

Sobre el uso de clientes para pruebas de protección

Thomas Schossig, OMICRON electronics GmbH, Austria

Resumen

IEC 61850 es la norma establecida para las comunicaciones de las compañías eléctricas en las subestaciones y el exterior. El tema "pruebas" fue una cuestión preponderante en la normalización desde el principio y es muy importante en el trabajo en campo. En este artículo se describe un nuevo enfoque con nuevas posibilidades. La solución requiere un cliente en el software de pruebas.

1 Introducción

La norma IEC 61850 se publicó por primera vez a principios de los años 2000 y se convirtió en una solución ampliamente aceptada para los sistemas de automatización de subestaciones (SAS) en todo el mundo. Miles de instalaciones son ejemplo de esta exitosa historia. Desde el principio se trató el tema de "cómo probar". La edición 1 de la norma describía varias posibilidades, sin embargo, estas no fueron bien aceptadas por el sector porque eran muy numerosas y no estaban respaldadas por explicaciones detalladas. Cuando se publicó la edición 2 de la norma [1], se incluyeron posibilidades avanzadas y explicaciones detalladas.

2 Acerca de las pruebas

La demanda de funcionalidad de pruebas existe desde que hay subestaciones en operación [2]. Las conexiones de prueba se utilizan ampliamente para interrumpir circuitos de disparo, ingresar valores analógicos y recibir señales de arranque y disparo. [2].

3 Pruebas en la norma IEC 61850

3.1 Bits de prueba

Algunos usuarios esperan un solo "bit de prueba", pero la norma no utiliza esta definición. La razón es obvia, ya que en la norma IEC 61850 hay varias posibilidades de comunicación. Distinguimos entre comunicaciones cliente-servidor utilizadas para propósitos SCADA y comunicaciones en tiempo real utilizando GOOSE y Sampled Values. Además, el modelo de datos -"data model" definido en la norma- es complejo y de múltiples capas, por lo que es necesario encontrar posibilidades adicionales. A veces, la última indicación de "prueba" mencionada en GOOSE (según [3]) también se denomina "bit de prueba".

3.2 Modo de prueba

En la norma IEC 61850-7-4 [4] se definen las clases para los Nodos Lógicos (LN). Cada Dispositivo Lógico (LD) consta de al menos 3 LN. Cada LN tiene su propio modo (Mod). Este modo puede estar como sigue:

- on (activado)
- on-blocked (activado-bloqueado) (denominado en la edición 1: "blocked")
- test (prueba)
- test/blocked (prueba/bloqueado)
- off (desactivado)

La configuración para todo el LD y los LN contenidos da como resultado el comportamiento o "behaviour" (Beh). El Apéndice A2 de la parte 7-4 de la norma [4] contiene una tabla que describe el comportamiento esperado en cada uno de los modos. Para conmutar entre los modos, el cliente utiliza el servicio de control de IEC 61850.

3.3 El bit de Prueba en la calidad

Además de Mod/Beh para toda la información disponible, también se define una calidad (q). La codificación se explica en 8-1[3]. Aquí aprendemos que actualmente se utiliza una cadena de 13 bits (Bit 0 ... Bit 12; el Bit 11 es un atributo booleano llamado "quality").

3.4 Indicación de prueba en GOOSE

Como ya se mencionó en la parte 8-1 [3], para el mensaje GOOSE, también se define un parámetro "test". Se transmite en la GOOSE-PDU y puede utilizarse para decidir si el mensaje GOOSE es publicado o no por un IED en modo de prueba. Definido en la edición 1 de la norma, los proveedores raramente lo han implementado en los IED. Esta indicación no se definió para Sampled Values.

En la edición 2, se introdujo una nueva indicación para GOOSE y Sampled Values, denominada "Simulation" (S). Esta indicación muestra que los mensajes GOOSE o Sampled Values provienen de un equipo de prueba y no de un IED configurado. La conmutación a "Simulation" se realiza para todo el dispositivo físico (nodo lógico LPHD), lo que lo hace similar a los conmutadores de prueba convencionales (Figure 1).

