

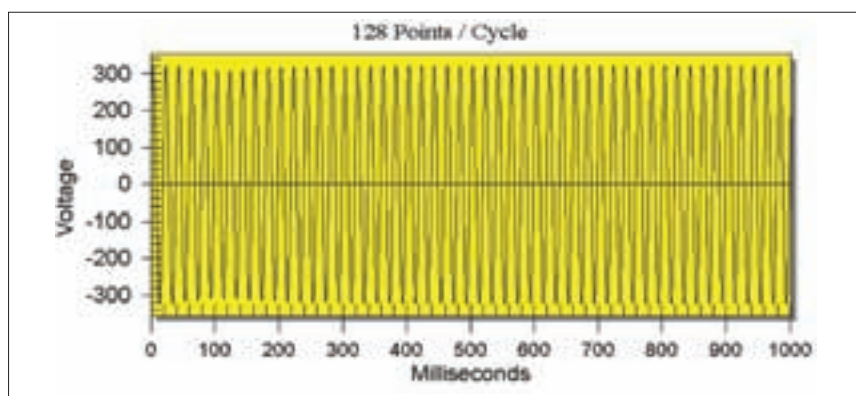
Estrategias para la identificación y localización de faltas en sistemas de distribución eléctrica

Monitorización y diagnóstico de la calidad de onda

La calidad del servicio eléctrico se ha ido convirtiendo en un aspecto muy importante debido a la naturaleza de las cargas y a la liberalización del mercado eléctrico, lo que comporta un mayor interés en la monitorización de esta calidad, es decir, en conocer las características de la energía eléctrica suministrada y las perturbaciones que se producen en la red (huecos, armónicos, sobretensiones, *flicker*, etc.) para ser solucionadas e implementar las medidas adecuadas para evitar su aparición. Desde el punto de vista de las perturbaciones, éstas son registradas en el momento en que se detecta una variación de los parámetros que caracterizan la onda eléctrica de sus valores nominales (evento) debido a una falta, a una maniobra, a la actuación de un elemento de protección, etc. (incidencia). El equipo de monitorización registra datos correspondientes a instantes previos y posteriores a la detección del evento, ya sea en forma numérica y/o registrando las formas de onda de tensiones y corrientes. Por otro lado, el hecho de que una incidencia vaya ligada a la actuación de un elemento de protección o maniobra permite relacionar incidencias y eventos para determinar el origen de la perturbación y delimitar responsabilidades en caso necesario (pérdida de producción por la parada de una línea de producción debido a un hueco de tensión), discerniendo si la culpa de la perturbación la tiene la compañía suministradora de energía o el cliente, debido al tipo de cargas conectadas.

La vigilancia y seguimiento de la calidad de suministro eléctrico permite garantizar que las características de la energía suministrada cumplen las especificaciones fijadas en la le-

De los varios aspectos que ofrece la monitorización de la calidad de servicio eléctrico, son de interés la caracterización y clasificación de las perturbaciones y los relacionados con la localización de faltas (origen de la perturbación). Estos aspectos, junto al diseño de campañas de medida (dónde medir), son los temas que actualmente se están estudiando en la Universitat de Girona, en colaboración con Fecsa-Endesa.



■ Captura de una forma de onda correspondiente a un hueco de tensión con un equipo CM4000 de Schneider Electric.

gislación vigente y las acordadas entre compañía suministradora y cliente. Además, disponer de información acerca de incidencias y eventos posibilita analizar las posibles causas de las perturbaciones en el sistema, así como los efectos que provocan. Si la monitorización se hace a nivel de cliente, resulta útil para determinar el origen de una mala calidad y el efecto que esta mala calidad tiene en los diferentes componentes de la empresa. En este sentido, la monitorización desde el punto de vista de la compañía suministradora es útil para diagnosticar el origen de una falta que ha producido la perturba-

ción, por ejemplo, un cortocircuito origen de un hueco de tensión, localizarla y establecer las medidas correctoras y preventivas adecuadas.

Monitorización de la calidad de onda

Los registradores actuales permiten de una forma cómoda el acceso a registros de forma remota y la verificación en todo momento del cumplimiento de la legislación vigente o la generación de reportes periódicos e instantáneos.

