

Jornadas de **Conocimiento** e **Innovación** 2026
ENERGÍA QUE DA **VIDA** A LA **TRANSICIÓN**

Innovación en el análisis de fallas: Evaluación avanzada de localización y protecciones eléctricas

Autores

- Juan Carlos Rodríguez Suárez
- David Álvarez Osorio
- Germán Alonso Gutiérrez Ramírez
- Sebastián Giraldo Ríos

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

DESAFÍO 1: Ubicar una falla en una línea de transmisión de forma automática, eficiente y precisa

DESAFÍO 2: Evaluar la operación de protecciones eléctricas en las líneas de transmisión en tiempo real



Condiciones: Bajo costo, infraestructura existente, incorporando experiencia y conocimiento

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA

DESCARGAS Y ANÁLISIS MANUALES

Alto consumo de tiempo y recursos

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

+15 años de desarrollo continuo (protocolos, métodos, software)

APLICATIVOS SAGES y DAE

Automatización de descargas y análisis semiautomático de eventos

INTEGRACIÓN SAGESDAE

Arquitectura en la nube unificada y procesamiento automático

EVALUACIÓN AVANZADA DE FALLAS

- Localización avanzada
- Evaluación protecciones
- Generación archivos para pruebas
- Caracterización de fallas

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna



Localización Avanzada de fallas

Se debe elegir el método adecuado según el tipo de falla, tipo de línea y las fuentes disponibles.

Los resultados deben ser confiables para evitar sobrecostos de inspección y pérdida de disponibilidad de los activos

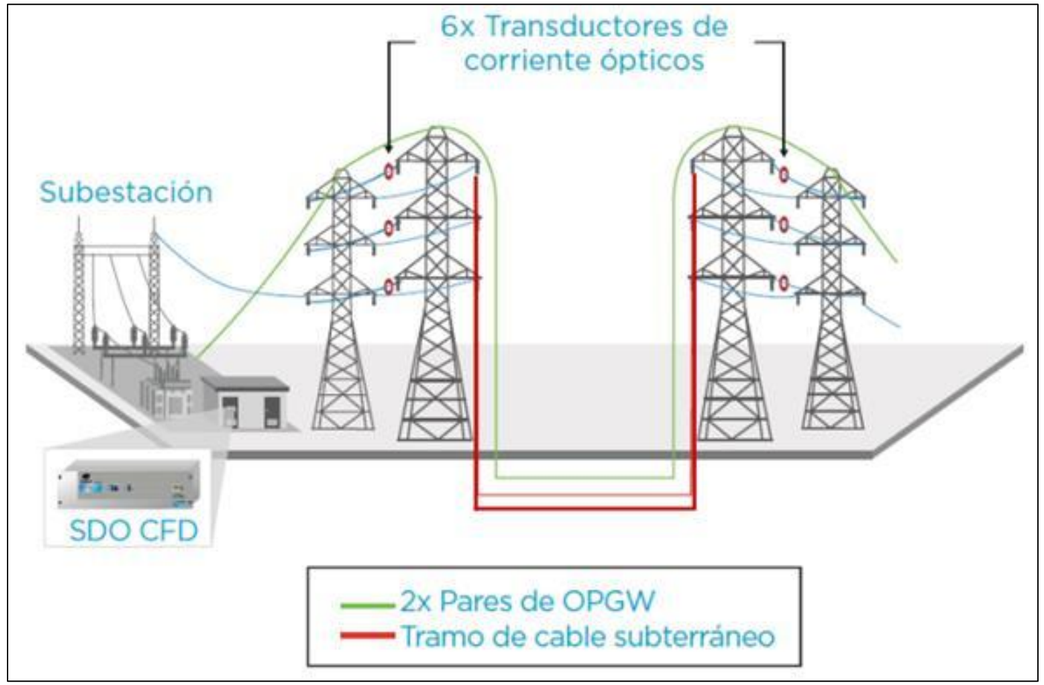
- Integración de métodos especializados
- Sistema experto adaptado al tipo de falla y tipo de línea
- Cálculo automático de resistencia de falla
- Resultados contrastables y precisos
- Solución basada en la experiencia operativa y la implementación de algoritmos probados.

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

CASO REAL 1

El 15 de mayo del 2025 a las 15:49 horas se presentó el disparo del circuito Ancón Sur EPM – Heliconia 2 230 kV , circuito que presenta un tramo subterráneo de 1.126 km y uno aéreo de 20.92 km

- Señalización de falla en la fase B del circuito
- El circuito no realizó recierre automático
- Indicación de activación de la protección diferencial propia del tramo subterráneo
- En diciembre del 2024 se había actualizado el firmware del relé 87L con la última versión probada del fabricante
- Se presentaban lluvias en el circuito



