

Gestión Integrada del Mantenimiento y la Energía para la Prevención de Fallos en Equipos de Plantas de Proceso

Martínez García, Fernando Manuel¹;

Gómez de León Hijes, Félix Cesáreo²;

Alarcón García, Mariano³;

Fernando_martinez@takasago.com

1 Takasago International Chemicals (Europe), S.A, Director Técnico y de Sistemas de la Información

2 Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Informática

3 Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Energética, Facultad de Químicas

- Empresa de Implantación y la Industria 4.0
- Objetivos
- Monitorización de Equipos Críticos Mediante Indicadores Energéticos y Mixtos
- Conclusiones

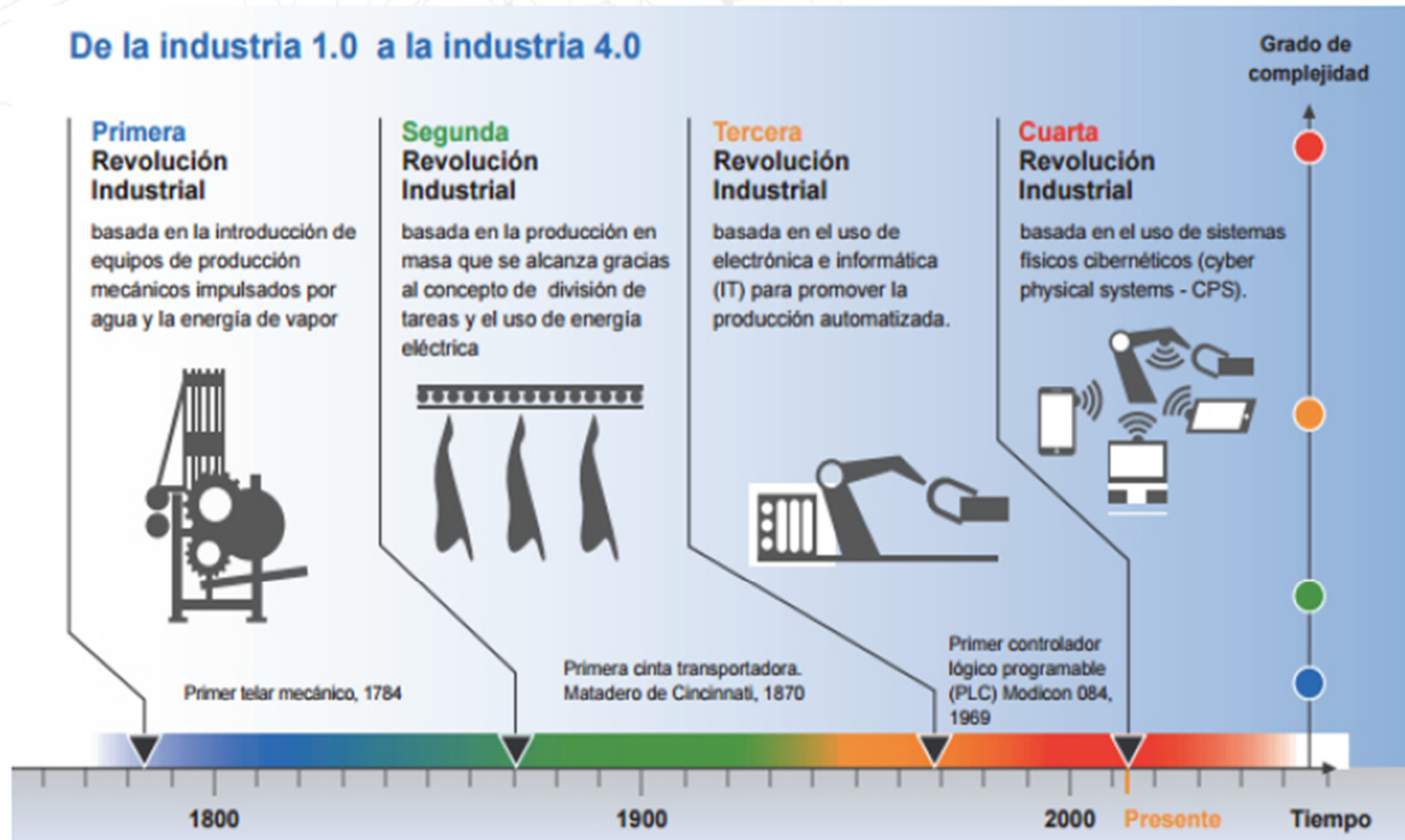
- Fundada en 1920 (Kamata)
- Ventas Anuales US\$ 1.200 M
- Gastos de I+D, 7,5 % Ventas Anuales (100 M\$)
- 3.200 Empleados
- Presente en 24 países
 - TICSA Fundada en 1964 como ACEDESA
 - 1998 TAKASAGO compra el 100%
 - Producción > 2.800 t
 - 99 Empleados (+20 / 30 Externos)
 - Más de 100 Unidades para Síntesis Química y Destilación





La Cuarta Revolución Industrial

De la industria 1.0 a la industria 4.0



TECNOLOGIAS INDUSTRIA 4.0





INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0 pretende responder a las problemáticas actuales en cuanto al uso eficiente de la energía y de los recursos materiales y humanos.