La monitorización de la calidad de onda consiste en recoger datos correspondientes a diferentes magnitudes eléctricas y analizarlos e in-

terpretarlos obteniendo información útil. La recogida de datos se realiza midiendo los valores de tensión y corriente durante un periodo de tiempo determinado o de forma permanente. El análisis de los datos recogidos, que se acostumbraba a realizar manualmente, progresivamente se ha ido automatizando gracias al desarrollo en los campos del procesado de señales y de la inteligencia artificial.

La problemática de la monitorización consiste en determinar cómo realizar el proceso de registro de medidas, qué puntos del sistema se monitorizan, qué variables se miden y durante cuánto tiempo. Posteriormente, se decidirá qué hacer con las medidas tomadas y qué información se puede extraer de ellas. Este proceso dependerá del objetivo final que se desee estudiar.

El tipo y las necesidades de la monitorización (por ejemplo, qué perturbación interesa analizar), así como la temporalidad de la monitorización (permanente/puntual) determinan el tipo de equipos a utilizar. Asimismo, se pueden realizar monitorizaciones de sistema, dirigidas a evaluar la calidad de onda en todo el sistema eléctrico de potencia objeto de análisis (evaluar que todas las tensiones se encuentran dentro del rango que indica la normativa, el número de huecos o la tasa de armónicos, obtener perfiles de carga, mantenimiento preventivo de la instalación, evaluar la calidad de onda que entrega a los clientes, etc.), o monitorizaciones locales, realizadas a nivel de cliente (caracterizar problemas específicos, conocer la calidad de la onda que la compañía está entregando a la instalación, resolución de disputas, etc.). Como recoge un estudio publicado en un número anterior de **AeI** (núm. 360, págs. 100-109), se dispone actualmente en el mercado de equipos fijos, portátiles, de mano, etc., con diversas prestaciones, adecuados para cualquier tipo de estudio de la calidad de onda.



Evaluation	Pass/Fail/Not Available
Frequency	Pass
Supply Voltage Variations	Pass
Magnitude of Rapid Voltage Changes	Pass
Flashes	Not Available
Supply Voltage Dips	Pass
Short Interruptions of the Supply Voltage	Pass
Long Interruptions of the Supply Voltage	Pass
Temporary Power Frequency Overvoltages	Pass
Transient Overvoltages	Not Available
Supply Voltage Unbalance	Pass
Harmonic Voltage	Pass
Total Harmonic Distortion	Pass

■ Acceso con navegador estándar a un equipo de monitorización de calidad de onda CM4000 de Schneider Electric. Presentación de reporte de calidad relativo a la norma EN50160.

De los varios aspectos que ofrece la monitorización de la calidad de servicio eléctrico, son de interés la caracterización y clasificación de las perturbaciones y los relacionados con la localización de faltas (origen de la perturbación), que implica el análisis de los datos, además de la caracterización y clasificación de perturbaciones y la propagación de las mismas. Estos aspectos, junto al diseño de campañas de medida (dónde medir), son los temas que actualmente se están estudiando en la Universitat de Girona, en colaboración con *Fecsa-Endesa*.

Clasificación y caracterización de perturbaciones

La monitorización de la calidad de potencia incluye la detección de perturbaciones eléctricas como huecos de tensión, armónicos, sobretensiones, etc. Una vez la perturbación ha sido detectada y registrada, el análisis de la forma de onda correspondiente puede dar más información sobre ella, caracterizándola.

Ofrece información sobre las variables que caracterizan la perturbación de su tipo. Por ejemplo, para huecos o sobretensiones, la duración, la magnitud (máxima o mínima), el tipo, el punto de inicio, el punto de finalización, pendientes de bajada y/o subida; para armónicos, la duración, índices de distorsión armónica individuales y totales, etc.

Esta caracterización se realiza me-

diante herramientas matemáticas como la transformada de Fourier, transformadas Wavelet, etc., que permiten extraer diferentes características de los datos registrados por el equipo de monitorización.

Propagación de perturbaciones eléctricas

La propagación de perturbaciones en el sistema y la influencia de componentes, como transformadores y cargas, constituyen un aspecto importante a la

hora de determinar cómo realizar la monitorización y obtener información que pueda ser útil para localizar el origen de las perturbaciones, determinando, por ejemplo, la dirección en que se encuentra respecto al punto monitorizado o acotando el área en el que se debe encontrar.

