

MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE AEROGENERADORES A PARTIR DE DATOS SCADA

EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN AEROGENERADORES ES UN VALOR EN ALZA. LA EXTENSIÓN DE VIDA ES UNA TENDENCIA CLARA DEL SECTOR EN LA QUE YA ESTÁN TRABAJANDO OPERADORES COMO ACCIONA, NATURGY E INNOGY, Y ELLO REQUIERE DE UN MANTENIMIENTO EXQUISITO. MÁS AÚN, LA APARICIÓN DE CONTRATOS QUE EXIGEN AL MANTENEDOR EN TORNO A UN 98% DE DISPONIBILIDAD, INCLUSO EN ALGUNOS CASOS LLEGANDO AL 100% DE DISPONIBILIDAD, IMPONEN REQUISITOS AÚN MÁS EXIGENTES.

Smartive trabaja en varios proyectos de alargamiento de vida, entre los que destacan, por ejemplo, "Turbines for Life" de Acciona Energía, WindEx de Naturgy, o alargamiento de vida de Innogy. En todos ellos, la compañía trabaja con datos SCADA, partiendo de datos diezminutales.

A partir de los datos SCADA se pueden realizar múltiples análisis aportando información muy útil tanto para el operador como para el mantenedor de parques eólicos. El primer análisis, SmartAudit, consiste en una auditoría sobre las variables. Cabe comentar que las variables SCADA son complicadas de tratar, especialmente en parques antiguos donde las comunicaciones pueden ser complicadas. Los datos son filtrados y ajustados, interpolando o extrapolando los huecos de datos. Una vez se disponen de datos completos se analizan alarmas y eventos. Un buen análisis de eventos es fundamental para conseguir buenos niveles de precisión.

El primer algoritmo que se utiliza es un algoritmo de selección de variables, que permite identificar las variables más significativas para la detección de un evento.

Obtenidas las variables relevantes se procede a la realización de los modelos de normalidad de variables clave. Para dichos modelos se pueden usar las variables más relevantes. Las desviaciones de los modelos de normalidad dan pistas del estado de salud de la máquina. En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los modelos.

A partir de los modelos de normalidad se pueden sacar variables enriquecidas que ayudarán al diagnóstico final. Con los datos también se realizan técnicas de Clustering y Mapas autoorientados (SOM en sus siglas en Inglés, Self Oriented Maps). El SOM + Clustering permite distinguir entre puntos de operación sanos y en avería. En la Figura 2 se

PREDICTIVE MAINTENANCE FOR WIND TURBINES BASED ON SCADA DATA

PREDICTIVE MAINTENANCE IN WIND TURBINES IS INCREASING IN VALUE. LIFETIME EXTENSION IS A CLEAR TREND IN THE SECTOR ON WHICH OPERATORS SUCH AS ACCIONA, NATURGY AND INNOGY ARE ALREADY WORKING, AND WHICH REQUIRES EXCELLENT LEVELS OF MAINTENANCE. MOREOVER, THE EMERGENCE OF CONTRACTS THAT REQUIRED THE MAINTAINER TO OFFER AROUND 98%, AND SOMETIMES UP TO 100%, AVAILABILITY IMPOSE YET MORE DEMANDING REQUIREMENTS.

Smartive is working on several such projects, including, for example, "Turbines for Life" from Acciona Energía, Naturgy's WindEx R&D project and the Innogy lifetime extension programme. In every case, the company works with SCADA data, based on figures taken every ten minutes.

Multiple analyses can be made based on SCADA data, providing both the wind farm operator and the maintenance team with very useful information. The first analysis, SmartAudit, comprises an audit of the variables. It is worth noting that SCADA variables are complicated to process, particularly in old farms where communications can be difficult. The data is filtered and adjusted, interpolating or extrapolating data gaps. Once the full data is available, alarms and events are analysed. A proper analysis of events is essential in order to achieve good levels of accuracy.

The first algorithm used is a variables selection algorithm that is able to identify the most significant variables for detecting an event.

Having obtained the relevant variables, normality models of key variables are then performed, using the most relevant variables. Deviations to the normality models give hints as to the state of health of the turbine. Figure 1 illustrates the model behaviour.

Based on the normality models, enhanced variables can be extracted that will assist the final diagnosis. Self-organising maps (SOM) and clustering techniques are also performed with this data. SOM + clustering are able to distinguish between healthy and defective operating points. Figure 2 shows an example of clusters, which illustrates the different operating zones of the turbine: healthy (blue and green); defective (red); and at risk (orange).

The last algorithm used involves the classifiers. Based on an analysis of variables and metavariables (normality models, clusters), the classifiers give a failure probability over a given period of 90 days. Figure 3 shows how the failure probability evolves over time for a machine experiencing a gearbox breakdown.