Dentro de esta línea están incluidos los sistemas relacionados con la **gestión energética en tiempo real (EMS)** y con la **gestión de activos, o como se los conoce normalmente, sistemas de gestión del mantenimiento (MMS)**.

En ambos casos, las soluciones comerciales presentan principalmente dos problemas:

- ➡ Suelen estar concebidos dentro de las fábricas como **islas**, es decir, **sin interacción, o muy poca, con los sistemas de gestión de la cadena de suministro**, por lo que no aportan información relevante en la toma de decisiones.
- ➡ Suelen estar **desarrollados bajo plataformas propias**, obligando a la empresa al mantenimiento y operación de dos plataformas diferentes, y a la creación de interfaces para la interconexión de estos sistemas.



INDUSTRIA 4.0

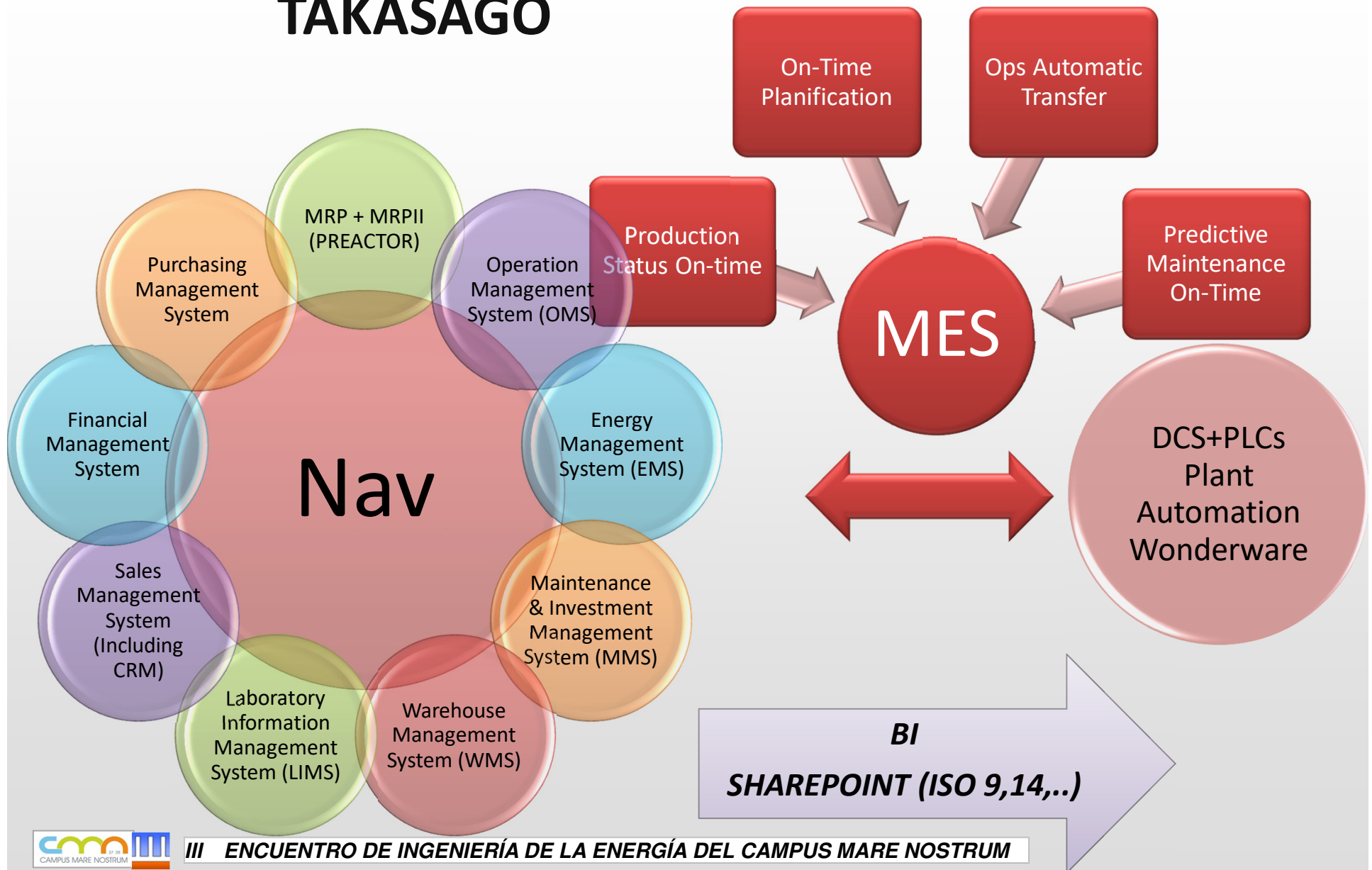
El trabajo desarrollado propone la **integración de ambos sistemas (MMS y EMS) en la gestión de la cadena de suministro**, de forma que la **información recabada** a través de ambos sistemas, **relativa a la fiabilidad y mantenibilidad de los equipos**, sea un elemento clave en la toma de decisiones.