Existen diversos estudios en la literatura que analizan, en función del punto donde ocurre una falta, la magnitud de los huecos de tensión en todo el sistema, la naturaleza del tipo de hueco producido por diferentes tipos de falta, el efecto de la longitud de los conductores en la propagación, el efecto de las conexiones de los transformadores en la naturaleza del hueco, sus efectos y su propagación (para algunas conexiones, estrella-estrella y triángulo-estrella, las perturbaciones se mitigan). También para el análisis de la distorsión armónica en diferentes partes del sistema se pueden realizar análisis parecidos. Del mismo modo, también se ha estudiado la influencia del tipo de cargas presentes en el sistema, así como la presencia de generación distribuida en el mismo, con el mismo objetivo.

Campañas de medida

El diseño de la campaña de medida consiste en determinar el número de puntos monitorizados y el tiempo durante el cual el equipo estará instalado. En monitorizaciones de sistema en las que el objetivo es comprobar que el nivel de tensión en todos los

puntos en los que hay consumos conectados cumple la normativa, el equipo estará de forma permanente. En cambio, si se desea analizar si la causa por la que un determinado proceso productivo se interrumpe es debida a un hueco de tensión, la monitorización consistirá en registrar durante un periodo de tiempo y analizar la sensibilidad de los equipos electrónicos implicados. Siguiendo con estos ejemplos básicos, en el segundo caso el punto a monitorizar sería el punto de alimentación de esos equipos, mientras que en el primero cabría la posibilidad de analizar el sistema de forma que se seleccionase el mínimo número de puntos que aporten información sobre el estado de todo el sistema.

En resumen, la monitorización de la calidad de potencia puede tener diferentes objetivos finales y cada parte del sistema puede tener un interés diferente. Las compañías distribuidoras están interesadas en cumplir la legislación vigente, en cumplir sus compromisos con los diferentes clientes, en conocer/prever el origen de un problema para solucionarlo, etc. Los clientes pueden estar interesados en conocer la calidad de la energía que están comprando o el origen de un determinado problema. Por este motivo, las campañas de medidas pueden realizarse con el fin de analizar un aspecto particular relacionado con la calidad de suministro.

El coste de la campaña es un factor decisivo en el diseño de la misma, minimizándose si se optimiza el número de puntos monitorizados y el tiempo de duración de la campaña.

Localización de faltas

Como se ha comentado, la monitorización permite registrar los datos y/o la forma de onda correspondiente al evento detectado. Esta información resulta útil para localizar el origen del evento, como se comentará más adelante, ya sea a partir de los propios registros o a partir de la comparación de las características de las ondas registradas con datos obtenidos con anterioridad. Por ejemplo, si el evento es un hueco de tensión, la información

obtenida a partir de la monitorización resulta útil para determinar el punto donde se ha producido el cortocircuito que lo ha causado (si éste es el origen de la perturbación).

Mejora de los sistemas de monitorización de calidad en redes de distribución

El grupo de investigación eXiT (<http://exit.udg.es>) del Institut d'Informàtica i Aplicacions de la Univesitat de Girona desarrolla sus actividades en el ámbito de la supervisión de procesos. Desde hace tres años ha focalizado una de sus líneas en la monitorización de la calidad de onda, participando en proyectos del plan nacional de I+D (Supervisión experta de la calidad de servicio. SECSE. DPI2001-2198) y colaborando con la empresa *Fecsa-Endesa* a través de su Dirección de Explotación y Calidad del Servicio Eléctrico. En este caso, el interés de la compañía es conseguir una

explotación eficiente de la información contenida en los registros de eventos e incidencias, sistemáticamente registrados en sus equipos, con vistas a mejorar y gestionar el conocimiento de los fenómenos que inciden en una mala calidad de onda.

En este contexto, entendemos como *incidencias* aquellas actuaciones sobre la red de las cuales la compañía tiene conocimiento y que se producen por motivos diversos y dispares, como pueden ser las averías, efectos climatológicos, maniobras automáticas propias de la red o los trabajos programados. Denominaremos *eventos* a aquellos registros de perturbaciones que alteran los valores deseados de la forma de onda y que son adquiridos por los equipos de monitorización de calidad situados en puntos concretos de la red, habitualmente en subestaciones o clientes. Para este proyecto se ha contado con incidencias registradas en el centro de control de la red y registros de