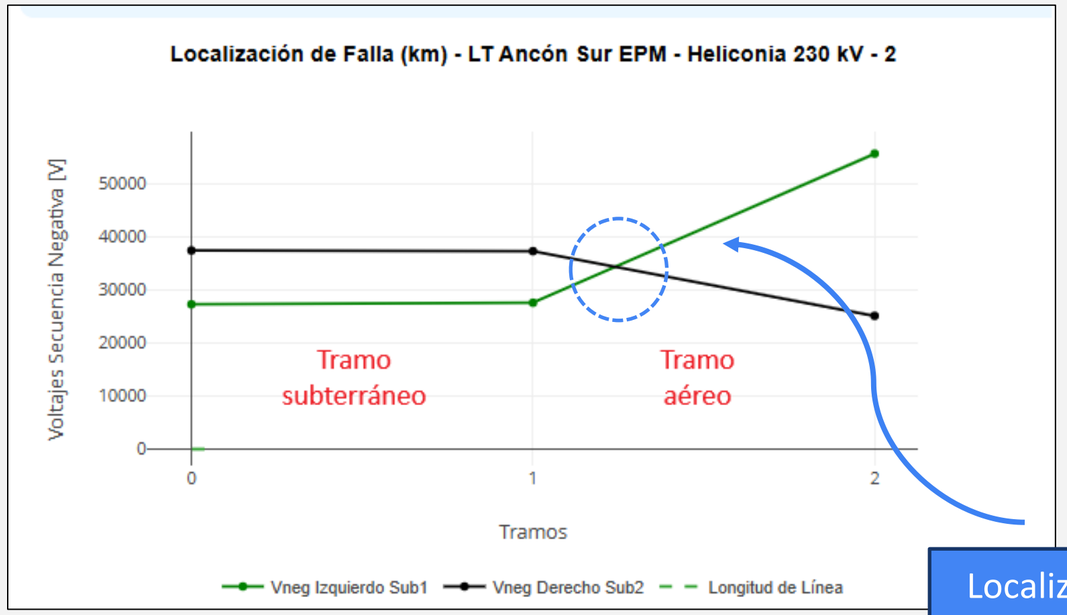
¿Qué decisión debería tomar el Centro de Control?

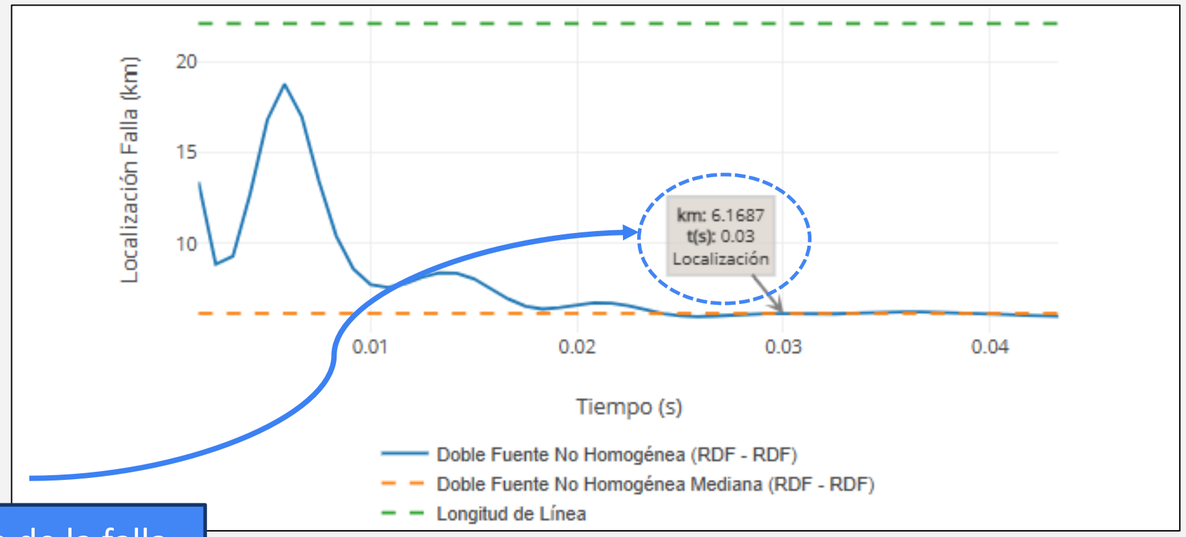
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna

CASO REAL 1

El 15 de mayo del 2025 a las 15:49 horas se presentó el disparo del circuito Ancón Sur EPM – Heliconia 2 230 kV , circuito que presenta un tramo subterráneo de 1.126 km y uno aéreo de 20.92 km





Localización de la falla en el tramo aéreo

Localización de la falla

Elemento	Equipo Extremo A	Equipo Extremo B	Longitud de línea [km]	Distancia a subestación A [km] [% de línea]	Distancia a subestación B [km] [% de línea]	Estadísticas [Desviación]	Método
LT Ancón Sur EPM - Heliconia 230 kV - 2	RDF-Siemens 7KE85	RDF-Siemens 7KE85	22.08	6.18 - [28.00 %]	15.90 - [72.00 %]	+- 0.202 km	Doble Fuente No Homogénea

El Centro de Control tomó la decisión de energizar el circuito basado en la localización y la correlación de ésta con descargas atmosféricas, a los 15 minutos. Posteriormente se encontró que la protección del tramo subterráneo tuvo una anomalía en su operación

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna

CASO REAL 2

El día 15 de octubre del 2025 a las 11:59 horas se presentó el disparo del circuito Porce III - Sogamoso 500 kV con una carga de 201 MW ante una falla monofásica Fase A. Este circuito tiene una extensión de 235 km y conecta dos nodos de generación. El evento repite 1 hora más tarde

