

SISTEMAS AUTÓNOMOS

Desenmarañando eventos y alarmas con herramientas de análisis de datos

Las nuevas herramientas de diagnóstico y análisis de datos integrales y a medida de la experiencia de ABB proporcionan a las industrias de proceso formas transparentes de identificar, comparar y gestionar las perturbaciones, las avalanchas de alarmas y los datos de series temporales. Instalado in situ o en la nube, este novedoso y singular sistema ayuda a los ingenieros a tomar mejores decisiones.



Actualmente, los sistemas de automatización de procesos producen continuamente enormes cantidades de datos. Pensemos en un sistema aguas arriba de petróleo y gas: los ingenieros de mantenimiento de ABB reciben mensualmente unos 1,5 GB de datos comprimidos con más de 3900 etiquetas y 250 000 alarmas y eventos. Para su uso industrial, esta avalancha de información debe estar disponible y su veracidad debe ser indiscutible.

— **DIAS combina modernos enfoques de análisis de datos con la dilatada experiencia de los ingenieros de mantenimiento de ABB para ofrecer una solución integral de análisis de procesos.**

El análisis de datos es la clave definitiva para explotar la inmensa cantidad de información generada de forma que pueda discernirse entre estados de proceso deseables y no deseables, puedan formularse recomendaciones para la mejora y los operadores puedan proceder con las acciones necesarias. Sin embargo, el proceso de identificar la información verdaderamente útil a partir de datos brutos requiere un conocimiento profundo del dominio, y el proceso resulta muy tedioso.

Dado que la seguridad, la eficiencia y la rentabilidad van de la mano, ABB ha desarrollado una nueva solución de análisis para las necesidades de automatización actuales de las industrias de proceso: Data Analytics Tools for Industrial Automation (DIAS). Creado en 2017 para impulsar las capacidades de análisis y diagnóstico, DIAS combina modernos enfoques de análisis de datos con la dilatada experiencia de los ingenieros de mantenimiento de ABB para ofrecer una solución integral de análisis de procesos →1. Los clientes obtienen una vista global de los datos históricos, complementada con gráficos interactivos que permiten a los ingenieros concentrarse en detalles importantes y realizar análisis de datos inteligentes y eficientes. De este modo, se adquiere contexto y conocimiento de los procesos. El resultado es una mejor toma de decisiones y un funcionamiento más seguro y rentable.

— **01 DIAS ayuda a los operadores a diagnosticar perturbaciones y avalanchas de alarmas en las modernas salas de control de las industrias de proceso.**

— **Nuo Li
Martin Hollender
Andrew Cohen
Moncef Chioua
Matthieu Lucke**
ABB Corporate Research
Ladenburg, Alemania

nuo.li@de.abb.com
martin.hollender@de.abb.com
andrew.cohen@de.abb.com
moncef.chioua@de.abb.com
matthieu.lucke@de.abb.com

— **Rheinhard Bauer**
Antiguo empleado de ABB

Explorador de alarmas y eventos

Las alarmas indican perturbaciones en las plantas de proceso. Una vez activadas, las alarmas pueden propagarse rápidamente y estas avalanchas pueden sobrecargar a los operadores que podrían no ser capaces de gestionar estos eventos de forma segura. Estas avalanchas de alarmas en el sector químico son la causa de la mayoría de los incidentes industriales investigados por el Consejo de Seguridad Química de Estados Unidos [1]. El funcionamiento seguro de una planta no solo es imprescindible para la mano de obra humana, sino que los costes asociados a estos eventos también pueden menoscabar la rentabilidad.

Por esta razón, ABB ha explorado formas de mejorar el proceso de análisis de datos en una planta offshore de separación de gas y petróleo →2. Estas plantas están diseñadas para separar el crudo de petróleo, el gas y los condensados en un lugar cercano al pozo antes de exportar estos materiales. A ABB le confiaron los datos operativos de una planta para evaluar el sistema DIAS; estos datos se registraron durante un período de 382 días.