Gracias a esto, los sistemas de gestión se **nutrirán de información importante** para la **previsión de situaciones anómalas**, reduciendo **sensiblemente las paradas no planificadas**, los costes derivados de estas, así como los costes derivados de un mal funcionamiento continuado de un equipo.

Gracias a este conocimiento compartido, además, **se aumentará sensiblemente la seguridad de la planta**, desde el punto de vista **medioambiental e industrial**, proporcionando un **ahorro energético** derivado del mejor control de los equipos.

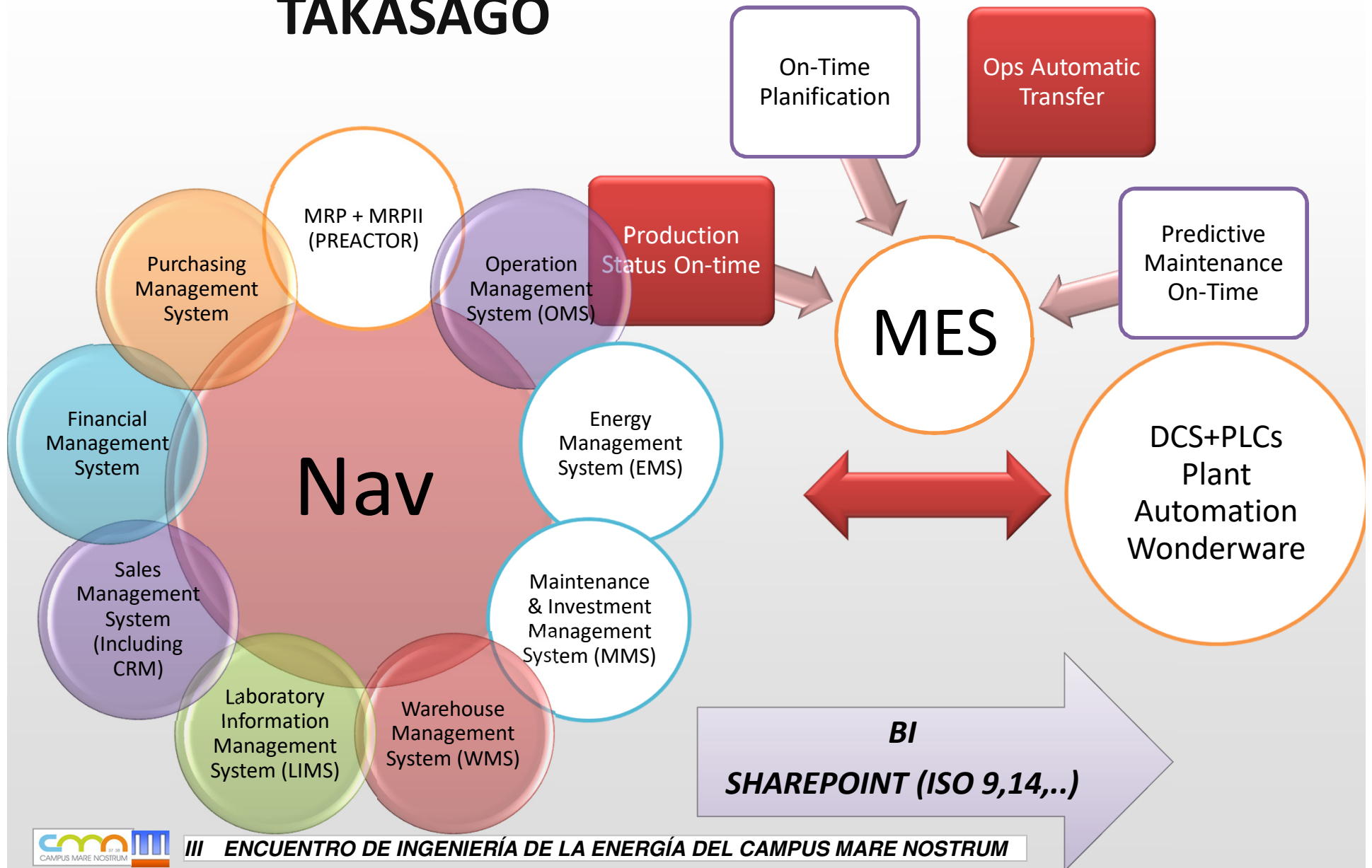


ECOSISTEMA IMPLANTADO EN TAKASAGO





ECOSISTEMA IMPLANTADO EN TAKASAGO





OBJETIVOS

El trabajo se ha vertebrado en torno a tres líneas de investigación principales:

