

Aplicación

# Investigación sobre los picos de corriente

## Efectos sobre la calidad de la red con alimentación descentralizada

Las fuentes de energía renovables están actualmente muy en boga. Pero no se les recibe con alegría en todas partes ya que el aumento del número de puntos de alimentación incrementa la complejidad de todo el sistema de suministro de energía para los generadores y los operadores de la red. Uno de los criterios más importantes es la calidad de la energía, ya que esto es lo que determina la seguridad operativa de las cargas conectadas.



Se han instalado 780 m<sup>2</sup> de placas fotovoltaicas en el exterior de la oficina central de OMICRON en Klaus.

Ahora es el momento perfecto para estudiar de cerca el funcionamiento de la instalación fotovoltaica (FV) de OMICRON desde mayo de 2015. Ines Halbritter, Software Project Manager de la división de Comunicaciones en Compañías Eléctricas, estaba más interesada en el efecto que la instalación tenía en la energía interna y externa de la red de distribución. Es un hecho bien conocido que las instalaciones de generación de energía renovable suministran cantidades muy variables de energía en función de las condiciones meteorológicas y la hora del día.

#### ¿Por qué es tan importante contar con una alta calidad?

Las consecuencias de una mala calidad de la red son múltiples: mayor consumo de energía, mayores pérdidas de la red, interrupciones del suministro eléctrico y por lo tanto, fallas de los equipos o hasta daños en los mismos. Los equipos informáticos y los sensibles instrumentos de medición son los más susceptibles, pero incluso las grandes máquinas pueden verse afectadas.

Muchos factores pueden influir en la calidad de la red, siendo la tensión y la frecuencia de línea los más comunes. Se han estudiado con cierto detalle y actualmente tienen poca influencia sobre el funcionamiento general de las instalaciones FV.

#### Los armónicos de corriente: la mala relación

Ines sospechaba que había algo más detrás de las causas de las fallas. «Para mí, los armónicos de corriente eran el centro de mi investigación. Hasta ahora se les ha prestado muy poca atención a estos efectos.»

Una onda sinusoidal distorsionada es una señal típica indicadora de la presencia de armónicos que a menudo generan fenómenos inexplicables como las descomposturas de las computadoras o la pérdida de datos. Los picos de corriente ocultos por los armónicos son particularmente insidiosos, ya que su constante presencia puede dar lugar a la sobrecarga térmica de los equipos conectados. Como parte de su tesis de maestría, estudió por ello los armónicos de corriente en nuestra red interna, que está conectada a la red de media tensión y también está alimentada por nuestra instalación fotovoltaica.

La instalación tiene una potencia máxima de 92 kW y toda la energía sobrante es alimentada a la red. La red de baja tensión está conectada directamente a la red pública de media tensión (11 kV) mediante un transformador de una salida nominal de 1 MVA. ▶



**Ines Halbritter**  
Software Project Manager, OMICRON

«Para mí, los armónicos de corriente eran el centro de mi investigación. Hasta ahora se les ha prestado muy poca atención a estos efectos.»

Para su banco de medición, Ines utilizó tres unidades DANE0 400, ya que estas cuentan con una tasa de muestreo alta (hasta 40 kHz) y ofrecen altos niveles de precisión en el registro de tensión, corriente y sus armónicos. Para garantizar que los resultados estuvieran correctamente alineados en el tiempo, sincronizó todos los dispositivos con Relojes Grandmaster PTP integrados en la antena OTMC 100. Además, se utilizó también una estación meteorológica montada en el tejado con un sensor de radiación para registrar los datos meteorológicos.

#### **Ines eligió tres ubicaciones para sus mediciones.**

- > Directamente en el punto en que la instalación FV alimenta la red interna. Aquí es dónde registró la potencia y las corrientes, así como las tensiones, lo que es una manera idónea de vigilar los inversores.
- > En la red de distribución subsiguiente para poder observar los efectos sobre la misma.
- > Directamente en el transformador y los terminales de suministro del proveedor para poder detectar las perturbaciones tanto procedentes de la red de media tensión como dentro de la misma.

Ines controlaba todos los sistemas implicados desde una computadora portátil a través de la red interna usando el paquete de software DANE0 Control. Tras la configuración inicial, no se necesitó ninguna otra intervención manual para registrar las mediciones.

#### **Pasos preparativos del análisis**

En las tres ubicaciones de medición, los dispositivos registraron los datos necesarios durante un minuto cada hora: unas 470 lecturas individuales por dispositivo y tiempo de registro. Los resultados fueron entonces analizados usando gráficos de series temporales, diagramas de fase, gráficos de barras y diagramas de correlación.

Como estaba previsto, la potencia y la corriente correspondían al nivel de la radiación solar. El factor de potencia demostró que la instalación fotovoltaica, mientras está generando electricidad, siempre tiende a suministrar una potencia activa pura.