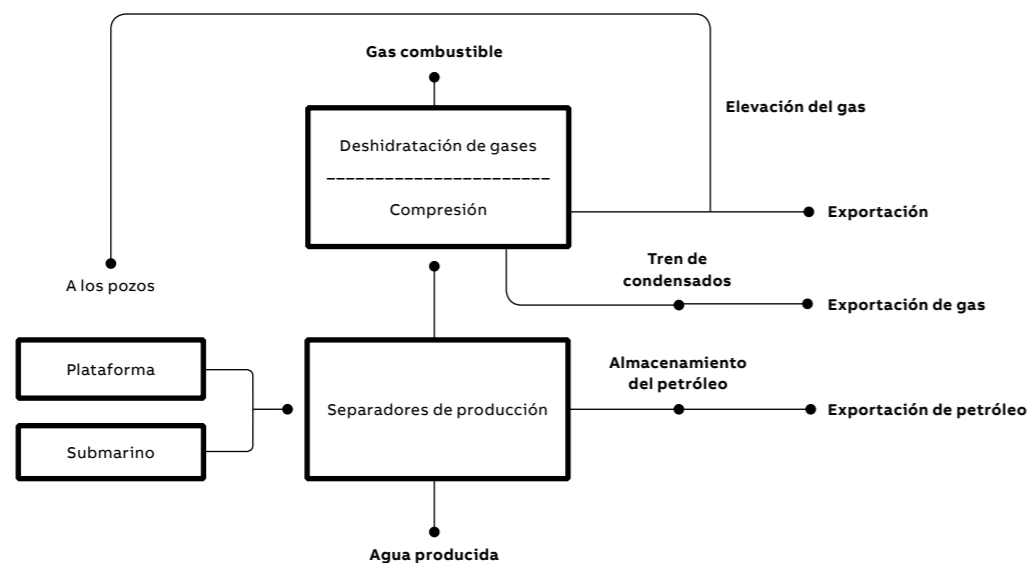
El sistema de ABB permite a los ingenieros de mantenimiento localizar e investigar cualquier evento sospechoso. AE Explorer reordena la vista para inspeccionar el evento de una forma rápida y sencilla.

Basándose en su experiencia, los ingenieros de mantenimiento de ABB empezaron a investigar alarmas de procesos y eventos de disparo. El explorador de datos de alarmas y eventos de DIAS (AE Explorer) demostró ayudar a los ingenieros a identificar rápidamente eventos interesantes. Los resultados de exhaustivas son inteligibles →3. Profundizando en los detalles, arrastrando y mediante muchas otras acciones, los ingenieros pueden explorar fácilmente los datos para obtener claridad sobre el evento o la situación en cuestión.

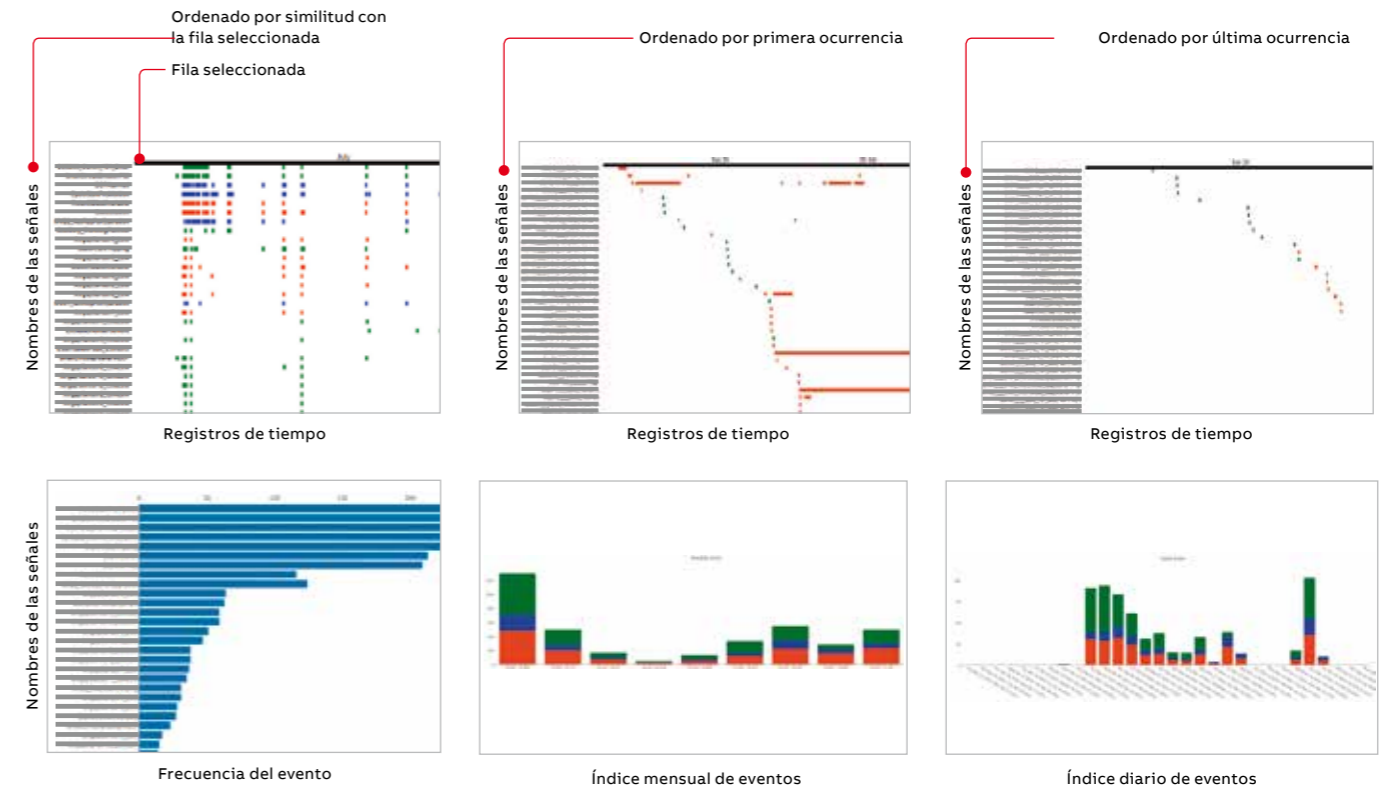
Si los ingenieros de mantenimiento detectan un evento sospechoso, pueden seleccionar este evento y activar la función «investigar». A continuación, el AE Explorer reorganizará la vista para que los operadores puedan inspeccionar el evento en cuestión de una forma rápida y sencilla. Y, en función del resultado de la clasificación, el usuario recibirá una imagen clara de la cadena causal de los eventos →4. Así, DIAS permite a los ingenieros mejorar su respuesta ante situaciones cotidianas como, por ejemplo, perturbaciones.

