

Digitalización y prueba de subestaciones secundarias

Rico Reißmann, SÜC Energie und H2O GmbH; Florian Fink, OMICRON

Resumen

Las redes eléctricas inteligentes o *Smart Grids* están en boca de todos en el sector hoy en día, aunque casi nadie sabe realmente lo que significa. La mayoría de los proveedores de energía ya se están pasando a las redes inteligentes y SÜC Energie en Coburg no es una excepción. SÜC Energie está digitalizando sus subestaciones secundarias para aumentar la disponibilidad y vigilar de cerca el suministro eléctrico. Este artículo estudia lo que conlleva la digitalización y las implicaciones que tiene para la puesta en servicio y las pruebas de mantenimiento de una subestación secundaria inteligente.

Palabras clave

- Subestación secundaria inteligente
- Red inteligente
- CMC
- COMPANO
- Transformadores no convencionales

1 Introducción

El rápido aumento de las energías renovables está creando cargas de trabajo adicionales tanto para las redes de transmisión como para las de distribución. Aunque se están conectando menos centrales eléctricas grandes a la red de transmisión, la energía renovable está detrás de la aparición de lo que se conoce como centrales eléctricas regionales en la red de distribución. La red de transmisión está asumiendo ahora la tarea de distribuir la energía desde las redes de distribución a los lugares de la región donde la demanda es mayor. La función de la red de distribución es suministrar energía a toda la región y devolver los excedentes a las redes de transmisión.

SÜC Coburg es un operador de red de distribución cuyo suministro eléctrico tiene un carácter tanto urbano como rural. Aunque las zonas urbanas suelen ser consumidoras de energía eléctrica, las zonas rurales pueden, dependiendo de las condiciones meteorológicas, producir grandes cantidades de energía excedentaria.



Figura 1 Área cubierta por el sistema de suministro eléctrico de SÜC Energie

Los datos sobre el suministro de energía eléctrica en el caso de las energías renovables hablan por sí solos. La región de Coburg cuenta actualmente con los siguientes productores de energía renovable (a fecha de 15.04.2018):

- Centrales térmicas de tipo unitario (90) 7,7 MW
- Centrales de biomasa (36) 12,2 MW
- Turbinas eólicas (1) 6,8 MW
- Sistemas fotovoltaicos (2483) 69,6 MW
- Centrales hidroeléctricas (21) 2 MW

Con una carga pico anual de 116,7 MW, no es difícil apreciar que el flujo de potencia en la red de distribución ya no sigue el patrón tradicional de "arriba hacia abajo", sino que puede cambiar varias veces al día según las condiciones climáticas.

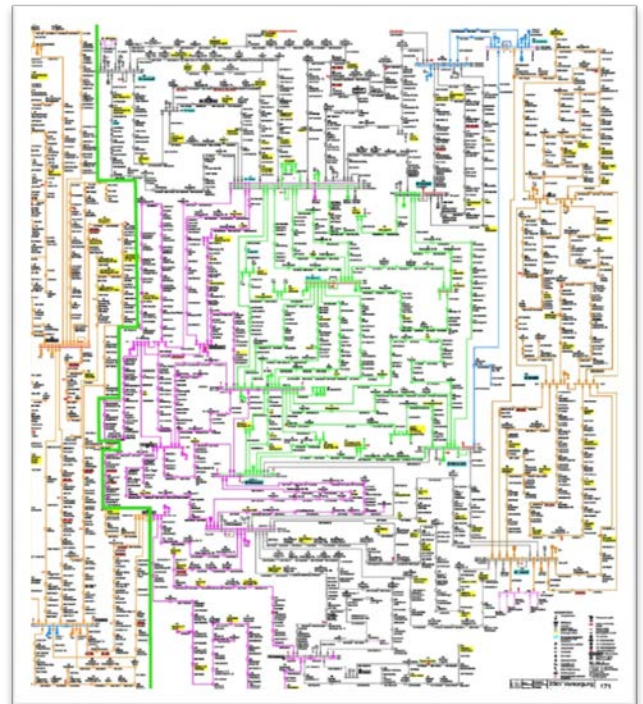


Figura 2 La red de 20 KV de SÜC Energie

No es de extrañar que esto dé lugar a una nueva serie de dificultades. La caída de tensión adquiere un significado completamente nuevo, ya que no es sólo una cuestión de cuánto por ciento, sino también de cuándo y bajo qué condiciones climáticas y de flujo de potencia. SÜC Energie ya ha instalado dos reguladores en fase en la red de media tensión para compensar la caída de tensión en las zonas rurales.