Hueco de tensión/sobretensión

- Identificación evento
 - Identificador
 - Registrador
 - Subestación/cliente
 - Transformador
 - Líneas alimentadas
 - Fichero asociado
- Fecha/hora
 - Inicio
 - Fin
- Caracterización global del hueco
 - Formas de onda
 - Tensión característica (valor eficaz)
 - PN-factor (valor eficaz)

Atributos

- Temporales
 - Profundidad
 - Duración
 - PN-factor máximo
 - PN-factor medio
- Atributos fasoriales
 - Tipo Hueco {A, Ca, Cb, Cd, Da, Db, Dc}

- Caracterización individual de cada fase (x3)
 - Forma de onda
 - Valor eficaz instantáneo.
 - Atributos temporales
 - Profundidad
 - Duración
 - Relación de caída
 - Relación de recuperación
 - Tiempo en tensión residual.

Incidencia

- Identificación incidencia
 - Identificador
 - Inf Compañía
- Fecha/Hora
 - Inicio
 - Fin
- Origen
 - Estación transformadora
 - Nivel de tensión
 - Parque
 - Línea
 - Elemento
 - Interruptor
- Causas
 - Observaciones
 - Tipo Incidencia
- Estado
 - Maniobra
 - Etapas
 - Tipo Reenganche
 - Validación

eventos y formas de onda de perturbaciones registrados en la subestación de Salt (Girona), ambos proporcionados por la compañía.

Se ha contemplado la mejora de la monitorización en tres aspectos concretos, en los cuales se ha trabajado y se continúa trabajando en la actualidad:

- *Conciliación entre eventos e incidencias*, es decir, desarrollar un mecanismo automático que permita asociar ambos registros en una relación tipo causa (incidencia) y efecto (perturbación).

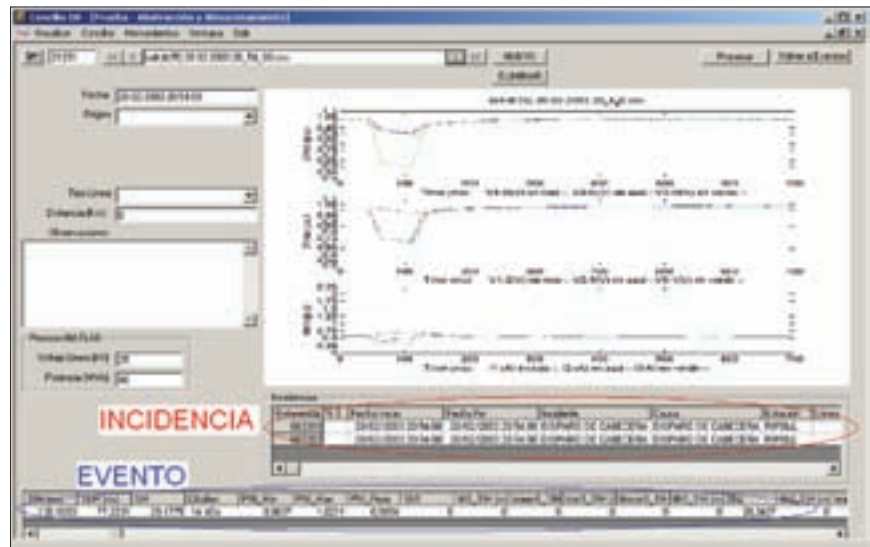
- *Explotación eficiente de datos*. Se trata de caracterizar correctamente las perturbaciones y aplicar algunas técnicas de minería de datos con vistas a descubrir relaciones existentes en los datos y obtener modelos de comportamiento útiles para una rápida localización de las faltas.

- *Localización de faltas en distribución*. Aplicación de algoritmos numéricos basados en el concepto de impedancia antes y durante la falta, medidas en el punto de registro conocido a partir de la forma de onda de la perturbación.

Este trabajo se ha centrado en las perturbaciones conocidas como huecos de tensión y en la caracterización de los eventos e incidencias asociados se han usado los atributos que aparecen en la tabla de la página anterior.