Depending on the sensitivity of the algorithm, the alarm limit is adjusted: in this specific case, the limit is 50%. When the failure probability exceeds this limit, an alarm goes off in the SCADA. This alarm means that there is a very high risk that the component will break within 90 days.

This helps the operator and the maintenance team anticipate the preventive maintenance and avoid lost availability. The accuracy of these algorithms is highly dependent on the data. With quality data and training time, the algorithms achieve accurate indicators of above 90%, as shown in Figure 4.

By increasing the accuracy of the algorithms it is possible to enhance the data and add expert knowledge. One new trend on which Smartive is working concerns model hybridisation which involves hybridising models based on data analysis, current

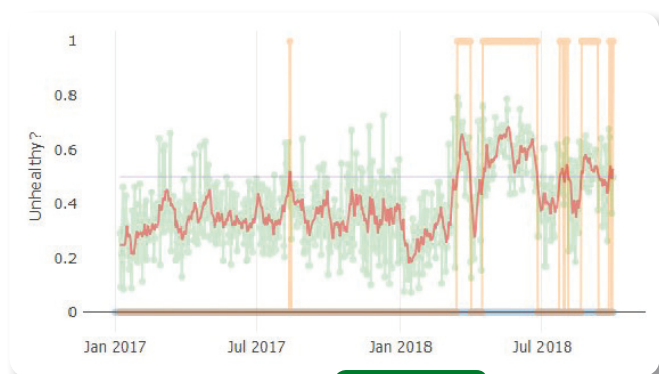
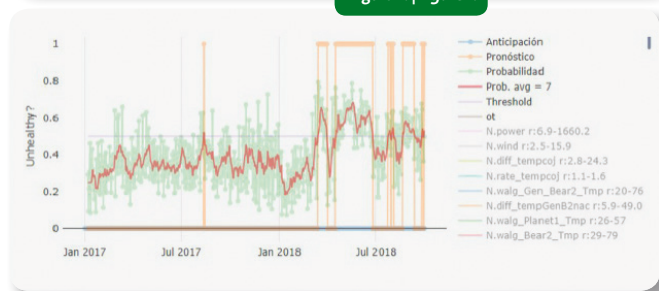


Figura 1. | Figure 1.



muestra un ejemplo de *clusters*. En ella se aprecian las distintas zonas de operación de máquina sana (azul y verde), averiada (rojo) y en warning (naranja).

El último algoritmo utilizado son los clasificadores. Los clasificadores dan, a partir del análisis de variables y meta-variables (modelos de normalidad, *clusters*) una probabilidad de fallo en un horizonte temporal, 90 días. En la Figura 3 se muestra cómo evoluciona la probabilidad de fallo en el tiempo para una máquina con avería en la multiplicadora.

En función de la sensibilidad del algoritmo se ajusta el límite de alarma. En este caso concreto el límite fue de 50%. Cuando la probabilidad de fallo pasa este límite salta una alarma en el SCADA. Dicha alarma significa que hay un riesgo muy importante de rotura del componente en 90 días.

Esto ayuda a operador y mantenedor a anticipar el mantenimiento preventivo y evitar pérdidas en la disponibilidad. La precisión de estos algoritmos es muy dependiente de los datos. Con una buena calidad de datos y tiempo de entrenamiento, los algoritmos alcanzan indicadores de precisión por encima al 90%, como se muestra en Figura 4.

Aumentar la precisión de los algoritmos es posible enriqueciendo los datos y añadiendo conocimiento experto. Por ello una nueva tendencia en la que Smartive está trabajando es en la hibridación de modelos. La hibridación de modelos consiste en hibridar los modelos basados en el análisis de datos, tecnología actual, con el análisis basado en modelos aeroelásticos. En modelos híbridos Smartive está trabajando conjuntamente con CENER y Naturgy dentro del marco de un proyecto de I+D llamado WindEx.

El análisis SmartAudit, que puede realizarse de forma independiente a la herramienta SmartCast, de la que hablaremos a continuación, permite obtener conclusiones en apenas tres semanas, y es una herramienta muy apropiada para llevar a cabo tareas de due diligence y auditorías.

SmartCast, plataforma de predicción y monitoreo

SmartCast es la herramienta más fiable de mantenimiento predictivo a bajo coste que está disponible. Esta aplicación de *software*, desarrollada por Smartive, no requiere la instalación de sensores adicionales, por lo que la instalación es económica y simple. Sin embargo, se basa en un trabajo complejo y una extensa experiencia y conocimiento de los aerogeneradores.