- Señalización de falla en la fase A del circuito
- El circuito realizó recierre en falla en ambos extremos
- No hubo localización en protecciones de ningún extremo
- Operación de protecciones distancia en Zona 1 y función Diferencial de línea 87L
- Había cuadrillas realizando inspecciones de servidumbre



Se solicita una localización al Centro de Control para enviar el personal a sitio lo antes posible

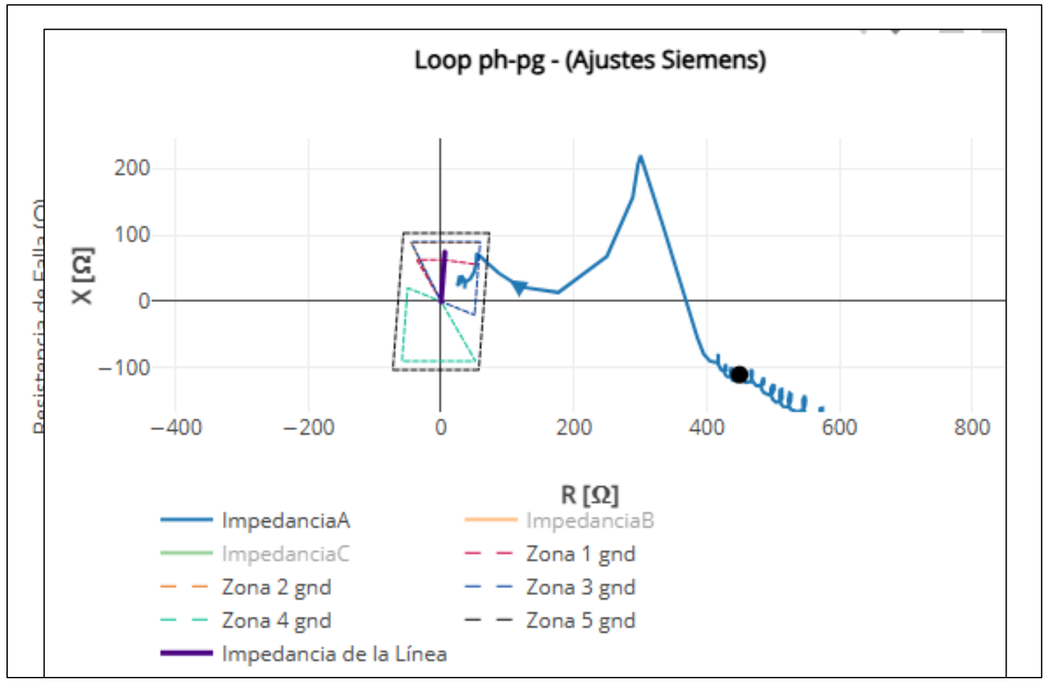
isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna

CASO REAL 2

El día 15 de octubre del 2025 a las 11:59 horas se presentó el disparo del circuito Porce III - Sogamoso 500 kV con una carga de 201 MW ante una falla monofásica Fase A. Este circuito tiene una extensión de 235 km y conecta dos nodos de generación. El evento repite 1 hora más tarde

Evolución de la impedancia vista en el relé



Varios métodos de localización y resistencia de falla para contraste de resultados

Distancia a subestación A [km] .	Distancia a subestación B [km] ...	Estadísticas [Desviación]	Método
75.03 - [31.83 %]	160.69 - [68.17 %]	+- 0.346 km	Sincronizado Secuencia Negativa
77.21 - [32.75 %]	158.51 - [67.25 %]	+- 1.372 km	Desincronizado Secuencia Negativa
76.09 - [32.28 %]	159.63 - [67.72 %]	-	Doble Fuente DAE

Resistencia [Ohmios]	Estadísticas [Desviación/ [RMin RMax]]	Método
69.928	+- 0.000 Ω [69.928 a 69.928] Ω	Monofásico por Componentes Simétricas
79.495	+- 3.122 Ω [77.583 a 85.510] Ω	Monofásico por Impedancia

Con la localización se evidenció que en la zona ya había ocurrido un evento en 2023 por Vegetación. Luego de la inspección se encontró acercamiento de vegetación en la torre 147 a 72.1 km desde Porce III y al siguiente día se había retirado el elemento