Conciliación de eventos e incidencias

Un aspecto importante del proyecto lo ha constituido la conciliación de eventos e incidencias. Entendiendo que el evento es una consecuencia de una acción realizada sobre la red cuyos efectos se propagan a través de las líneas y transformadores, el primer objetivo fue desarrollar un mecanismo para intentar asociar eventos con los registros existentes en el centro de control (incidencias) basado en dos principios básicos. Por una parte, el de simultaneidad entre incidencia y evento (ambos deben manifestarse con una diferencia de tiempo mínima) y, por otra, la continuidad eléctrica que debe existir entre el origen y el punto de medida (en



■ Evento e incidencia conciliados.

caso contrario no hubiera sido posible su registro). Aunque la idea es simple, la realización práctica conlleva serios problemas de implementación debido al no cumplimiento de estos principios. Con el parque de equipos instalado actualmente, es difícil asegurar que todos los equipos de la red trabajen con una misma referencia temporal y, por tanto, no podemos asegurar que una ordenación temporal de incidencias y eventos obedezca a un orden secuencial lógico en la aparición y/o registro de éstos. Estas desviaciones pueden llegar a ser de minutos o superiores cuando las incidencias son provocadas por averías y su reporte se hace de forma manual. Dada la importancia de este hecho, actualmente los fabricantes ofrecen módulos de sincronización por satélite en sus equipos, de forma que pueda establecerse una referencia de tiempo única. Por lo que respecta a la continuidad en la propagación, será importante disponer de la configuración de la red en el momento de producirse la perturbación y, ante la presencia de transformadores, verificar que el sentido de propagación supuesto es coherente con las impedancias de éstos. Así, una perturbación originada en una red de distribución difícilmente se propagará hacia la red de transporte; en cambio, el efecto contrario sí sería posible y, por tanto, una incidencia en transporte podrá ser vista por más de

un equipo instalado en redes de distribución o clientes.

La conciliación entre eventos e incidencias permite dar valor añadido a ambos registros en tanto que se dispone para los eventos conciliados de información relativa a sus causas y, por tanto, dotar al entorno de monitorización de información más significativa tratando ambos registros como una sola unidad. Una adecuada representación de dichos registros en forma de experiencias o casos va a permitir el aprovechamiento de otras técnicas para el análisis de la red.

Explotación eficiente de datos

Al disponer de datos conciliados es posible mejorar los actuales esquemas de supervisión, aportando al seguimiento y vigilancia propios de la monitorización un uso eficiente de registros previamente analizados y categorizados. Con este propósito son de especial interés las técnicas de minería de datos que permitan descubrir y modelar comportamientos o casuísticas entre los datos. De entre las múltiples técnicas aplicables, a continuación se enumeran algunos ejemplos que se han mostrado útiles para el análisis y diagnóstico de perturbaciones previos a la localización de faltas:

- *Árboles de decisión*. Consisten en hacer particiones de los datos de acuerdo con algún criterio aplicado sobre diferentes atributos. Criterios probabilísticos o de distribución de la información pueden aplicarse con tal

propósito. El resultado son árboles cuyas ramas indican las particiones obtenidas. La figura inferior derecha muestra su uso para analizar los diferentes atributos usados en la caracterización del hueco de tensión y su importancia en la determinación de la estación origen de la incidencia.

- *Modelización estadística multivariante*, como PCA (*Principal Component Analysis*) o PLS (*Partial Least Squares*). Proporcionan una forma de reducir la dimensionalidad de los datos conservando la información del conjunto (medida en términos de variabilidad). La obtención de un modelo estadístico del comportamiento del sistema a partir de los datos existentes o agrupaciones de éstos es útil para identificar comportamientos que difieren de dicho modelo. Estadísticos como el Hotelling T2 o el Q se han usado para caracterizar un modelo de huecos de tensión generados en transporte (AT) (ver figura inferior izquierda). La aplicación del modelo obtenido a otros huecos con origen en distribución (MT) permite verificar que no son consistentes con dicho modelo.

- *Clustering*. Es la técnica o conjunto de técnicas orientadas a descubrir semejanzas entre los datos de forma que puedan agruparse bajo algún criterio común. Ejemplos típicos son los dendrogramas y los mapas auto-organizativos (redes de Kohonen) u otras redes con conexiones laterales útiles para descubrir y visualizar semejanzas entre los patrones de entrenamiento y repre-

sentarlos en el espacio. La figura superior de la siguiente página representa para un conjunto de perturbaciones (eje X) las relaciones de semejanza entre ellas y agrupaciones de éstas. El dendrograma agrupa las más semejantes, indicando en el eje Y la distancia entre agrupaciones y/o individuos. El resultado de aplicar un algoritmo de clasificación no supervisada con el objetivo de descubrir clases de huecos, se representa en la figura inferior de la siguiente página, donde se muestran los resultados de aplicar el algoritmo LAMDA a un conjunto de huecos. Puede observarse cómo algunas de las asociaciones encontradas (clases) se corresponden con huecos originados en AT o en MT exclusivamente, mientras que la pertenencia a otras clases no es concluyente bajo esta perspectiva.