1. Encontrar y desarrollar un **procedimiento sencillo, operativo y eficaz para objetivar y cuantificar el “estado funcional” de un equipo.**
2. Establecer un **mecanismo de gestión dinámica de los intervalos de medición basado en la criticidad del equipo y su “estado funcional”** que permita su **integración en los sistemas de información** de la planta.
3. Desarrollar una metodología para **identificar situaciones anómalas mediante la monitorización en tiempo real de parámetros energéticos** (eléctricos, caudal,...) **o mediante indicadores mixtos**, resultado de combinar datos operativos del proceso o producción (datos provenientes de los sistemas MES y DCS) con la monitorización de los parámetros energéticos.



OBJETIVOS

El trabajo se ha vertebrado en torno a tres líneas de investigación principales:

1. Encontrar y desarrollar un **procedimiento sencillo, operativo y eficaz para objetivar y cuantificar el “estado funcional” de un equipo.**
2. Establecer un **mecanismo de gestión dinámica de los intervalos de medición basado en la criticidad del equipo y su “estado funcional”** que permita su **integración en los sistemas de información** de la planta.
3. Desarrollar una metodología para **identificar situaciones anómalas mediante la monitorización en tiempo real de parámetros energéticos (eléctricos, caudal,...) o mediante indicadores mixtos**, resultado de combinar datos operativos del proceso o producción (datos provenientes de los sistemas MES y DCS) con la monitorización de los parámetros energéticos.



MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

En toda empresa existen una serie de equipos, que debido a su criticidad para el proceso de producción, ya sean cuestiones económicas, técnicas o de seguridad, hacen necesario una continua supervisión de su estado funcional.

Esta supervisión continua es muy complicada y costosa de realizar por los métodos tradicionales (técnico de mantenimiento continuamente recopilando información del estado funcional del equipo a través de equipos off-line)

Por lo tanto, para estos equipos se hace necesario la utilización de equipos de medición de parámetros que envíen la información de su estado en tiempo real (principalmente a través del nivel de vibraciones y la temperatura)



MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

Las **soluciones comerciales** existentes en el mercado **son limitadas y con unos costes de implantación muy elevados**

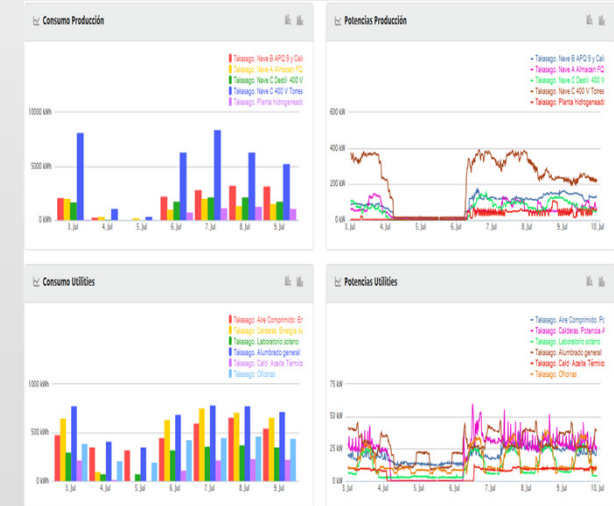
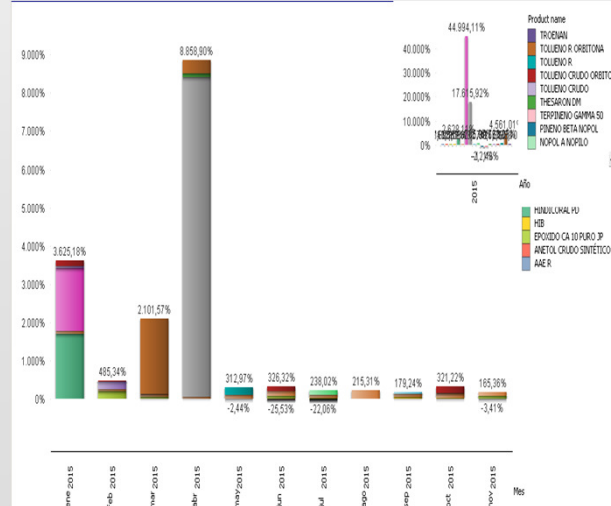
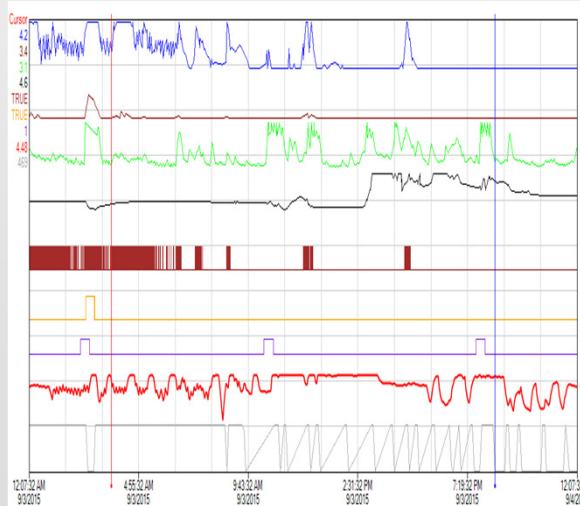
Solamente en casos donde el **coste de la máquina a monitorizar sea muy elevado, donde el coste de reparación de esta sea también muy elevado o donde el tiempo de la parada provocada por la rotura del equipo sea muy larga y por lo tanto genere unas pérdidas muy elevadas a la empresa**, el coste de la inversión necesaria para esta implantación puede ser considerado y factible.