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

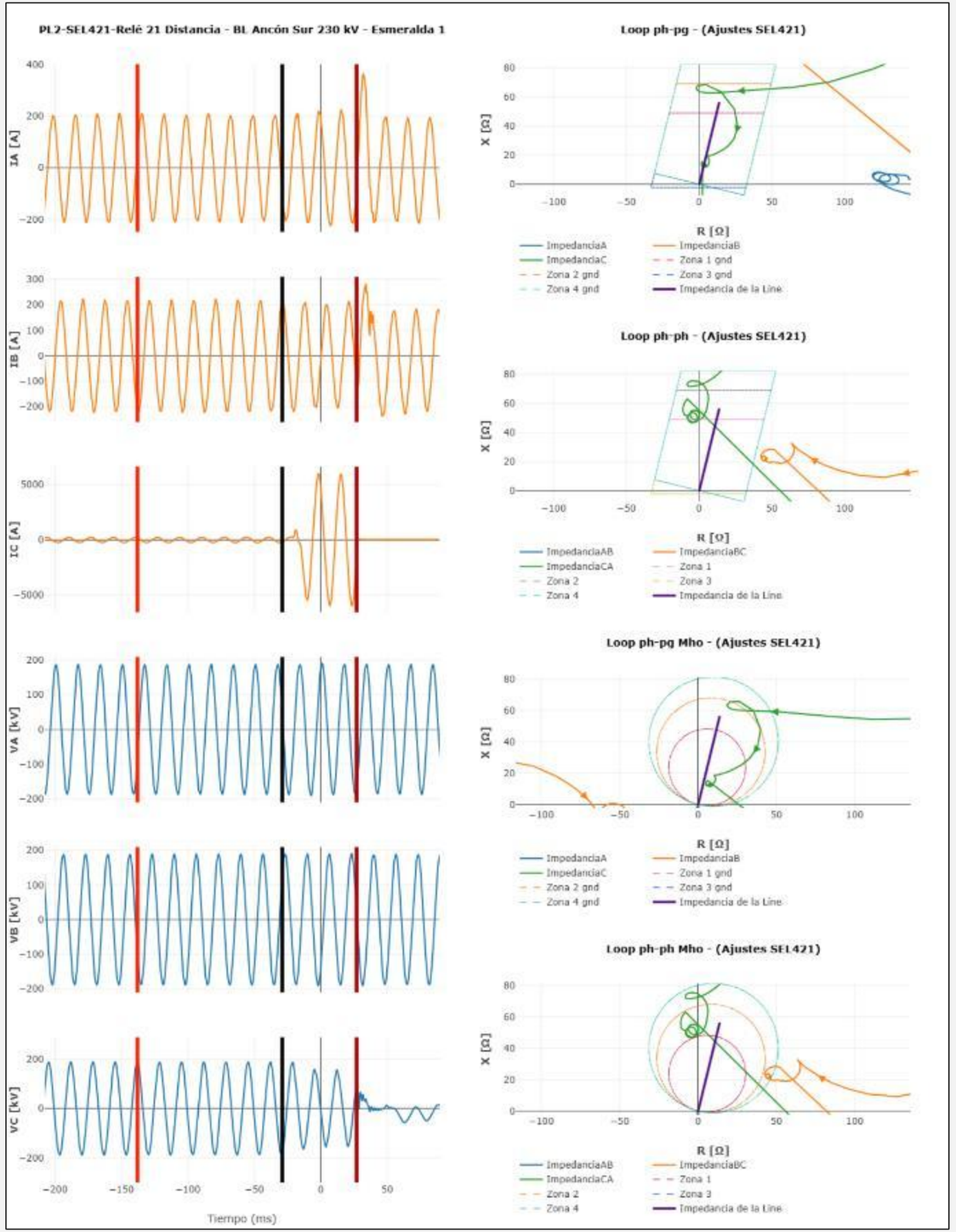
Información Interna

Evaluación de impedancia Aparente en relés

Se incorporó un módulo de evaluación de impedancia para funciones de distancia, que grafica automáticamente las señales temporales y la impedancia aparente vista por la protección durante una falla, superponiéndola sobre la característica del relé.

La característica se genera a partir de los ajustes reales del equipo en sitio, utilizando las ecuaciones específicas de cada referencia y fabricante.

El módulo permite simular cambios de ajustes y ver la impedancia aparente de un relé visto como si fuera otro relé de una referencia diferente