«En los días con poca radiación, la red obtuvo más potencia reactiva de la instalación FV», observó Ines en su análisis. «Esto significa que la instalación FV tiene un efecto positivo en la potencia reactiva.»

#### **Corrientes sinusoidales con una cubierta plana**

Sin embargo, hubo días en los que la forma de onda de la corriente estaba más distorsionada. Las perturbaciones eran claramente visibles, incluso con altos niveles de radiación y una salida total de unos 40 kW; en otras palabras, justo por debajo de la mitad de la salida nominal (figura 1). A bajos niveles de salida de alimentación, la forma de onda se desviaba de manera más notoria de su forma sinusoidal ideal, pronunciándose esto más durante el funcionamiento en el rango inferior de la carga parcial. Esto era también aparente según los valores de la distorsión armónica total (DAT).

#### **Los armónicos de corriente tienen la culpa**

La DAT<sub>1</sub> presentaba generalmente un aumento exponencial durante la mañana y la tarde, así como cuando la salida total era inferior a 5 kW y reaccionaba de forma inversamente proporcional a la salida (figura 2). Ines identificó a los armónicos de 5°, 7°, 11° y 13° orden como los culpables.

En el caso del 5° armónico, tanto la instalación FV (hasta el 25 %) como la carga conectada, constituían unos factores significativos, independientemente del nivel de radiación solar. Sin embargo, estos valores



Uno de los puntos de medición estaba localizado directamente en el transformador y los terminales de suministro del proveedor de energía para poder detectar las perturbaciones tanto procedentes de la red de media tensión como dentro de la misma.

eran considerablemente inferiores en los días en los que había poca interferencia de los sistemas eléctricos industriales. Ines pudo entonces concluir que la instalación FV exacerbaba las perturbaciones de la red.

El 7° armónico actuaba de manera similar pero no tanto en los días no laborables. Los armónicos de nivel más alto presentaban tan solo una correlación limitada con el nivel de radiación. Los inversores eran la causa de estos armónicos. Pueden producir una excelente curva de tensión, pero las corrientes se distorsionan en cuanto el punto de trabajo se desplaza del rango de funcionamiento óptimo.

### Una cuestión de ubicación

En nuestra red de distribución y en la red de media tensión, apenas se perciben estas perturbaciones porque el punto de alimentación está situado idóneamente con un acoplamiento rígido cerca del transformador, lo que da lugar a bajos niveles de impedancia. Pero a Ines le queda una observación final por hacer. «La situación es distinta en una red local con un gran número de instalaciones FV distribuidas. En este escenario, el monitoreo permanente de la red con compensación flexible puede evitar posiblemente efectos negativos para los consumidores y las cargas.»

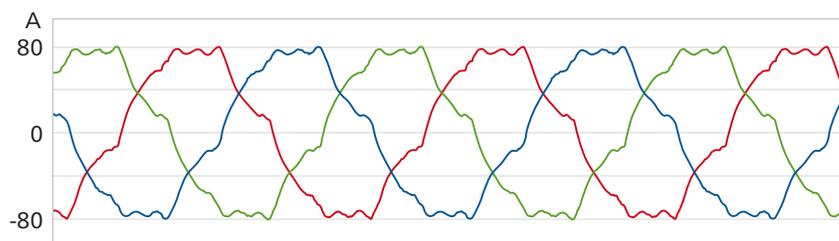


Figura 1: Las formas de onda obtenidas de la corriente presentan una distorsión significativa, incluso con niveles normales de radiación solar.

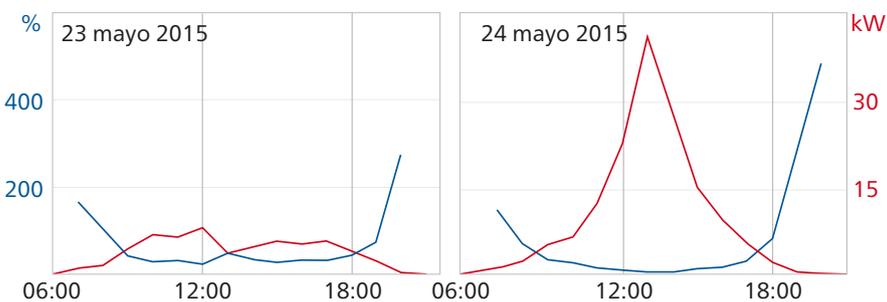


Figura 2: La  $DAT_1$  reaccionaba de forma inversamente proporcional a la salida.

### DANE0 400

DANE0 400 es un sistema de medición híbrido que graba y analiza todas las señales convencionales (tensiones, corrientes, señales binarias conectadas por cable) y los mensajes de la red de comunicaciones de una subestación. Procesa tanto las señales digitales como analógicas y facilita información para evaluar su correcta coordinación.