Por lo tanto, se hace **necesaria la utilización de otras técnicas alternativas de monitorización más accesibles comercial y económicamente**, que de forma directa o indirectamente a través de la medición de otras variables, puedan dar información en tiempo real sobre el estado del equipo.

MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

Como se comento anteriormente, esta monitorización debe utilizar los sistemas información ya implantados en la empresa

- Sistema de Control Distribuido (DCS), a través de los “**parámetros de proceso**” (presión, temperatura, caudal...)
- Sistema de Ejecución de la Producción (MES), a través de los “**parámetros de operación**” (producción, equipos activos, horas trabajadas...)
- Sistema de Control de la Energía (EMS), a través del sistema control de los **parámetros eléctricos** (intensidad, voltaje, potencia consumida...)



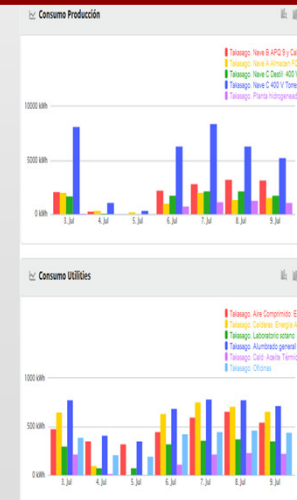
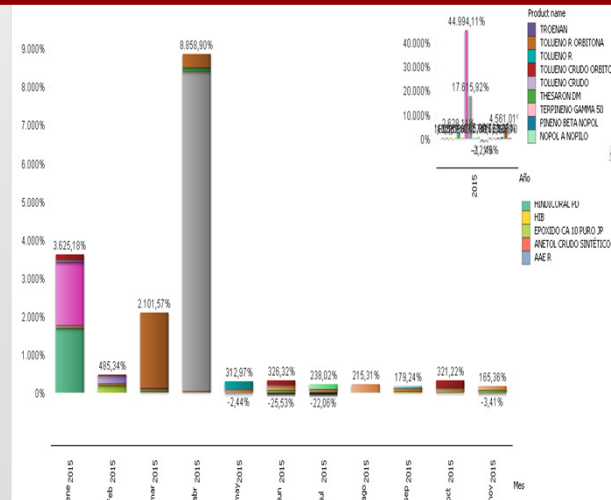
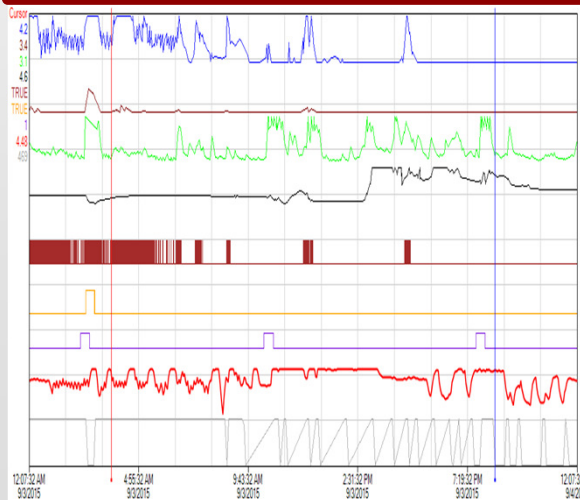
MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

Como se comento anteriormente, esta monitorización debe utilizar los sistemas información ya implantados en la empresa

■ Sistema de Control Distribuido (DCS), a través de los “**parámetros de proceso**” (presión, temperatura, caudal...)

■ Sistema de Ejecución de la Producción (MES), a través de los “**parámetros de operación**” (producción, equipos activos, horas trabajadas...)