- *Redes neuronales artificiales*. Su capacidad de aprendizaje permite usarlas como herramientas de regresión o de clasificación obteniendo modelos de caja negra que relacionen datos de entrada con datos de salida (clases por ejemplo).

- *Los K-vecinos más cercanos* constituyen la explotación directa del concepto de distancia. A partir de un conjunto optimizado de los datos existentes se propone reconocer situaciones similares previamente registradas por proximidad en el espacio de atributos. La correcta definición de una métrica permite representar por puntos en un espacio n-dimensional y asignar relación

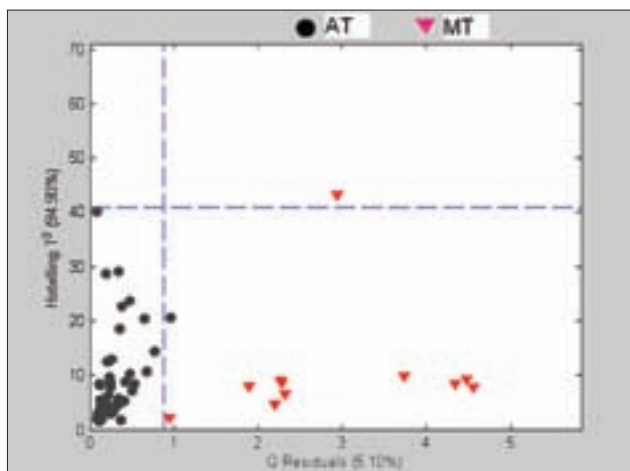
de semejanza a los puntos próximos. La mayoría de sistemas de razonamiento basados en casos se basan en este principio.

Localización de faltas en redes de distribución

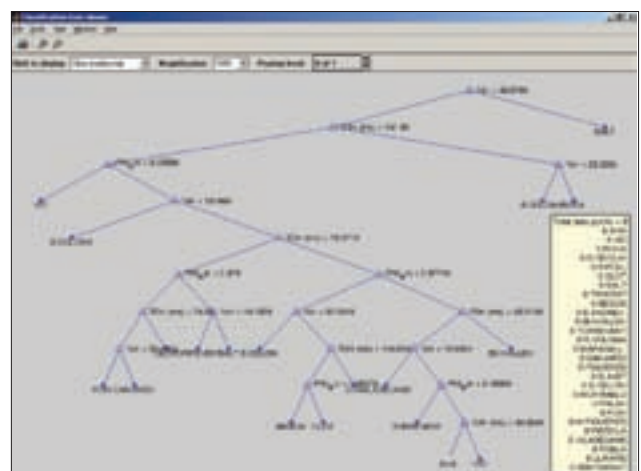
Un hueco de tensión es la disminución de la tensión entre el 10% y el 90 % de su valor nominal por un tiempo comprendido entre 0,5 y 30 ciclos, según IEEE Std. 1159-1995. Las causas más comunes son los cortocircuitos en la red de transmisión o distribución, los rayos y las sobrecargas producidas al arrancar motores de elevada potencia. El tipo de cortocircuito (fase-fase, fase-tierra) influye en el tipo de hueco de tensión que se produce en la red. La monitorización, por tanto, nos da información de qué tipo de defecto puede haber ocasionado el hueco de tensión a partir de la observación de las formas de onda de tensión registradas.

Los métodos para localizar faltas en sistemas de distribución, a partir de las medidas de tensión y/o corriente tomadas en el extremo de la línea donde se origina el fallo, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Métodos basados en las ondas viajeras, evaluando los transitorios o retardos que aparecen cuando se produce un defecto en la línea. Son métodos precisos pero de aplicación compleja.
- Métodos que utilizan la presencia de ondas de alta frecuencia de tensión y/o corriente que viajan des-



■ Discriminación de perturbaciones a partir de un modelo estadístico de huecos de tensión con origen en AT y límites T2 y Q.