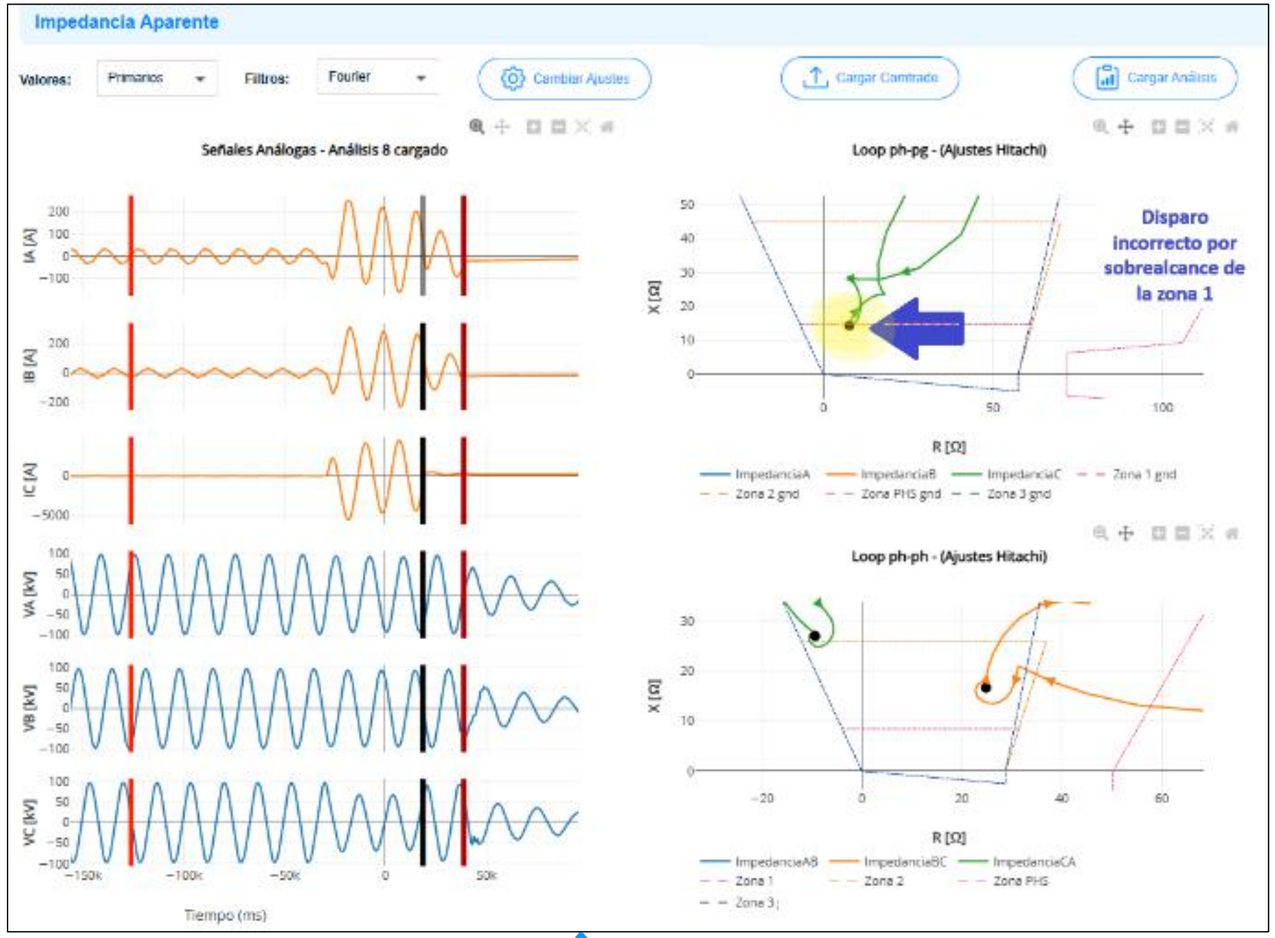


Información Interna

CASO REAL 3

En una falla ocurrida **externa** al circuito Betania – Hobo 115 kV se presentó el disparo en Betania debido a operación de la zona 1 de la protección 1 REL670. Adicionalmente se halló que la protección 2 7SA87 no arrancó ni operó

- Disparo del circuito ante falla externa
- Solo una de las protecciones opera en SE Betania
- La localización en protecciones fue de 16 km dentro del circuito
- El extremo colateral no abre durante el disparo
- Hubo DNA en la SE Hobo 115 kV



Se solicita revisar lo sucedido y evitar recurrencia del evento

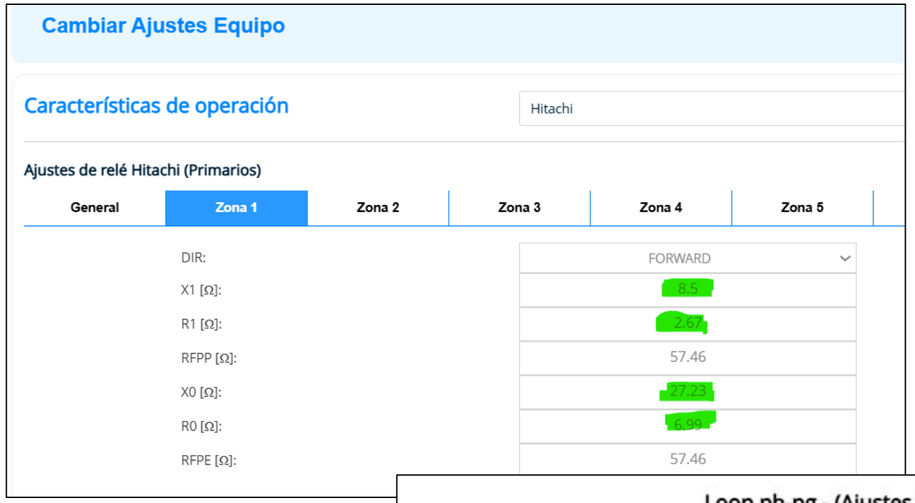
CONEXIONES QUE INSPIRAN

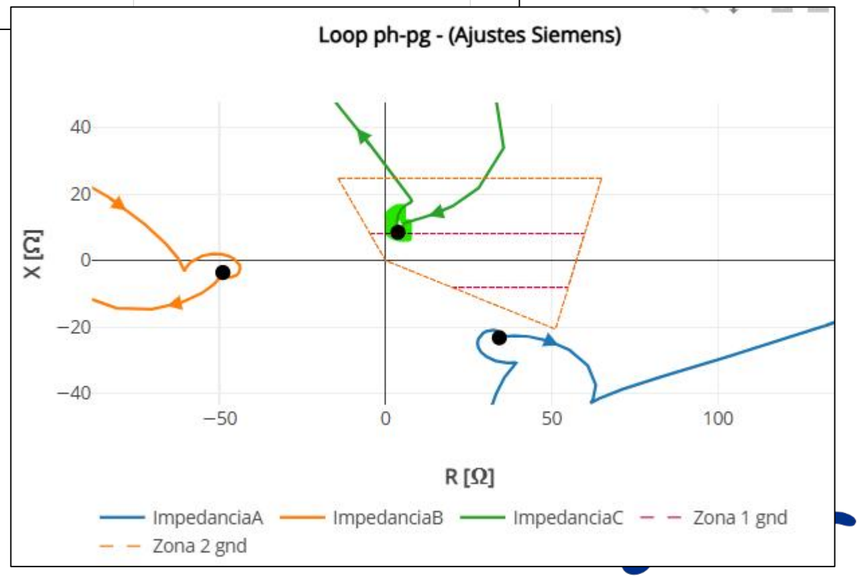
Información Interna

CASO REAL 3

En una falla ocurrida **externa** al circuito Betania – Hobo 115 kV se presentó el disparo en Betania debido a operación de la zona 1 de la protección 1 REL670. Adicionalmente se halló que la protección 2 7SA87 no arrancó ni operó