Análisis de situaciones anómalas

El uso de sistemas de control distribuido y la interconectividad de las plantas de proceso han supuesto que la avalancha de alarmas suponga un verdadero reto para la gestión de alarmas en las plantas de proceso modernas [2]. La capacidad de diagnosticar con rapidez y precisión las recurrentes avalanchas de alarmas puede aportar un valor sustancial al funcionamiento de una planta. Así pues, DIAS ofrece una innovadora herramienta basada en el aprendizaje automático para agrupar y clasificar las avalanchas de alarmas problemáticas, identificando selectivamente las avalanchas de alarmas recurrentes a partir de la ingente cantidad de datos operativos.



03a



03b

02 Vista general de procesos de la planta de separación.

03 Se muestra el explorador de datos y eventos de DIAS (AE Explorer).

03a Puede accederse a una hoja de ayuda.

03b El AE Explorer facilita la identificación y clasificación de los eventos.

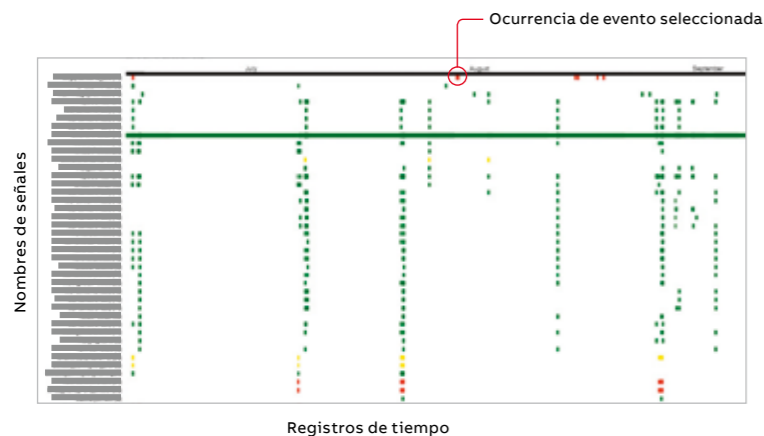
ABB probó rigurosamente esta útil función en una planta offshore de separación de petróleo y gas →2. En este caso, DIAS identificó 1473 etiquetas de alarma únicas. Dado un umbral de avalancha de alarmas de ocho alarmas cada 10 minutos, DIAS identificó 926 avalanchas de alarmas y las agrupó, automáticamente, en cinco clases en base a su similitud. En una situación anómala, DIAS agrupó 16 avalanchas de alarmas en la misma clase. DIAS también identificó con precisión la ubicación de la situación anómala, es decir, el sistema de reinyección de agua producida (PWRI) →5.

Las secuencias de la avalancha de alarmas, en la clase citada anteriormente, empiezan con una alarma de caudal bajo en la bomba P11 (A FICA 130 L, el flujo de salida) y, poco después, están seguidas de una alarma de caudal bajo en la bomba P21 (A FICA 116 L, el flujo de salida), lo que provoca disparos en ambas bombas. El nivel del tambor de desgasificación aumenta rápidamente hasta que se activan sucesivamente las alarmas de nivel alto correspondientes al nivel de agua (C LICA 128A H) y al nivel de aceite (C LT 118 H).

DIAS ofrece una innovadora herramienta basada en el aprendizaje automático para agrupar y clasificar las avalanchas de alarmas problemáticas.

Este nuevo enfoque de coactivación de alarmas demostró ser adecuado para el análisis de secuencias en curso y superior al enfoque de alineación de secuencias establecido para el análisis de episodios anómalos en esta planta de separación de petróleo y gas [2,3].

Dado que para los seres humanos es crucial entender e interpretar los resultados de los algoritmos de aprendizaje automático, DIAS incorpora capacidades inestimables: proporciona transparencia a los ingenieros y les permite mejorar sus resultados de agrupación basándose en su conocimiento de los procesos. Esto se consigue gracias a una intui-



04

tiva interfaz gráfica de usuario (GUI). Por ejemplo, dos de las 16 avalanchas de alarmas que agrupó el algoritmo se presentan en el mismo recuadro vertical →6a. Así, los ingenieros pueden inspeccionar y validar las clases resultantes, aplicando herramientas de comparación específicas o el AE Explorer.