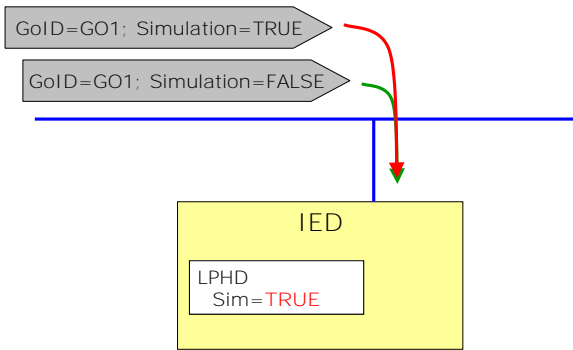


Figure 1 Simulación de un mensaje GOOSE

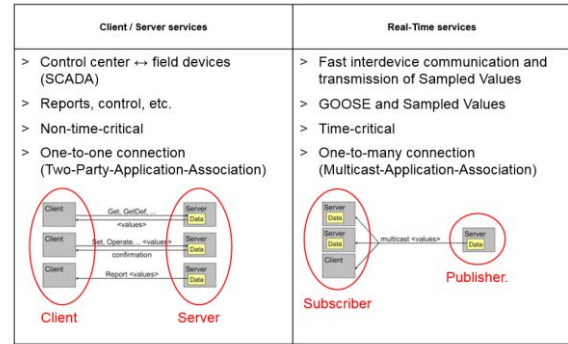


Figure 3 Comunicación

3.5 Escenario de prueba

La Figure 2 muestra el escenario de prueba. El IED de protección se conmuta al modo "test". El interruptor de potencia se opera mediante un IED adicional, por lo que se encuentra en el modo "test/blocked". Los Sampled Values se publican mediante la Merging Unit o el equipo de prueba. En este caso, con indicación de simulación Sim= True.

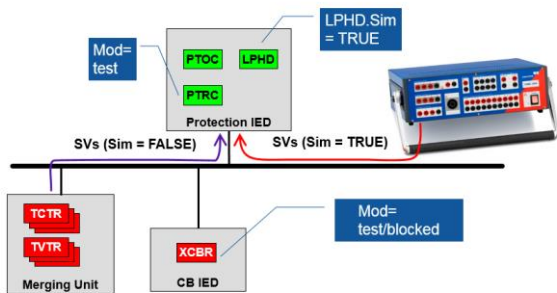


Figure 2 Escenario de prueba

4 Métodos de comunicación

Para entender las pruebas tenemos que distinguir entre diferentes métodos de comunicación en IEC 61850. Para la comunicación SCADA no crítica respecto al tiempo, se utilizan comunicaciones punto a punto en el nivel IP. La información de tiempo real como GOOSE y Sampled Values se publica como multidifusión (multicast) (Figure 3).

5 Equipo de pruebas

Hay diferentes requisitos de comunicación para los diferentes equipos de pruebas (Figure 4). Los IED de diferentes proveedores se comunican entre sí. Los sistemas SCADA están conectados. Entre los IED se utiliza la norma IEC 61850 GOOSE. El IED publica su información (protección, indicadores de posición) para muchos receptores. Un equipo de pruebas conectado también recibirá esta información, lo que facilita bastante las pruebas de protección.

La comunicación con el sistema SCADA se realiza como conexión punto a punto. Los IED envían la información ("server"), el sistema SCADA conectado es el cliente IEC 61850n. Para probar este tráfico, se pueden utilizar clientes de prueba (como OMICRON IEDScout).

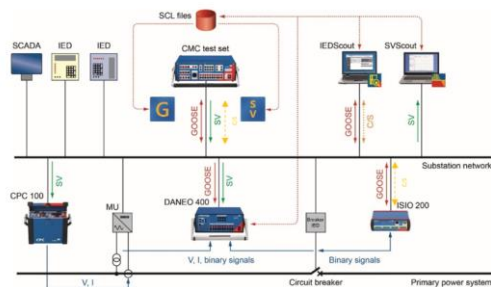


Figure 4 Equipo en prueba

6 Pruebas funcionales

El Grupo de Trabajo B5.32 del CIGRÉ presentó su informe "FUNCTIONAL TESTING OF IEC 61850 BASED SYSTEMS" (Pruebas funcionales de los sistemas basados en la norma IEC 61850) en 2009 [6]. Este informe describía nuevas formas de probar el desempeño y la funcionalidad de los sistemas de automatización de subestaciones (SAS) según la norma IEC 61850. El informe contiene un método estructurado para especificar pruebas funcionales en sistemas basados en esta norma. Se proponía un enfoque orientado a objetos, utilizando formatos UML, texto y XML. No se trataban las pruebas de compatibilidad e interoperabilidad, que ya estaban

normalizadas. Este documento es una buena base para discusiones adicionales sobre cómo probar funciones de protección dedicadas o cómo integrar esto en las rutinas de pruebas de protección existentes.