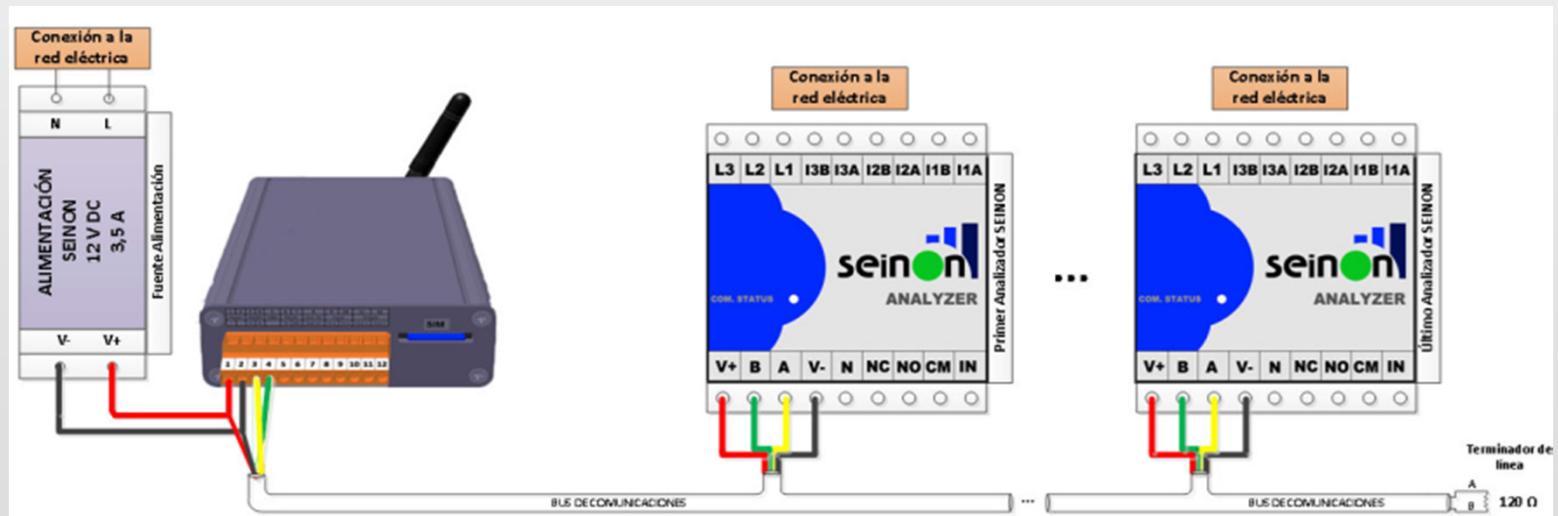
■ Sistema de Control de la Energía (EMS), a través del sistema control de los **parámetros eléctricos** (intensidad, voltaje, potencia consumida...)



MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

La mayoría de los equipos dinámicos utilizan para su funcionamiento motores eléctricos. **Un fallo o pérdida de propiedades en cualquiera de los elementos del equipo rotativo podría afectar al buen funcionamiento del motor eléctrico, por lo que si monitorizamos su comportamiento a través de sus parámetros eléctricos, se podría detectar fallos prematuros o desviaciones de su comportamiento “normal”.**

Los analizadores están **ampliamente implantados** en la industria, es una **tecnología muy madura**, con una **alta diversidad de proveedores** que aportan soluciones de **cualquier nivel económico y tecnológico.**





MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS

La información recogida mediante este sistema de control energético (EMS) además es fácilmente integrable con:

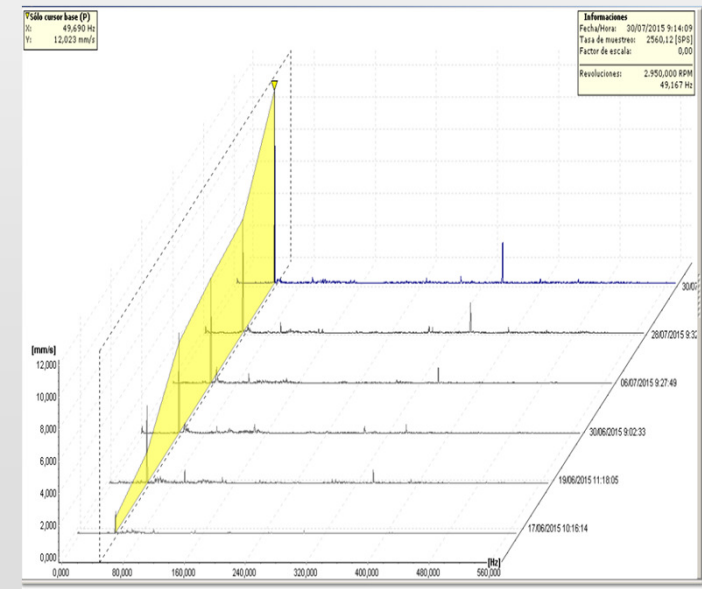
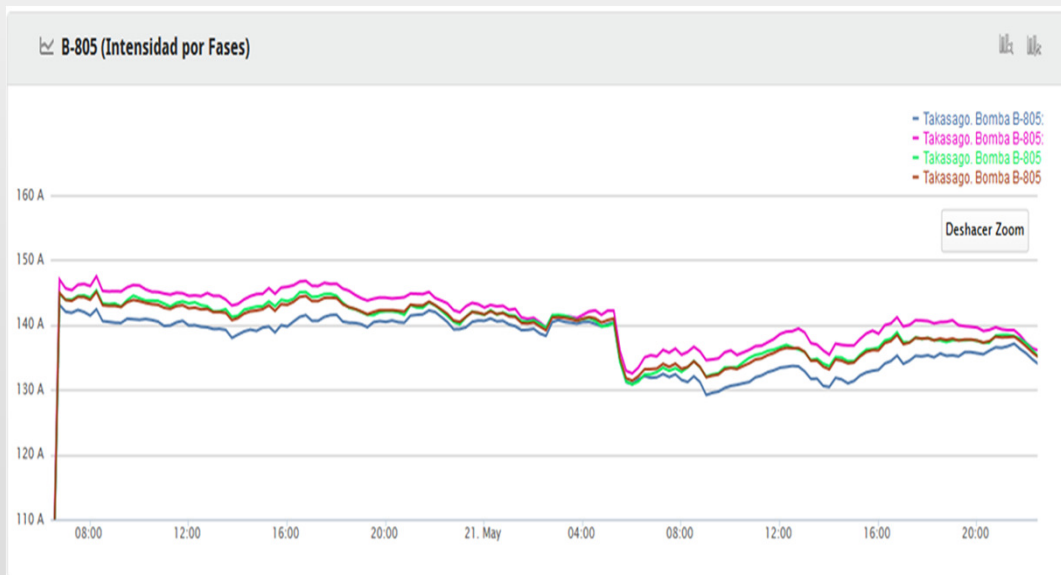
1. La información proveniente del sistema de monitorización de datos de proceso (DCS), relacionando así parámetros eléctricos con los de proceso (Temperatura, presión, caudal,...)
2. La información proveniente del sistema de monitorización de datos de operación (MES), relacionando así parámetros eléctricos con los de operación (kilos producidos, horas trabajadas, equipos activos,...)

Por lo tanto, a través de la monitorización de parámetros eléctricos, de forma individual (Indicador Energético) o combinada con otros parámetros característicos del proceso o de la operación (Indicador Mixto), se podrían parametrizar comportamientos que dan información para la detección de fallos tempranos en los equipos dinámicos.

INDICADOR ENERGETICO

A modo de ejemplo, un desequilibrio eléctrico superior al 5%, detectado a través de una desviación de la intensidad media por fase, puede ser provocado por un aumento importante del desequilibrio mecánico.

Si se ha desprendido material del rodete, ya sea por el efecto de la cavitación o de la corrosión, el desequilibrio rotórico aumentará normalmente, provocando el aumento del diámetro medio de la órbita del rotor y, consecuentemente, de las corrientes inducidas





INDICADORES MIXTOS

Estos indicadores indicarán una posible de la pérdida de propiedades de un equipo rotativo a través de la definición de una ratio que relacione una variable de operación (carga de trabajo, horas trabajadas, volumen de producción...) o una variable de proceso (caudal, temperatura, presión), con una variable eléctrica (consumo eléctrico, potencia consumida,...).