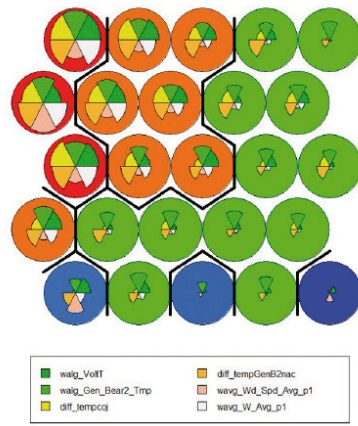
La gran diferencia entre SmartCast y los demás productos en el mercado es, precisamente, su facilidad de instalación y alta precisión. Junto con el análisis tradicional, SmartCast completa la predicción a través de estudios por comparación y los históricos de los aerogeneradores. De esta manera, se permite la comprobación de un aerogenerador respecto a otro. Esta herramienta también permite la comparación con otros aerogeneradores similares instalados en otras partes del mundo y de diferentes clientes, manteniendo siempre el anonimato de su propiedad. Gracias al uso de los datos y del algoritmo, se puede obtener una disminución de la degradación y la reparación de fallos con una anticipación de errores de incluso una semana. Por lo que es posible mejorar los costes de mantenimiento preventivo al reducir la emergencia.



Jordi Cusidó
CEO, Smartive

Gracias al uso de los datos y del algoritmo, se puede obtener una disminución de la degradación y la reparación de fallos con una anticipación de errores de incluso una semana. Por lo que es posible mejorar los costes de mantenimiento preventivo al reducir la emergencia.

Figura 2. | Figure 2.



technology and analysis based on aeroelastic models. Smartive is working together with CENER, the National Renewable Energy Centre of Spain and Naturgy on hybrid models as part of an R&D project called WindEx.

The SmartAudit analysis, which can be performed independently to the SmartCast tool, that will be discussed below, is able to obtain conclusions in just three weeks, and is the ideal tool for undertaking due diligence and audits.

SmartCast: prediction and monitoring platform

SmartCast is the most reliable tool for low cost predictive maintenance currently on the market.

Developed by Smartive, this software application requires no additional sensors, making it easy and economical to install. However, it is based on a complex study as well as the extensive experience and knowledge of wind turbines.

The major difference between SmartCast and all other products in the market is, precisely, its ease of installation and high level of accuracy. Together with the traditional analysis, SmartCast completes the prediction by means of comparative and historical studies of the wind turbines, enabling one turbine to be compared with another. This tool can also compare similar wind turbines installed in other parts of the world and for different clients, with owners always remaining anonymous. Thanks to the use of the data and the algorithm, a reduction in degradation and failure repair can be obtained, with errors predicted up to a week in advance. And this makes it possible to improve preventive maintenance costs by reducing the level of urgency.

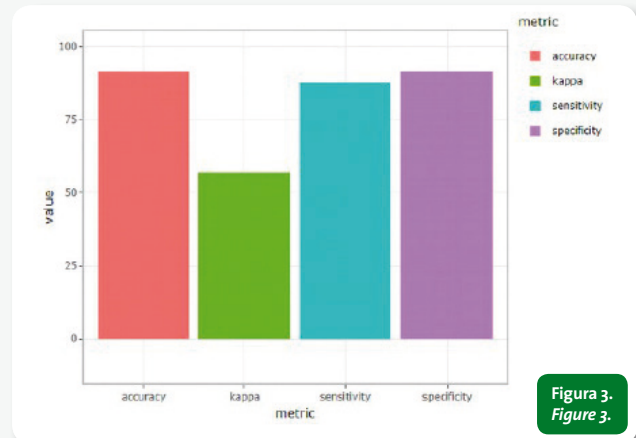


Figura 3.
Figure 3.

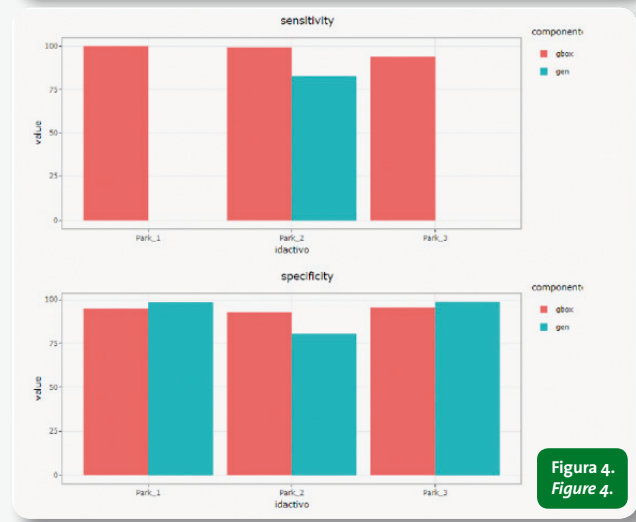


Figura 4.
Figure 4.