- Se detectó el sobrealcance en zona 1 del relé REL670 con el análisis
- Se detecta que la protección 7SA87 también debió operar
- Se simula el cambio de ajustes de la zona 1 para este evento
- Los análisis realizados hubieran requerido la realización de un estudio en herramientas de simulación especializadas para tratar de reproducir lo visto por el relé





Se realizaron cambios de ajustes y corrección de anomalía oculta en el neutro del la protección 7SA87 en tres días, recuperando al confiabilidad al esquema de protección y solucionando el riesgo de DNA

CONEXIONES QUE INSPIRAN

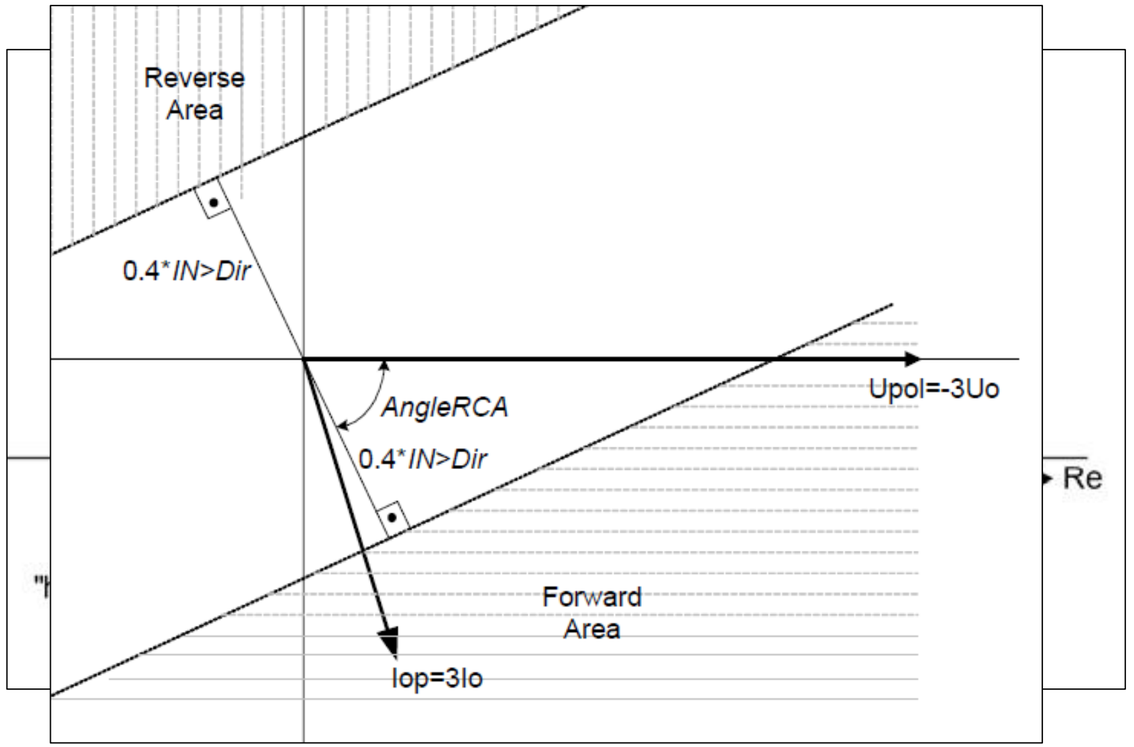
Información Interna

Evaluación de la polarización funciones 67N

La polarización en la función direccional 67N se basa en el uso de tensiones y corrientes residuales para establecer un referente direccional

Generalmente se emplean tensiones y corrientes de secuencia cero o negativa (U_0, U_2)