Para ayudar aún más a los ingenieros de mantenimiento a determinar las causas raíz fundamentales de las avalanchas de alarmas similares, AE Explorer puede etiquetar avalanchas de alarmas similares con reglas verticales y, a continuación, AE Explorer puede buscar eventos que hayan sucedido con frecuencia, poco antes y, o, después de las avalanchas de alarmas etiquetadas →6b. Cuanto mayor sea la frecuencia de un evento, mayor será la posibilidad de que este tenga una causa común a la de las avalanchas de alarmas etiquetadas →6c. Esta capacidad para clasificar eventos y eliminar las causas de la avalancha de alarmas contribuye a la seguridad, la productividad y, por tanto, la rentabilidad.

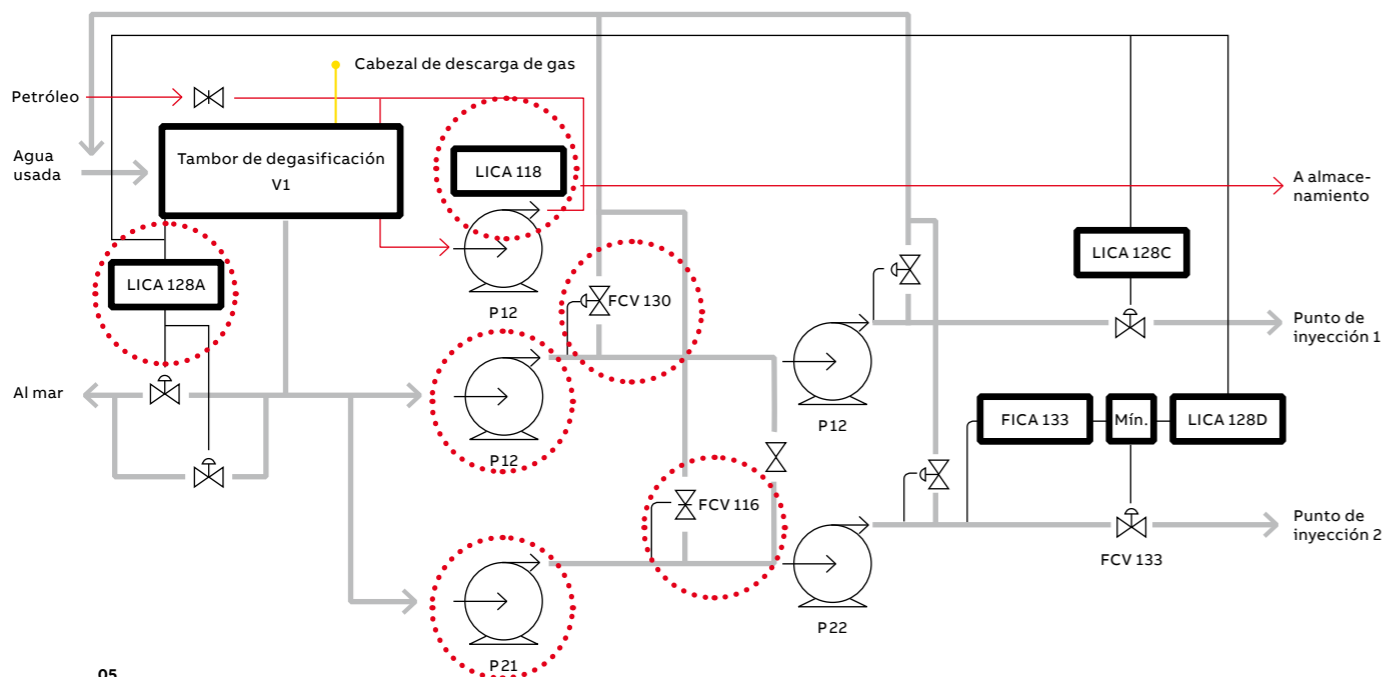
Exploración de datos de series temporales

Las industrias de minerales y cemento dependen del funcionamiento libre de obstáculos de los accionamientos sin engranajes para molinos. Para mejorar la capacidad de análisis de estos sistemas, los ingenieros de mantenimiento de ABB analizan los datos operativos generados por estos accionamientos, pero poniendo especial atención en los valores de las señales de series temporales producidas poco antes y después de un evento. Para ello pueden utilizar inicialmente el AE Explorer para identificar el evento de interés. A