2 Nueva norma para las subestaciones secundarias

Otro planteamiento que ayudará a superar las dificultades antes mencionadas es el de hacer más inteligente la subestación secundaria. La idea detrás de esto es lograr los siguientes objetivos:

- Rápida localización de averías en la red de media tensión
- Mejora de la localización de fallas en caso de cortocircuito mediante el uso de indicadores de cortocircuito controlados a distancia y reiniciables
- Reinicio más rápido después de eliminar la falla mediante el uso de interruptores de carga controlados a distancia (reduciendo así las cifras de indisponibilidad media (SAIDI))
- Mayor facilidad de uso y rapidez en las operaciones de conmutación programadas (líneas de tres terminales y seccionadores)

2.1.1 Flujo de potencia en tiempo real

La conexión al sistema de control de procesos de los dispositivos de análisis de red situados en la red de media tensión también permite realizar un análisis del flujo de potencia en tiempo real (Fig. 3). Estos datos pueden utilizarse en el centro de control de la red para optimizar las operaciones de conmutación y detectar problemas de calidad de la tensión a tiempo.

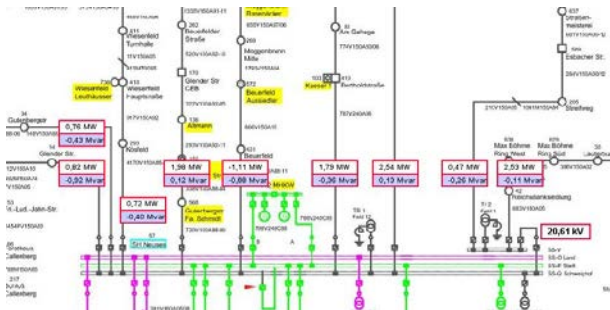


Figura 3 Flujo de potencia también en tiempo real en las subestaciones secundarias

2.1.2 Equipos en la subestación secundaria inteligente

Se ha instalado un FIONA fabricado por ABB (Fig. 5) para señalización y control a distancia en la celda de hormigón (Fig. 4) de la subestación secundaria.



Figura 4 Subestación secundaria estándar de SÜC

Esto permite al administrador de la red disponer de una visión general del estado actual del sistema y realizar cualquier operación de conmutación.



Figura 5 Señalización y control a distancia con un equipo FIONA de ABB

Como aparata de media tensión se utiliza un SafeRing AirPlus de ABB. Un indicador de cortocircuito SIGMA de Horstmann con contacto de señalización a distancia se utiliza en las bahías de cables. Esto permite al administrador de la red localizar la fuente de la falla de forma remota y llevar a cabo las operaciones de conmutación necesarias.

El transformador está protegido por un relé de protección de alimentadores REF615 de ABB. Como el sistema de media tensión es extremadamente compacto, se utilizan sensores de corriente Rogowski para la medición de corriente, mientras que para la medición de tensiones se utilizan divisores de tensión resistivos.



Figura 6 Aparata de 20 kV SafeRing AirPlus de ABB

La calidad de la tensión en la red de media tensión se documenta y señala mediante un dispositivo de análisis de red Janitza.

3 Taller conjunto para la prueba de subestaciones secundarias

El personal de SÜC Energie y OMICRON se reunió en marzo de 2018 para tratar las maneras de poner en servicio subestaciones secundarias de la forma más eficiente y rentable posible en los próximos años. Se acordó que como una subestación secundaria no es una estación de transformación, se aplicaría un conjunto diferente de condiciones a sus pruebas. La pregunta es: ¿qué son? ¿Dónde y cómo deben llevarse a cabo las pruebas y en qué ámbitos pueden simplificarse las pruebas?



Figura 7 Taller de pruebas de subestaciones secundarias

Se planteó en primer lugar el dispositivo de protección REF615 de ABB y sus entradas no convencionales. Este dispositivo emplea un relé de sobrecorriente de tiempo definido de dos etapas para proteger el transformador.

Lo que se hizo inmediatamente evidente fue que las relaciones de transformación de los sensores de corriente y tensión en el PCM 600 y en Test Universe se establecen de diferentes maneras. Debido a los sensores no convencionales, se utilizaron factores de transformación como 10.000/1 V para la tensión y $80 \text{ A} \triangleq 150 \text{ mV}$ para la corriente.