Evaluación Compleja



Cada fabricante aplica transformaciones propias

Plano polarización relés Siemens

Plano polarización relés Hitachi

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

CASO REAL 4

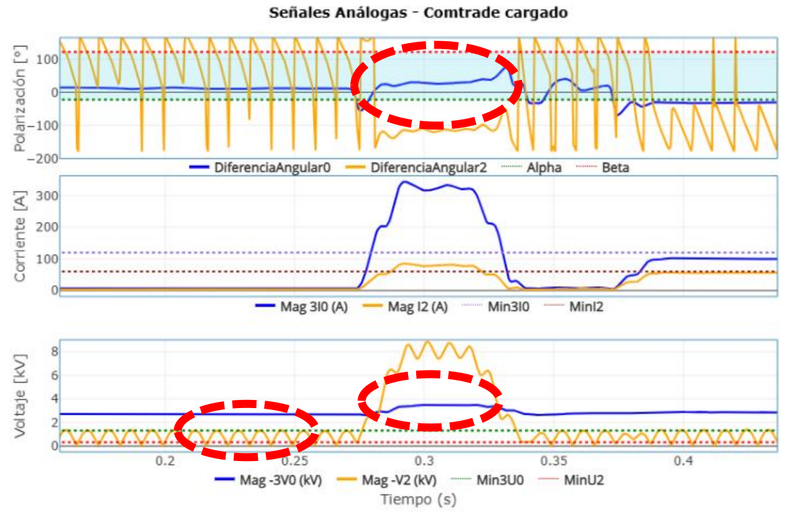
En una falla ocurrida **externa** al circuito Guatiguará – Los Palos 230 kV se presentó el disparo en Guatiguará debido a operación de la 67NCD de la protección 2 7SA87. La protección 1 REL670 no operó.

- Disparo de la bahía ante falla externa: Guatiguará – Sochagota 2 230 kV localizada 76 km desde Guatiguará
- Solo una de las protecciones opera en Guatiguará
- El extremo colateral no abre durante el disparo
- Diferencias en la direccionalidad de la polarización 67N entre relés

Se analiza el registro de la protección HITACHI con método SIEMENS

Se encontró desbalance de tensión secundario ocasionado por terminal de tierra flojo del núcleo PT de la protección 2

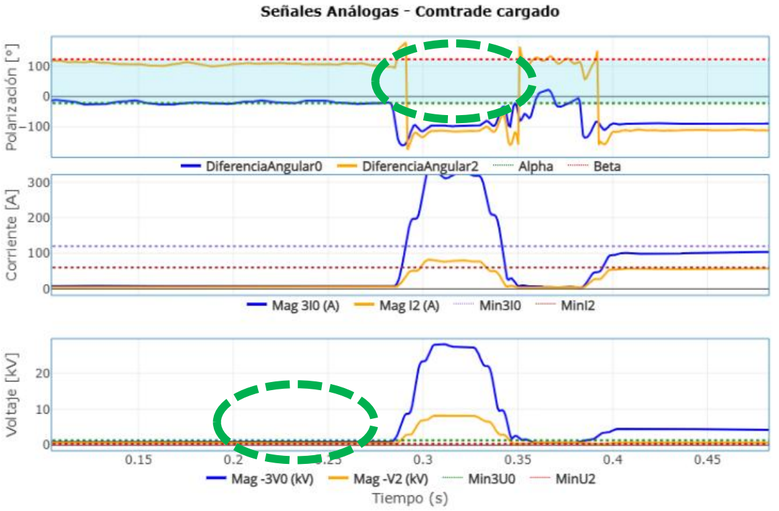
Protección 2 SIEMENS



Polarización 67N adelante

Desbalances Tensión en prefalla y desbalance no real en falla

Protección 1 HITACHI



Polarización 67N atrás

Sin desbalance de tensión en prefalla

CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna



Beneficios Obtenidos

- Detección oportuna de las anomalías ha evitado la ocurrencia de fallas de mayor criticidad que impliquen compensaciones por Energía No Suministrada (ENS)
- Detección de anomalías en el comportamiento de los equipos de protección, validación y ajuste parámetros de forma más precisa
- Ahorros entre USD 60.000 y 80.000 anuales, equivalente al costo de una solución comercial con módulos de diagnóstico y localización de fallas
- Reducción del 30% en los tiempos de análisis
- Solución tecnológica propia, flexible y escalable, apta para su implementación en las demás empresas ISA, con potencial de evolución y mejora continua

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

¡GRACIAS!

Jornadas de **Conocimiento**
e Innovación 2026
ENERGÍA QUE DA **VIDA**
A LA **TRANSICIÓN**

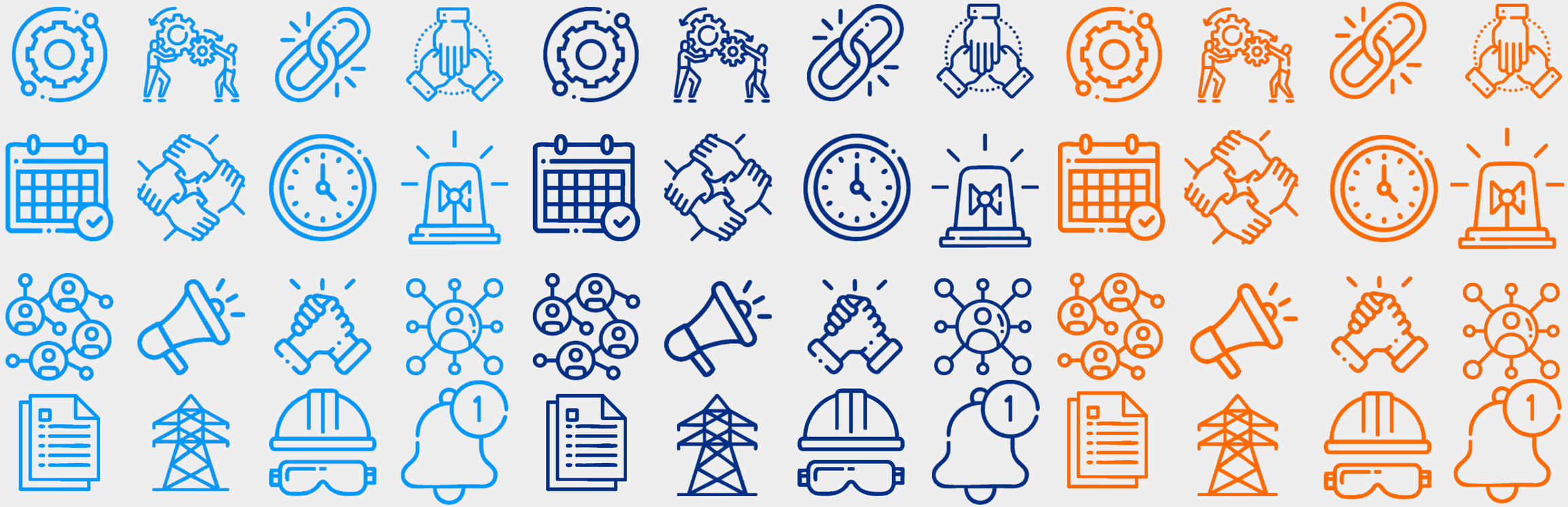
isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN

Información Interna

Insumos

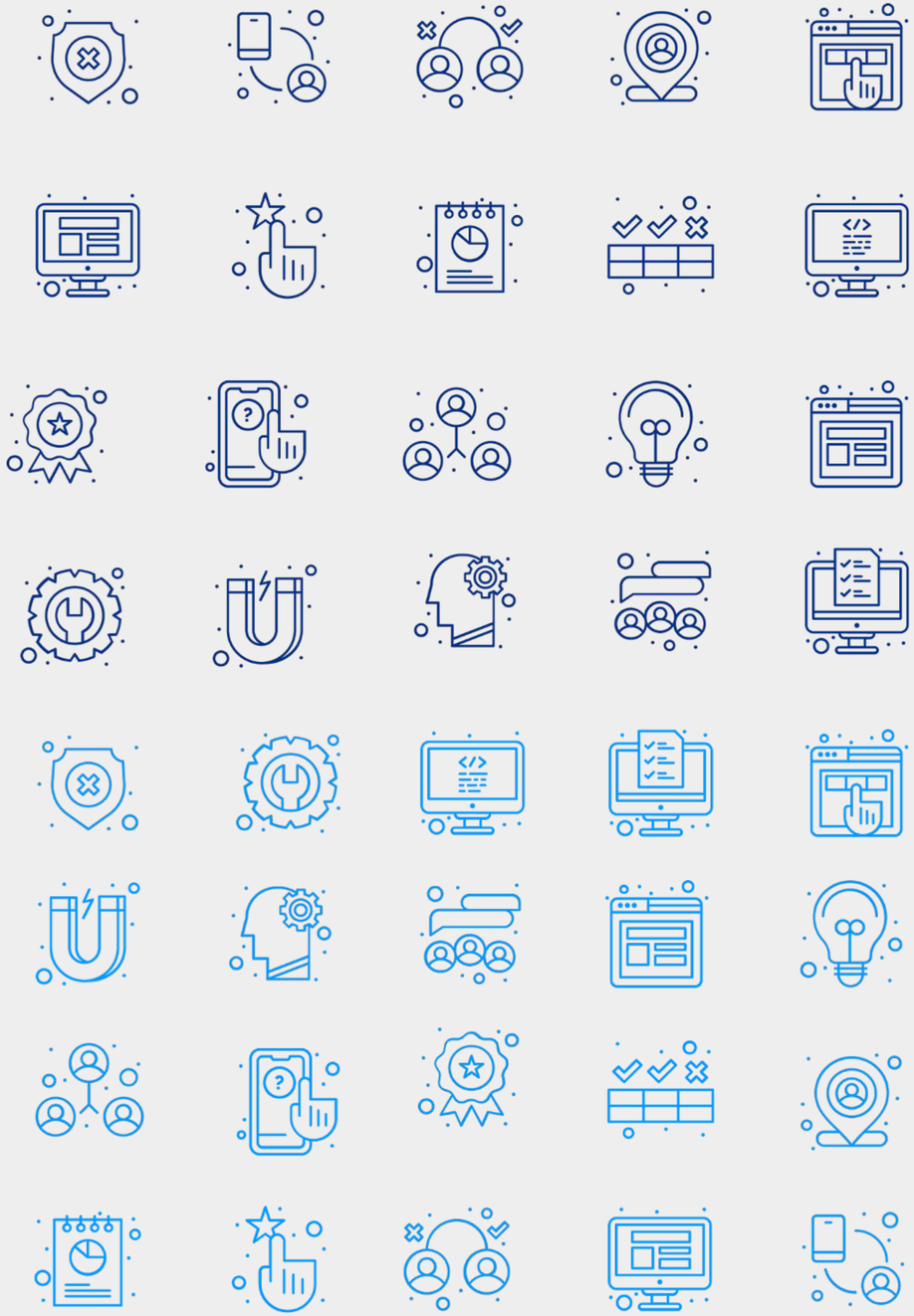
Jornadas de Conocimiento e Innovación 2026
ENERGÍA QUE DA VIDA A LA TRANSICIÓN

isa
CONEXIONES QUE INSPIRAN



Información Interna

Íconos





Información Interna