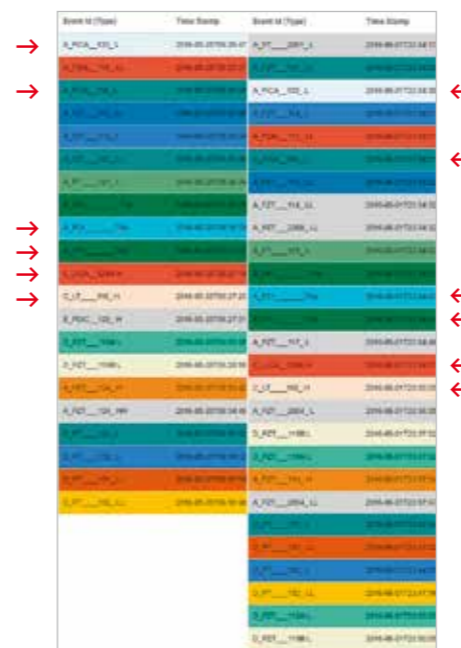
DIAS ofrece vistas de mapas térmicos que destacan características importantes de los datos de series temporales.

continuación, DIAS puede dirigirlos a la vista de transitorios, donde pueden comparar y analizar los datos de series temporales registrados poco antes y después del evento seleccionado →7a.

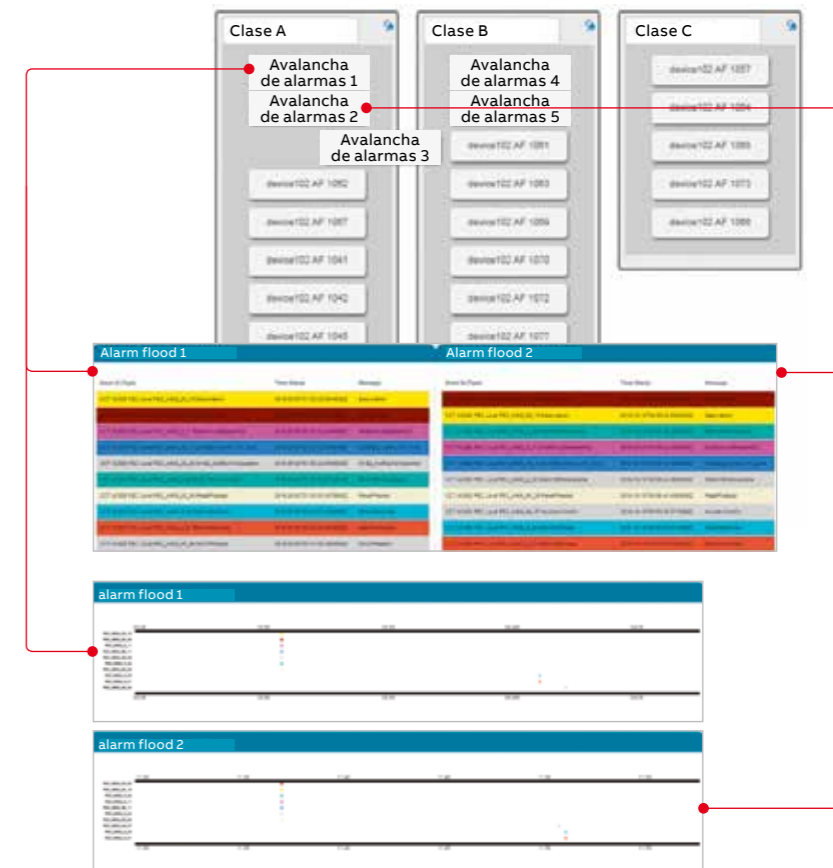
El visualizador del registrador de transitorios permite a los ingenieros de mantenimiento conocer en profundidad el historial de un evento. Por ejemplo, pueden identificar un fallo de sensor al comparar la diferencia entre los valores de corriente medidos a la entrada y salida del motor →7b.