■ Árboles de decisión.

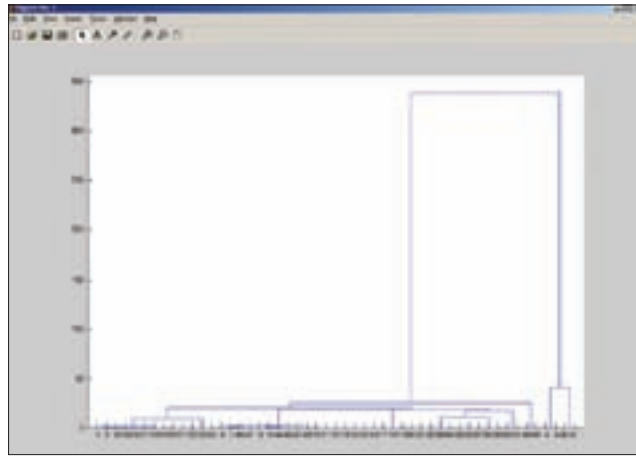
de el punto de fallo a los extremos de la línea.

- Métodos basados en redes neuronales (inteligencia artificial).
- Métodos que utilizan la componente fundamental de tensión y/o corriente, junto a los parámetros de la línea. Son los métodos más sencillos y económicos.

Los autores del presente artículo se han centrado en la investigación de métodos correspondientes a este último grupo, que utiliza el modelo de la red analizada (topología, conductores, cargas, etc.) y registros de tensión y corriente instantáneos previos y posteriores de producirse la falta (registros de prefalta y de falta). De los varios métodos que se encuentran en la literatura, se presentan los resultados obtenidos de la comparación de los algoritmos de Saha y de Ratan Das, que utilizan este tipo de registros en el origen de la línea que se desea estudiar. A partir de estas medidas de tensión y corriente se evalúa la impedancia que presenta la red antes de la falta y después de la falta (una vez se ha alcanzado el régimen estacionario en condiciones de falta), y este valor es el utilizado en algoritmos numéricos para evaluar el origen de la falta.

El origen de la red analizada es una subestación de 132/25 kV. En concreto, es una de las diferentes líneas que están conectadas a un transformador de 40 MVA, que alimenta la zona de Salt (Girona).

El esquema simplificado de la red



■ Dendrograma: el eje vertical representa la distancia entre huecos de tensión indexados en el eje de abscisas.

consta de 32 tramos que constituyen 8 ramas diferentes. Las ramas son todos los caminos posibles desde el nodo de cabecera hasta los nodos en los extremos (ver esquema en página siguiente). Las cargas están distribuidas a lo largo de la red (pequeños consumidores y consumidores industriales).

La figura inferior de la página siguiente muestra un ejemplo simplificado de la aplicación informática desarrollada en el ámbito de localización de faltas en la línea (Salt2, Fecca-Endesa) sobre la que se ha venido trabajando los últimos años. La figura muestra la aplicación desarrollada para el registro y la gestión de huecos en una base de datos actual. En la parte derecha de la figura se muestran ensayos preliminares sobre la localización de fallos a partir de los valores estacionarios (fasores) antes y después de la falta utilizando un modelo simplificado de línea.

Los algoritmos de Saha y Ratan

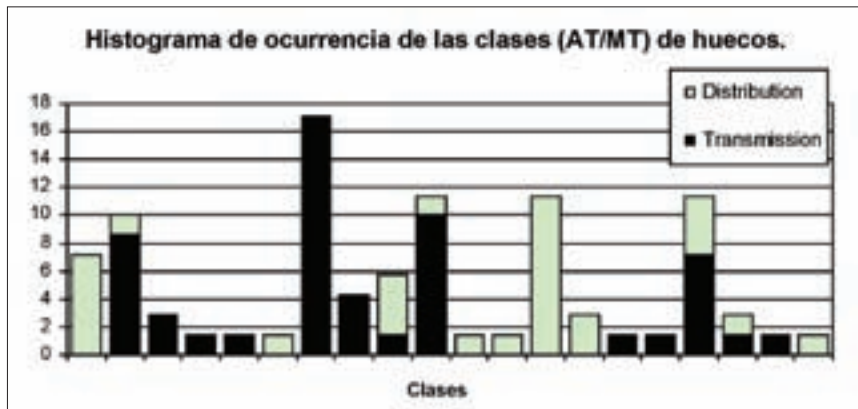
Das se compararon simulando posibles faltas en diferentes puntos de la red y obteniendo el punto donde se origina la falta a partir de las medidas que se obtendrían del equipo de monitorización situado en el origen de la red. El primer método es más sencillo de implementación, puesto que da una estimación del origen de la falta a partir del cálculo de impedancias; el segundo es más complejo, puesto que requiere el cálculo