Todos los ajustes y parámetros utilizados en las pruebas se refieren a valores primarios. No tiene sentido convertirlos a valores secundarios ya que esto ya no es necesario.

Lo importante es realizar una prueba de cableado primario y secundario antes de la prueba de protección para comprobar que todas las relaciones de transformación se han introducido correctamente y que todas las clavijas están conectadas correctamente.

ABB ha instalado un adaptador de prueba de sensores en el compartimento de baja tensión para atender la combinación de señales de los sensores de corriente y tensión y para proporcionar un "enchufe de prueba" definido (véase la Fig. 8). Como las rela-

ciones de impedancia son similares a las de los transformadores de corriente convencionales (los sensores tienen una alta impedancia, los relés de protección una muy baja), otro hecho que surgió del taller fue que no se emiten valores primarios al dispositivo de protección cuando se conecta un equipo de prueba CMC al adaptador de prueba ABB utilizando el adaptador REF6XX. Esto significa que se puede realizar una prueba de protección mientras el equipo está en funcionamiento.

La conexión de los contactos binarios del equipo de prueba CMC no se puede realizar de la forma habitual debido a la monitorización integrada de bobinas en el REF615. El valor umbral para la evaluación del estado debe ajustarse con sumo cuidado para garantizar que el nivel de tensión se registre correctamente.



Figura 8 Adaptadores de prueba de sensores ABB en el compartimento de baja tensión

Lo que llama la atención en el caso de la inyección primaria es que el sensor de corriente (bobina Rogowski) debe posicionarse correctamente para obtener valores precisos de corriente. El mejor método es pasar un cable (de tensión media) por el medio del sensor de núcleo dividido. Si esto no es posible porque el transformador de corriente de núcleo dividido ya contiene un cable de media tensión, entonces hay que esperar algunas desviaciones.

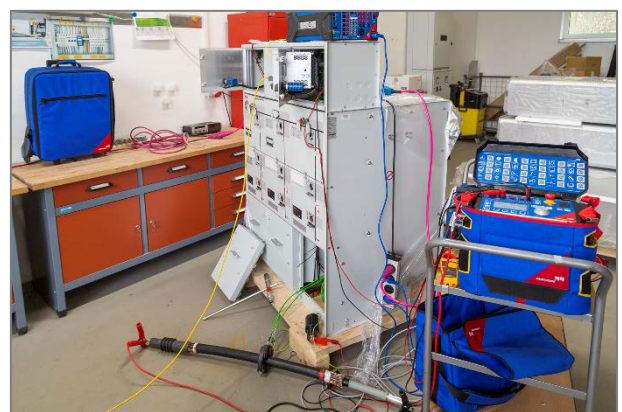


Figura 9 Inyección primaria en un sensor de corriente

Para optimizar el sistema de medición, ABB ha especificado factores de corrección para los sensores de corriente y tensión. Después de la inyección primaria y la atenta observación de los factores de corrección, se hizo evidente que estos factores son insignificantes en el caso de la protección contra sobretensiones de tiempo definido. Los factores de corrección hacen que el cálculo y la introducción de los ajustes sean innecesariamente complicados, tanto en el PCM600 como en Test Universe. Sólo tiene sentido utilizar los factores de corrección si el dispositivo de protección y los sensores correspondientes se están utilizando para obtener una medición con una precisión del 1%.

Una inyección primaria en los sensores es una manera de comprobar cómo se han asignado las corrientes y tensiones. En el caso de una instalación de 20 kV, los indicadores de tensión en el REF615 cuando se utilizan junto con un divisor de tensión resistiva, reaccionan por encima de unos 200 V. Esto corresponde a 20 mV "secundarios".

La comprobación del funcionamiento del indicador de cortocircuito SIGMA 2.0 de Horstmann también se puede realizar con una inyección primaria. El botón de prueba se puede utilizar para bajar los ajustes a 10 A primarios para comprobar el funcionamiento y la asignación de fases hasta el sistema de control de procesos.

4 Conclusiones del taller

La realización de la prueba de protección "secundaria" de los dispositivos de protección en una subestación secundaria tiene mucho sentido. Se produjeron algunas irregularidades que de otro modo no se habrían detectado, incluso al probar este relé de sobretensión de tiempo definido decididamente sencillo.