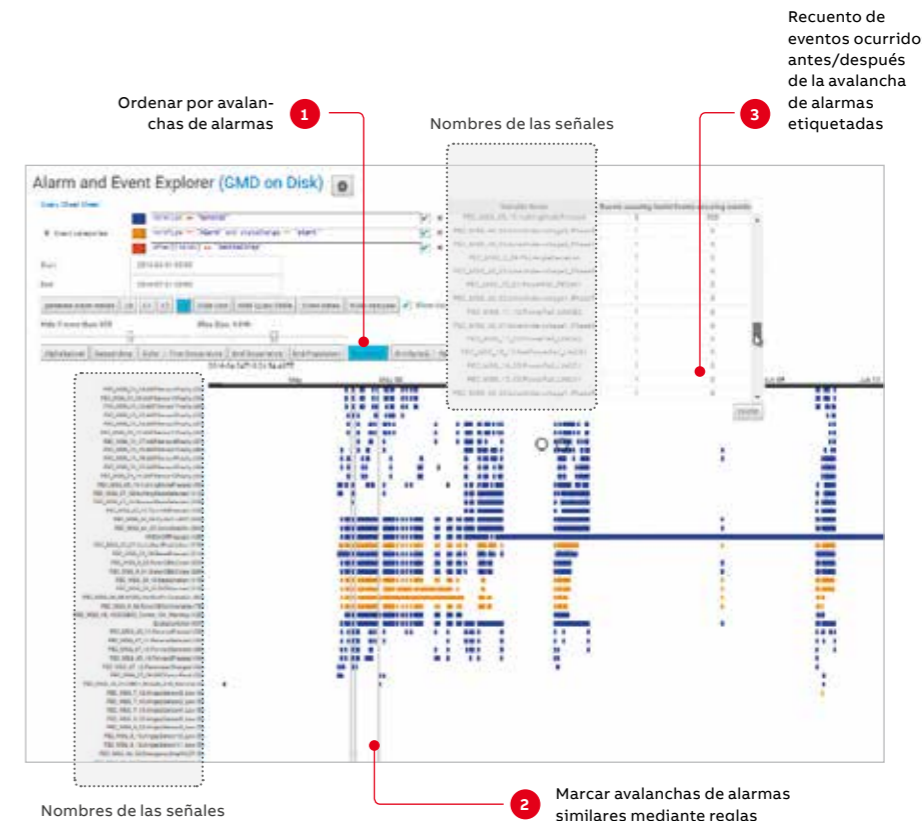
05



06a



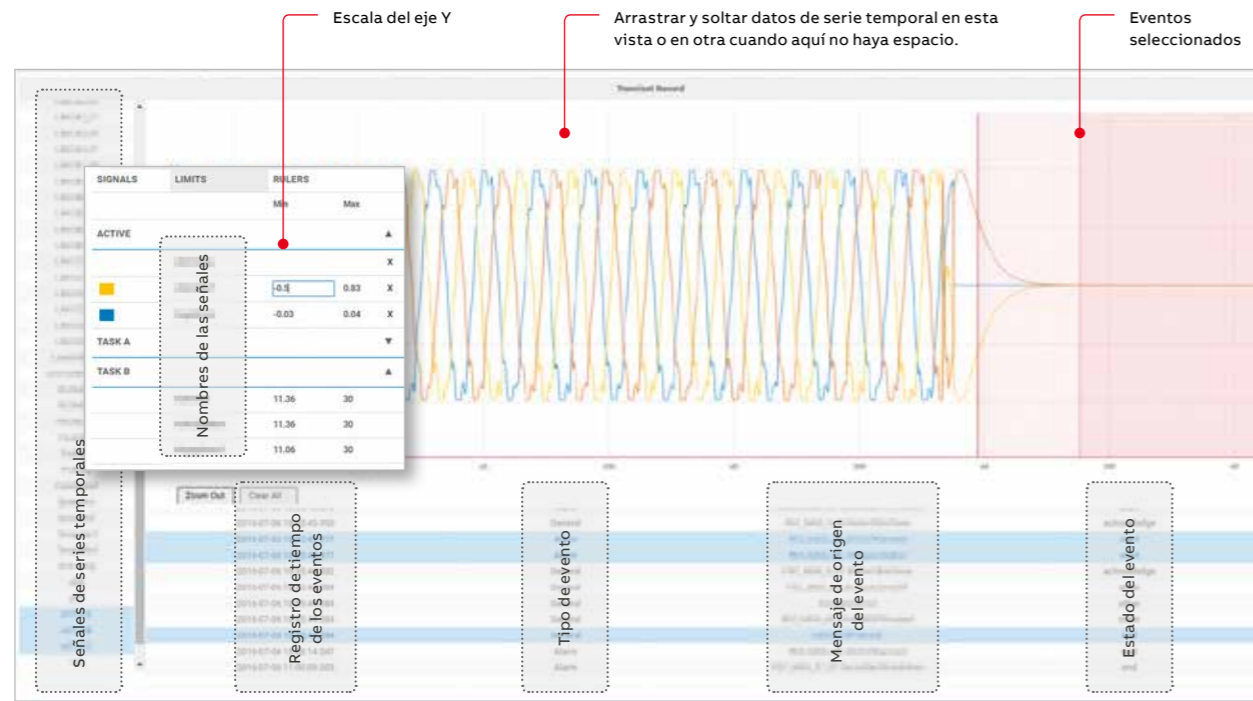
06b



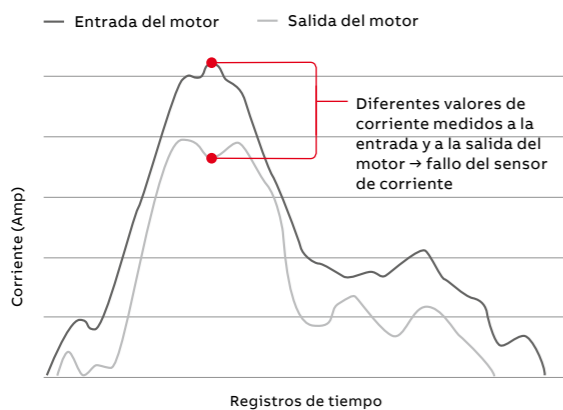
06c

- 04 Se muestra la cadena causal del evento.
- 05 Diagrama de procesos de la sección PWRI. El gris indica el sistema de agua, el negro el sistema de petróleo y el amarillo el sistema de gas. Causa raíz diagnosticada: cambio de tipo de combustible en las bombas.
- 06 DIAS permite a los ingenieros reconocer las avalanchas de alarmas y los eventos.
- 06a Dos avalanchas de alarmas agrupadas en la misma clase por DIAS.
- 06b Los ingenieros pueden comprobar y ajustar los resultados de la agrupación o clasificación
- 06c Se puede identificar una causa común para varias instancias de fallo.

