / (\sqrt{3} \times 13\,200 \text{ V}) = 3.28 \text{ A}$$

Corriente en el lado secundario (208 V)

$$I_s = 75\,000 \text{ VA} / (\sqrt{3} \times 208 \text{ V}) = 208.2 \text{ A}$$

Estos resultados evidencian dos condiciones críticas para la selección del sistema de medida: (a) la tensión primaria de 13 200 V corresponde a un nivel de media tensión, en el cual está prohibido el contacto o la conexión directa de instrumentos de medida; y (b) la corriente en el lado secundario, de 208.2 A, supera ampliamente los valores nominales de los medidores de conexión directa normalizados, lo que exige el uso de transformadores de corriente para reducir la señal a valores medibles de forma segura y normalizada (1 A o 5 A).

Justificación de la Medición Semidirecta

Nivel de tensión de conexión

De acuerdo con el RETIE, las instalaciones conectadas en niveles de tensión II, III y IV (superiores a 1 kV) deben contar con sistemas de medición semidirecta, dado que la manipulación directa de conductores o barrajes energizados a 13 200 V representa un riesgo eléctrico inaceptable para el personal de instalación, operación y mantenimiento (Ministerio de Minas y Energía

[MME], 2024). En consecuencia, la medición directa —permitida únicamente en baja tensión y para corrientes limitadas— queda descartada desde el punto de vista normativo para este proyecto.

Magnitud de la corriente de carga

Aun si se considerara el punto de medición en el lado de baja tensión (208 V), la corriente calculada de 208.2 A excede los rangos típicos de los medidores de conexión directa utilizados por los operadores de red colombianos, que generalmente admiten corrientes máximas de 100 a 200 A (EPM, 2021). Por lo tanto, se requiere de manera semidirecta o semidirecta el uso de transformadores de corriente (TC) que reduzcan dicha señal a un valor secundario normalizado, típicamente 5 A.

Seguridad para las personas y los equipos

La medición semidirecta permite ubicar el medidor y los circuitos de baja energía en un punto físicamente separado y aislado del circuito de potencia, reduciendo el riesgo de arco eléctrico, electrocución y daño al instrumento. Los transformadores de corriente (TC) y de tensión (TP) actúan como una barrera de aislamiento galvánico entre el sistema de potencia y el sistema de medida, característica indispensable cuando se trabaja en media tensión (EPM, 2021).

Exactitud y estandarización del registro de energía

El uso de transformadores de medida certificados, con clases de exactitud definidas (por ejemplo, 0.2S o 0.5S), garantiza que el registro de energía activa y reactiva cumpla con los límites de error establecidos en la NTC 2205 para transformadores de corriente y en la NTC 5019 para la selección de equipos de medición de energía eléctrica, lo cual es indispensable para efectos

comerciales y de facturación (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2018).

Clasificación del punto de medición:

Con CI = 75 kVA (rango $10 \leq CI < 100$ kVA) → Tipo de punto de medición 4:

- Índice de clase medidor de energía activa: 1
- Índice de clase medidor de energía reactiva: 2
- Clase de exactitud del TC: 0,5
- Medidor de respaldo: No requerido
- Transformador de corriente (Tabla 6, medición semidirecta a 120/208 V): Capacidad instalada 50 a 75 kVA → Relación 300/5
- Clase: 0,5S

Equipos Requeridos para el Sistema de Medición Semidirecta

Conforme al análisis anterior, el sistema de medida del proyecto debe estar compuesto, como mínimo, por los siguientes elementos:

- Tres (3) transformadores de corriente (TC), con relación de transformación seleccionada 300:5 A y su respectivo factor de sobrecarga, clase de exactitud 0.5S.
- Un medidor de energía activa y reactiva con entradas normalizadas de 5 A y 120 V, compatible con conexión semidirecta.
- Bloque de pruebas (test block) y sistema de puesta a tierra de los secundarios de los transformadores de medida, conforme al RETIE.

Conclusión

A partir del análisis de tensión de conexión (13 200 V, nivel II de media tensión) y de la corriente nominal calculada en el secundario (208.2 A), se concluye que la medición semidirecta es la única alternativa técnica y normativamente válida para el proyecto del transformador trifásico de 75 kVA. Esta selección garantiza la seguridad del personal, la protección de los equipos, la exactitud del registro de energía y el cumplimiento del RETIE y de las normas técnicas colombianas NTC 2205 y NTC 5019, condiciones exigidas por los operadores de red para autorizar la conexión del proyecto al sistema de distribución.

Referencias

- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2021). *Selección y conexión de equipos del sistema de medida de energía eléctrica (RA8-030)*. <https://www.epm.com.co/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2018). *Transformadores de medida. Transformadores de corriente (NTC 2205)*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2018). *Selección de equipos de medición de energía eléctrica (NTC 5019)*.
- Ministerio de Minas y Energía [MME]. (2024). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Resolución 40117 de 2024)*.
<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>
- Empresa de Energía del Quindío [EDEQ]. (2024). *Manual de normas técnicas, Capítulo 6: Medidores y acometidas*. <https://www.edeq.com.co/>