El grupo de trabajo IEC WG 10 es responsable de la norma IEC 61850, y actualmente está tratando problemas asociados (pruebas funcionales del grupo de trabajo). El enfoque en Alemania (que se menciona más adelante) aporta contribuciones a este grupo de trabajo.

La norma IEC 61850 y su impacto en la automatización y la protección de subestaciones ya han sido objeto de discusión en Alemania durante mucho tiempo. Las primeras recomendaciones a los usuarios [7] [8] aportaban sugerencias para las pruebas. Con la nueva versión de [7], que se publicó en 2013 [9], era obvio que se necesitarían más definiciones y recomendaciones. Los resultados se describen en las recomendaciones de pruebas que se publicarán en inglés a finales de 2016. Para desarrollar este enfoque, los usuarios y proveedores discutieron el futuro de las pruebas de protección. La Figure 5 muestra un ejemplo de una secuencia de prueba para la protección de distancia.

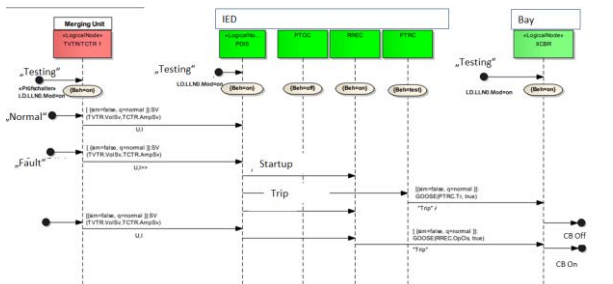


Figure 5 Secuencia de la prueba

Ilustra los diferentes pasos y los diferentes nodos lógicos del dispositivo que se ajustarán en "test" durante la prueba. Después de la prueba, los nodos deben conmutarse de nuevo al modo original. Este será "on" en el caso normal. Sin embargo, el recierre automático deberá ser "off". Es obvio que esta secuencia y este cambio de los modos no se podían hacer manualmente durante las pruebas de protección. Esto debe integrarse en las pruebas de protección y requiere un cliente en el software de pruebas.

7 Cliente en pruebas de protección

7.1 Introducción

Como se ha comentado, para conmutar los modos es esencial un cliente. Incorporar este cliente en el software de pruebas ofrece nuevas oportunidades que deben explicarse (Figure 6).

El cliente se comunica con el servidor IEC 61850 utilizando una conexión punto a punto (IP). El cliente debe integrarse en el software de pruebas de protección. Su configuración se realizará con los archivos de ingeniería de la norma IEC 61850; muy probablemente el archivo SCD (descripción de la configuración de la subestación). Este archivo contiene el modelo de datos así como la descripción del IEC 61850 Report utilizado para las pruebas de protección (Figure 7).

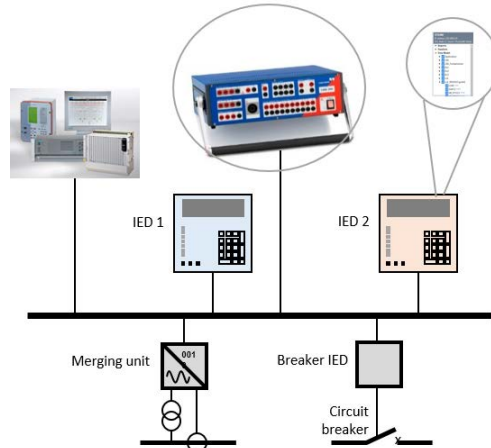


Figure 6 Cliente en pruebas de protección

Dentro del módulo, pueden ajustarse ("Set") los modos de los nodos y/o dispositivos lógicos y hay que habilitar o deshabilitar los Reports al sistema SCADA.