de todas las impedancias equivalentes de cada lateral de la red para calcular todas las tensiones y las corrientes de la red a partir de las medidas en origen, pero según su autor los resultados obtenidos son mejores (localización más precisa) que otros métodos existentes. Los resultados obtenidos de la comparación de ambos métodos serán útiles para decidir una futura implementación en una red de distribución real de un método de esta tipología.

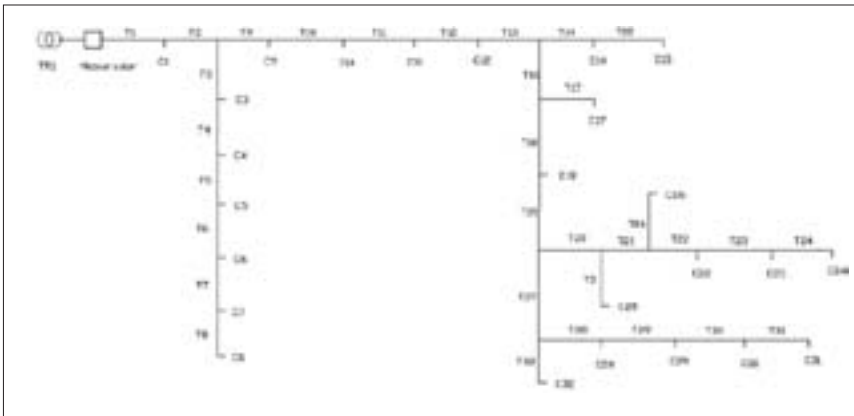
El método de Saha da resultados aceptables cuando la resistencia de falta es pequeña y cuando las faltas no se encuentran muy alejadas del punto de monitorización. Si la falta se produce en un punto muy alejado, simplemente no dará ninguna estimación de dónde se puede haber producido. Además, cuando la resistencia de falta es elevada, los resultados son más erróneos.

El método de Ratan Das es más preciso. Las pruebas realizadas muestran que el error siempre es inferior a unos centenares de metros. El valor de la resistencia de falta no cambia significativamente los resultados obtenidos.

Un aspecto importante del método de Saha es que utiliza el valor de la resistencia de falta, el cual varía en función del tipo de la falta. En muchos casos, este valor no es conocido y, por tanto, puede suponer una fuente de incertidumbre en métodos que sí lo utilizan en sus algoritmos, como el método de Ratan Das.



■ Obtención automática de clases atendiendo a sus atributos.



■ Esquema de la red de distribución utilizada.

SUBESTACION	
Línea	TRAF0
BONMATI	TR35
SALT1	
SALT3	
CIRCUMGRE2	
GIRONA2	TR1
SALT2	
GIRONA1	
S.GREGORI1	
CIRCUMGRE1	

**Transformador TR1
40MVA (132/25kV)**

**Hueco de tensión registrado
Localización de la Falla**

Línea SALT2 alimentada desde el Transformador TR1

■ Ejemplo de localización de fallos en la línea de SALT 2 de Endesa Distribución, S.L.

Conclusiones

La monitorización de la calidad de la onda en redes de distribución permite obtener registros de tensiones y corrientes que resultan útiles para introducir mejoras en el suministro de la energía a los clientes. Estas mejoras se pueden obtener a partir de la conciliación entre incidencias y eventos (causa-efecto), la explotación eficiente de datos y la localización de faltas de en distribución, mediante algoritmos numéricos y/o técnicas enmarcadas en los dos puntos anteriores.

Todas estas técnicas están orientadas a localizar de una forma rápida y eficiente el punto de origen de perturbaciones eléctricas (en nuestro caso, huecos de tensión) y/o realizar un mantenimiento preventivo de la red de distribución.

J. Meléndez, S. Herraiz, J. Colomer

Institut d'Informàtica i Aplicacions, Universitat de Girona

J. Sánchez, M. Castro
Endesa Distribución