Para simplificar la parametrización de los dispositivos de protección de las subestaciones secundarias en el futuro, se ha creado una única configuración de relés de protección para todos los tipos de transformadores. Los parámetros se organizan en grupos para hacer los ajustes en función de las correspondientes salidas de los transformadores. Como se pueden utilizar los mismos sensores para todos los transformadores y el REF615 admite seis grupos de parámetros, la parametrización es mucho más sencilla. Este es un verdadero punto a favor, ya que el equipo a menudo no sabe qué transformador está utilizando la correspondiente subestación secundaria hasta que llega al lugar.

5 Aceptación en fábrica de una subestación secundaria

SÜC Energie realizará en el futuro una prueba de protección con una unidad CMC 430 durante la aceptación en fábrica (puesta en servicio en el patio de la fábrica) para comprobar que se han configurado

todos los ajustes en el dispositivo de protección. También se llevará a cabo una prueba completa del cableado, que también incluirá componentes en el sistema de control de procesos. Esto permitirá probar el control de la instalación antes de instalarla en fábrica. La etapa final de la puesta en servicio es una prueba del sistema utilizando una inyección primaria.

6 Puesta en servicio de una subestación secundaria

Una vez que la subestación secundaria ha sido transportada en camión hasta el emplazamiento, lo único que queda por hacer en cuanto a la puesta en servicio in situ es realizar una breve comprobación mediante una inyección primaria. Esto permite comprobar una vez más el funcionamiento de los componentes ya configurados. Dado que el COMPANO 100 alimentado por batería puede generar las corrientes de disparo primarias, este nuevo equipo de pruebas de OMICRON es el compañero ideal in situ. Como no se necesita una computadora portátil, el ingeniero puede llevar a cabo la prueba muy fácilmente. El dispositivo también puede llevar a cabo otras pruebas in situ, tales como mediciones de microhmios, puesta a tierra y pruebas de tensión de paso y de contacto.



Figura 10 Prueba de tensión de paso y de contacto utilizando COMPANO y HGT1

7 Pruebas de mantenimiento de una subestación secundaria

Las pruebas de mantenimiento pueden llevarse a cabo de la misma manera que para la puesta en servicio. Una breve prueba primaria será suficiente para comprobar el funcionamiento de todo el proceso de resolución de problemas. Esta prueba completa del sistema abarca todo el proceso de resolución de problemas: sensores, cableado secundario, relé de protección e interruptor de potencia. El mejor método de evaluación es medir el contacto auxiliar del interruptor de potencia.

8 Resumen

La nueva tecnología pone al día las subestaciones secundarias para hacer frente a los retos de la revolución energética. Sin embargo, se recomienda encarecidamente realizar pruebas para asegurarse de que la tecnología funciona correctamente. Se debe tener cuidado para asegurar que el esfuerzo se hace con sensatez, ya que, al fin y al cabo, una subestación secundaria no es una estación de transformación. Es una buena práctica elaborar una estrategia para las pruebas en fábrica, la puesta en servicio in situ y la repetición de las pruebas, de modo que se pueda garantizar en todo momento el funcionamiento de los componentes de la instalación. Lo mismo se aplica a la hora de diferenciar entre los equipos de prueba utilizados en cada caso, ya que éstos se habrán optimizado para las distintas aplicaciones.

Acerca de los autores



Ingeniero eléctrico **Rico Reißmann**, nacido en Erlabrunn en 1977. Después de unas prácticas como instalador de electrónicas de potencia en Energieversorgung Südsachsen, trabajó como técnico de servicio en la red de media tensión. Rico Reißmann trabaja para SÜC Energie und H²O GmbH desde el año 2000. Comenzó como técnico de servicio para sistemas de suministro eléctrico y estudió al mismo tiempo para convertirse en ingeniero eléctrico, una cualificación que obtuvo en 2004. Fue subdirector técnico desde 2004 hasta 2007, cuando se trasladó al departamento de protección de líneas/pruebas de cables. En 2017, Rico también asumió la responsabilidad del centro de control de red de SÜC.

rico.reissmann@suec.de



Florian Fink nació en 1983 en Bergisch Gladbach. Estudió Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Colonia, donde obtuvo su licenciatura en Ingeniería (Dipl.-Ing. FH) en 2009. De 2009 a 2012 trabajó para Cegelec Deutschland como ingeniero de proyectos, y de 2012 a 2013 trabajó en InfraServ

Knapsack como ingeniero de planificación. Trabaja como jefe de producto en el campo de las redes industriales y de distribución para OMICRON desde 2013.

florian.fink@omicronenergy.com

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 160 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.