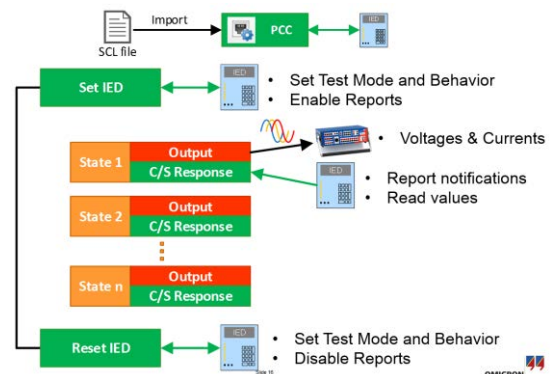


Figure 7 Secuencia de la prueba

Cuando el tiempo real no es importante para ese tipo de pruebas, algunas partes de las pruebas pueden realizarse fuera del equipo de prueba, en el software de computadora Test Universe. El equipo de prueba solo es necesario para calcular e inyectar los valores de falla (Figure 8).

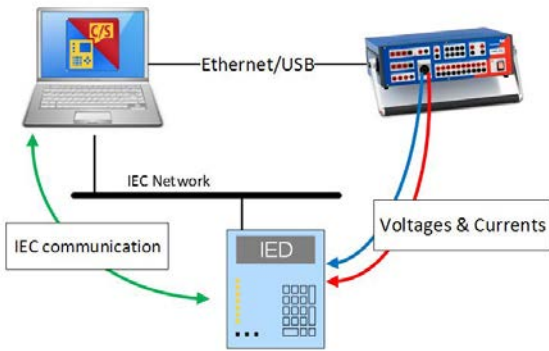


Figure 8 Clientes en comunicaciones

7.2 Módulo de prueba IEC 61850 Client/Server

Los pasos de las pruebas se recopilan en un módulo de prueba aparte. La Figure 9 muestra el uso en Test Universe con su vista de prueba, comenzando con "Set" y habilitando los IEC 61850 Reports.

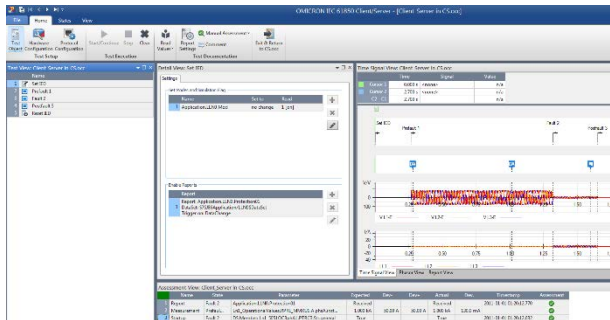


Figure 9 IEC 61850 Client/Server en Test Universe

Los siguientes pasos son los mismos que en las pruebas de protección convencionales (pre-falla, falla, post-falla), Figure 10.

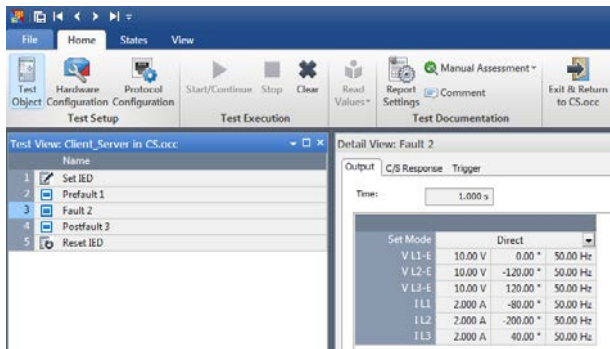


Figure 10 Valores de falla

En cada paso se puede acceder y utilizar para evaluación el modelo de datos, atributos únicos, DataSets y Reports completos (Figure 11).

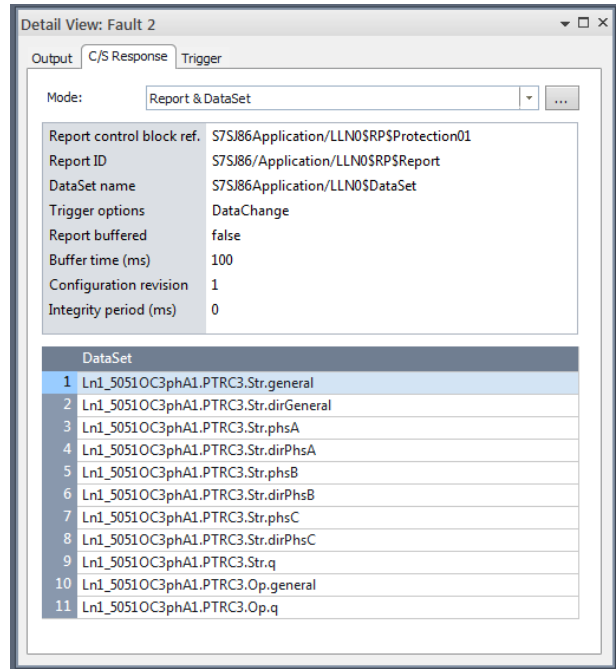


Figure 11 Respuesta cliente/servidor

La Figure 12 muestra el modelo de datos de un IED con una gran cantidad de detalles interesantes que se utilizarán en las pruebas de protección.