Recuento de eventos ocurridos antes/después de la avalancha de alarmas etiquetadas



07a



07b

Además de ofrecer una visión general de situaciones interesantes específicas en las señales, DIAS proporciona vistas de mapas térmicos que destacan características importantes de los datos de series temporales, por ejemplo, un mapa térmico que muestra cambios bruscos en las señales →8a. Cada episodio de mapa térmico observado representa un nivel de cambio abrupto de una señal en un momento específico. Cuanto más oscuro sea el color, mayor será el nivel de cambio. Cuando los ingenieros seleccionan un episodio, son redirigidos a un visor de tendencias de alta resolución para inspecciones más en detalle. Otra herramienta útil es el visor de tendencias de alta densidad DIAS, que puede proporcionar a los ingenieros una vista general de los datos de series temporales consultados →8b. Para ayudar a los ingenieros a conocer mejor los patrones de variación temporal, el visor de tendencias clasifica

las señales basándose en la similitud de la forma de la tendencia; las formas más similares están clasificadas en los primeros puestos y aparecen enumeradas en la parte superior. Todas estas herramientas ofrecen las capacidades necesarias que hacen de DIAS un sistema de análisis inestimable para las industrias de proceso que dependen de accionamientos sin engranajes para molinos.

Evolución DIAS y aplicaciones futuras

Gracias a sus décadas de experiencia prestando un servicio ejemplar a las industrias de proceso, los ingenieros de mantenimiento de ABB han acumulado un profundo conocimiento sobre datos operativos y han desarrollado mejores prácticas para analizar los datos. DIAS se ha desarrollado iterativamente con la aportación experta de los ingenieros para dar soporte su trabajo diario de la mejor manera posible. Para ABB, esto significa ofrecer los resultados de análisis más fiables posibles.

Utilizando tecnologías de vanguardia, ABB ha desarrollado DIAS como una aplicación web. Cada herramienta está modularizada y puede desplegarse in situ o en la nube.

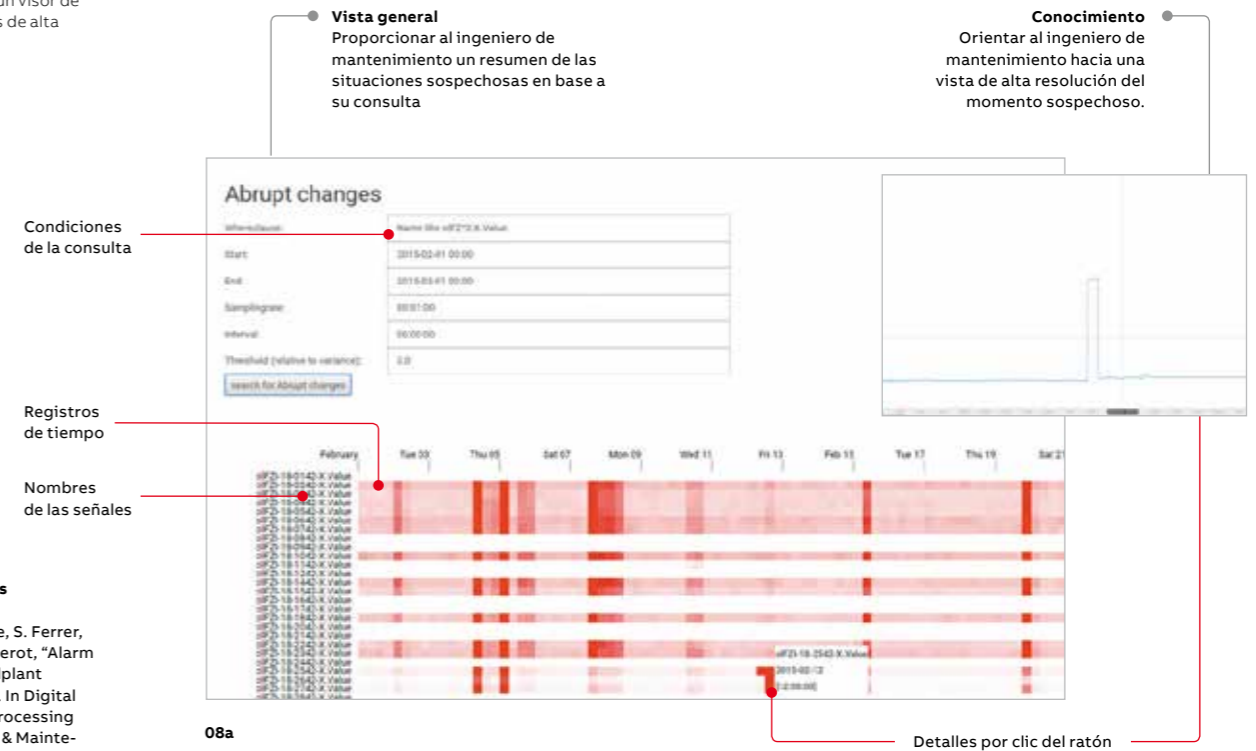
Utilizando tecnologías de vanguardia, DIAS se ha desarrollado como una aplicación web. Cada herramienta DIAS está modularizada y puede desplegarse in situ o en la nube.