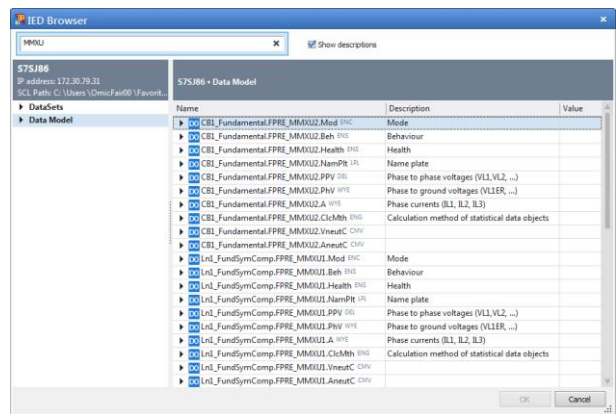


Figure 12 Acceso al modelo de datos

El informe recibido puede utilizarse para pruebas y evaluaciones adicionales (Figure 13). Esto permite que toda la cadena se pruebe, desde el proceso hasta los sistemas SCADA. También permite realizar pruebas matizadas de las comunicaciones SCADA durante las pruebas de protección.

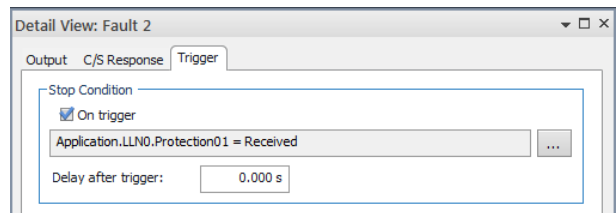


Figure 13 Informe de disparo recibido

Cada operación, cada ajuste del IED se registrará en un monitor específico (Figure 14).

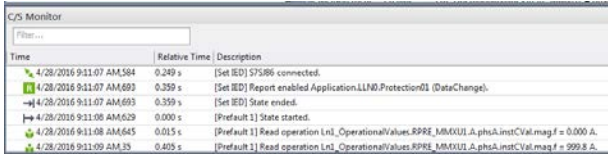


Figure 14 Monitor Cliente/Servidor

A petición, cada detalle se registrará en el informe de prueba del módulo y se podrá incrustar en el archivo OCC (Figure 15).

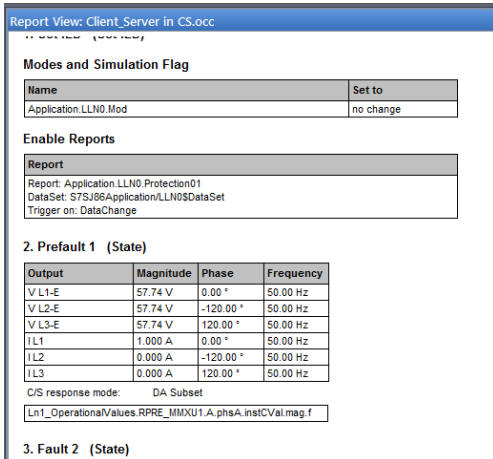


Figure 15 Informe de la prueba

Para cualquier evaluación, se puede utilizar el contenido del Informe IEC 61850 (Report) (Figure 16).

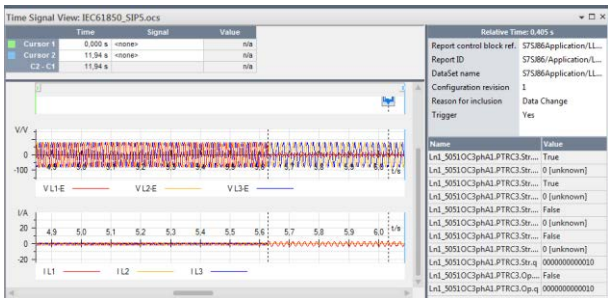


Figure 16 Contenido del Informe IEC 61850

Cuando se termina la prueba, es esencial restablecer los nodos y dispositivos lógicos. El valor utilizado para el restablecimiento se puede leer al principio de la prueba. El restablecimiento se documentará de forma segura y otorgará confianza y seguridad a las compañías eléctricas y técnicos de pruebas (Figure 17).

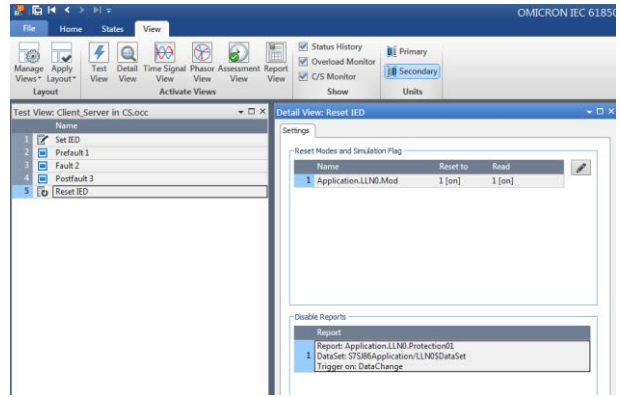


Figure 17 Restablecimiento

7.3 Nuevas posibilidades

El enfoque innovador presentado ofrece nuevas posibilidades a los técnicos de pruebas de protección. Dado que el modelo de datos del IED contiene toda la información, este podría usarse para las pruebas de protección. Ejemplos:

- Valores de medición (Figure 18)
- Entradas y salidas binarias (Figure 19)
- Arranques
- Disparos
- Direcciones (Figure 20)

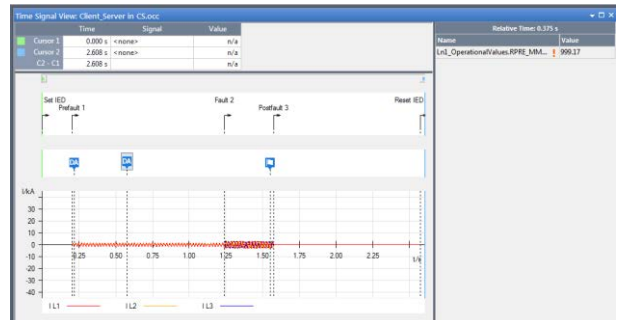


Figure 18 Valores de medición

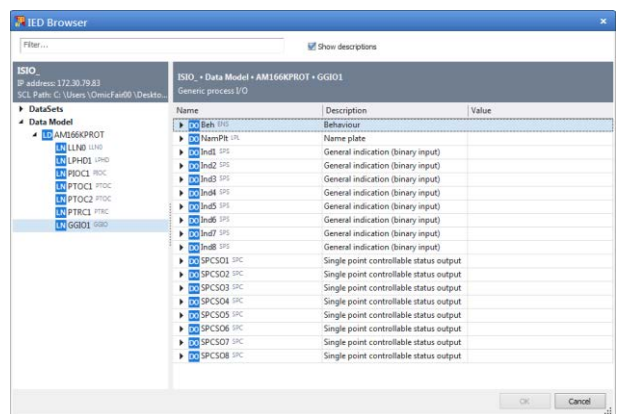


Figure 19 Entradas y salidas binarias

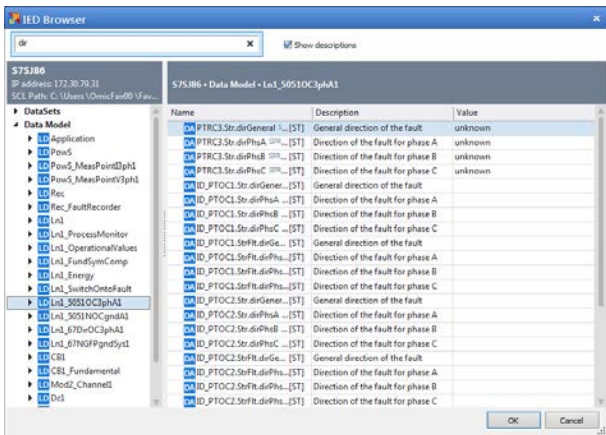


Figure 20 Información de protección

Cada señal se puede utilizar para la evaluación (Figure 21).

La marca de verificación verde indica una prueba exitosa. Esto permite que incluso los técnicos de pruebas de protección que no estén familiarizados con IEC 61850 realicen y evalúen dichas pruebas.