- 07 Se muestra el visor del registrador de transitorios.
- 07a Al cambiar a la vista de transitorios, los operadores pueden concentrarse en eventos específicos.
- 07b Fallo del sensor de corriente puesto de manifiesto en la vista de transitorios.
- 08 AB Explorer cuenta con herramientas adicionales para ayudar aún más a los operadores.
- 08a Los operadores pueden localizar un mapa térmico que muestre los cambios bruscos.
- 08b Otra herramienta valiosa es un visor de tendencias de alta densidad.

Dada la amplia diversidad de sistemas de gestión de alarmas que utilizan actualmente las industrias de proceso, actualmente hay varios paradigmas populares de almacenamiento de datos de alarmas y eventos. Para alejar la complejidad de la conexión de datos del trabajo del ingeniero de servicio, DIAS ofrece conexiones de datos configurables. Además, las conexiones de datos pueden cambiarse fácilmente a través de la interfaz de usuario, como el sistema de archivos Real Time Database (RTDB) de ABB, el SQL Server de Microsoft, la base de datos de Oracle y la búsqueda Elasticsearch. Independientemente de qué almacenamiento de datos esté conectado, el ingeniero de mantenimiento puede buscar alarmas y eventos interesantes con una interfaz de consulta universal →3b. Estas consultas incorporan una gran cantidad de conocimiento de procesos.

Para compartir ese conocimiento y ahorrar esfuerzos de consulta, DIAS almacena plantillas de consulta y las pone a disposición de diferentes usuarios. Por lo tanto, los clientes tienen a su servicio un completo sistema flexible e intuitivo.

Actualmente, los ingenieros de mantenimiento de ABB de distintas unidades de negocio utilizan DIAS en casos reales de clientes. Además de las plantas aguas arriba de gas y petróleo y de las industrias que dependen de accionamientos sin engranajes para molinos, las centrales de generación eléctrica han utilizado DIAS con éxito. En el futuro, ABB lanzará herramientas individuales dentro de productos de ABB como: ABB Ability™ Manufacturing Operations Management y ABB Ability™ Performance Optimization for Control Loops para mejorar el control y el conocimiento. •



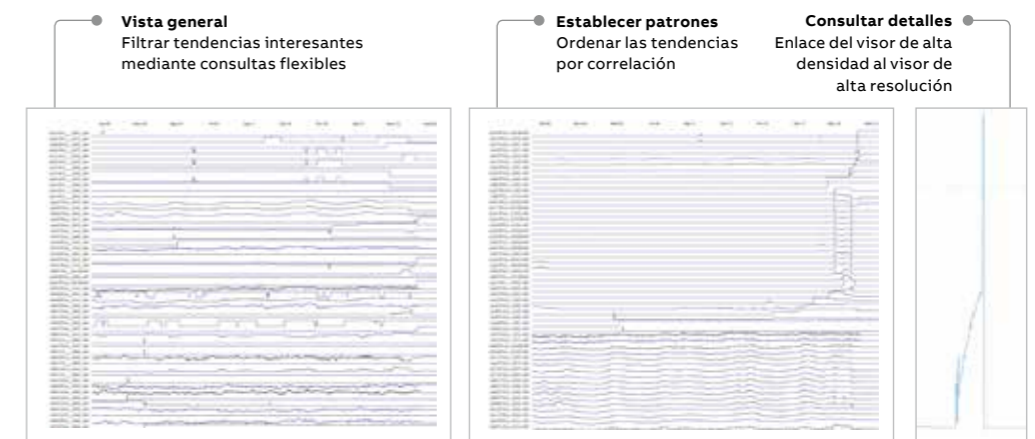
08a

Referencias

[1] D. Beebe, S. Ferrer, and D. Logerot, "Alarm floods and plant incidents". In Digital Refining Processing Operation & Maintenance, ProSys Inc, 2007.

[2] V.R. Marco, M. Chioua, T. Häggglund, T., and M. Hollender, "Causal analysis for alarm flood reduction". Proceedings of 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems (DYCOPS-CAB 2016), June 6-8, Trondheim, Norway, 2016, pp. 723-728.

[3] M. Lucke, M. Chioua, C. Grimholt, M. Hollender and N.F. Thornhill, "Online alarm flood classification using alarm coactivations". Proceedings of 10th IFAC Symposium on Advanced Control of Chemical Processes, July 25-27, Shenyang, China, 2018, pp. 345-350.



08b