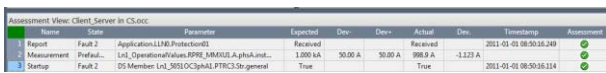


Figure 21 Evaluación

8 Para el futuro

IEC 61850 ofrece la oportunidad de gestionar los parámetros de protección en el modelo de datos. Aunque no a todos los ingenieros de protección veteranos les gustará la idea de que los técnicos de SCADA accedan a los parámetros de protección, esto ofrece nuevas oportunidades. Los esquemas de protección adaptativa son posibles [10] y se pueden probar. Se están discutiendo nuevas oportunidades para la supervisión, la comparación real de ajustes y los grupos de ajustes [11].

Referencias

- [1] IEC 61850-1 Ed. 2: 2013 Communication networks and systems for power utility automation - Part 1: Introduction and overview
- [2] Schossig, W.; Schossig, T.: Protection Testing- A Journey through Time (Pruebas de protección: un viaje a través del tiempo). PACWorld Conference 2011; Dublín
- [3] IEC 61850-8-1 Ed. 2: 2011: Communication networks and systems for power utility automation - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 (Redes y sistemas de comunicaciones para la automatización de compañías eléctricas - Parte 8-1: Asignación específica de servicios de comunicación (SCSM) - Asignaciones a MMS (ISO 9506-1 e ISO 9506-2) y a ISO/IEC 8802-3)

- [4] IEC 61850-7-4 Ed. 2: 2010: Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-4: Basic communication structure - Compatible logical node classes and data object classes (Redes y sistemas de comunicaciones para la automatización de compañías eléctricas - Parte 7-4: Estructura de comunicación básica: clases de nodos lógicos compatibles y clases de objetos de datos)
- [5] Schossig, T.: IEC 61850 Testing in edition 2- A systematisation (Pruebas en la edición 2- Una sistematización). DPSP 2012; Birmingham
- [6] CIGRE B5.32: FUNCTIONAL TESTING OF IEC 61850 BASED SYSTEMS (Pruebas funcionales de los sistemas basados en la norma IEC 61850). 2009
- [7] FNN: IEC 61850 - Anforderungen aus Anwendersicht. 2004
- [8] DKE AK 952.0.1: Applikationen mit Diensten der IEC 61850. 2007
- [9] FNN: IEC 61850 aus Anwendersicht. 2013
- [10] Scheerer, S.: Adaptiver Leitungsschutz.OMICRON Anwendertagung 2016; Darmstadt
- [11] Harisipuru, C.: Increasing efficiency with IEC 61850 protection parameters (Aumento de la eficiencia con los parámetros de protección IEC 61850). IPTS 2015; Feldkirch

Acerca del autor



Thomas Schossig nació en Gotha (Alemania) en 1970. Estudió ingeniería eléctrica y sistemas eléctricos en la Universidad Técnica de Ilmenau y se licenció (Dipl.-Ing) en 1998. Después trabajó como ingeniero de SCADA en VA TECH SAT GmbH en Waltershausen (Alemania) y asumió la protección del equipo. En 2006

comenzó a trabajar en OMICRON electronics GmbH en Klaus (Austria). Como Product Manager en comunicaciones de compañías eléctricas (PUC), es miembro del grupo de normalización y autor de muchos artículos sobre IEC 61850 y pruebas de protección.

OMICRON es una compañía internacional que presta servicio a la industria de la energía eléctrica con innovadoras soluciones de prueba y diagnóstico. La aplicación de los productos de OMICRON brinda a los usuarios el más alto nivel de confianza en la evaluación de las condiciones de los equipos primarios y secundarios de sus sistemas. Los servicios ofrecidos en el área de asesoramiento, puesta en servicio, prueba, diagnóstico y formación hacen que la nuestra sea una gama de productos completa.

Nuestros clientes de más de 140 países confían en la capacidad de la compañía para brindar tecnología de punta de excelente calidad. Los Service Centers en todos los continentes proporcionan una amplia base de conocimientos y un extraordinario servicio al cliente. Todo esto, unido a nuestra sólida red de distribuidores y representantes, es lo que ha hecho de nuestra empresa un líder del mercado en la industria eléctrica.

Para obtener más información, documentación adicional e información de contacto detallada de nuestras oficinas en todo el mundo visite nuestro sitio web.