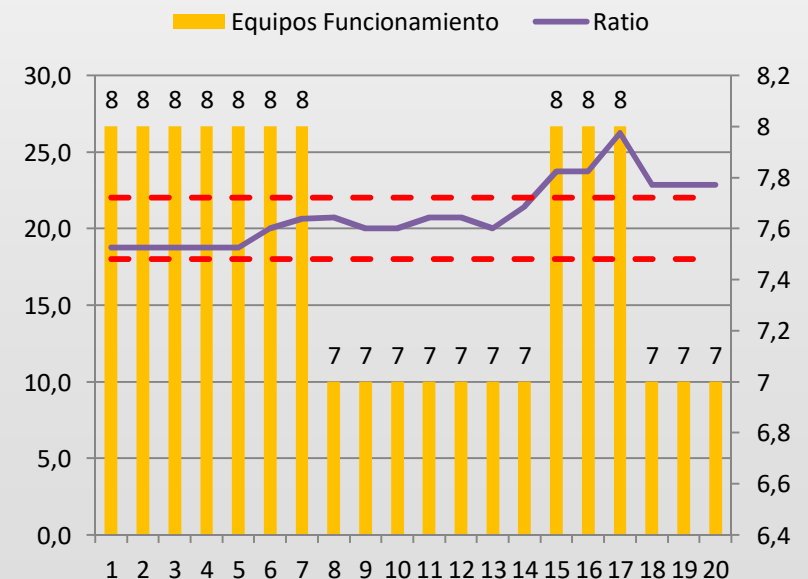
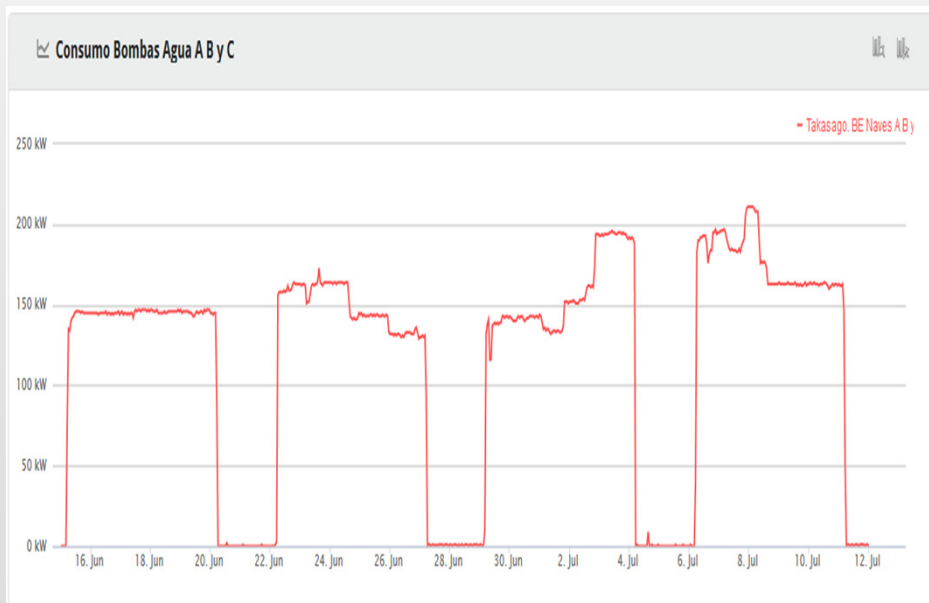
Se han propuesto dos escenarios:

- Un sistema de bombeo formado por 6 bombas centrifugas (4 bombas principales + 2 redundates). Este sistema de bombeo suministra agua a los condensadores de cabeza a 12 destiladores situados en dos plantas de producción bien diferenciadas.
- Un grupo de bombas centrifugas (1 principal + 1 redundante) pertenecientes a un grupo de frío utilizado para el control de una reacción exotérmica. El circuito al que suministra frio es un anillo cerrado, donde los reactores se conectan en paralelo formando una batería.

INDICADORES MIXTOS

A modo de ejemplo, se presentan dos ratios operativas:

- Potencia Consumida (kW)/“Equipos en Funcionamiento” para la monitorización de un sistema de bombeo de agua (4 BP+2R).
- Potencia Consumida (kW)/caudal nominal (m³/h), obtenido a través de la curva característica de la bomba, para la monitorización de un grupo de bombas centrífugas (1 BP+1R) pertenecientes a un grupo de frío.





INDICADORES MIXTOS

En ambos casos existen **hándicaps** que dificultan la detección de anomalías a través del sistema monitorización, como pueden ser: la “pericia” del operador de planta con la apertura/cierre de la válvula de retorno, el correcto estado de las tuberías que no genere una pérdida de carga adicional, el estado de ensuciamiento, todas estas situaciones **podrían enmascarar el estado real los equipos.**

Por lo tanto, la utilización este tipo de monitorización a través de indicadores será utilizada como una alerta de que existe una situación anómala en el equipo o sistema, que debe ser **confirmada seguidamente través de técnicas predictivas.**

Para la implantación de los indicadores se han identificando los **valores límite de funcionamiento de los sistemas analizados** e implementando **una alarma** en el sistema de forma que si el **valor del indicador superaba su valor límite durante dos mediciones seguidas o tres no sucesivas en un periodo de 24 horas**, envíe un **correo electrónico** a los responsables de mantenimiento y producción, así como, a través del sistema MES, al PLC que comanda los equipos en cuestión para avisar al operario de mantenimiento encargado de dicha instalación.



CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado una metodología para identificar situaciones anómalas mediante la monitorización de los parámetros energéticos procedentes del Sistema de Gestión de la Energía (EMS), de los parámetros de proceso procedentes del Sistema de Control Distribuido (DCS) o de los parámetros de operativos provenientes del Sistema de Ejecución de la Producción (MES).
- Se han presentado diferentes situaciones donde estos sistemas de forma aislada o combinada son una herramienta válida, flexible e integrada con los sistemas de gestión de la información existentes para la detección prematura de situaciones anómalas en los equipos.
- La herramienta desarrollada es un complemento muy útil para la detección de fallos y permite explotar las posibilidades de los parámetros que actualmente ya están en uso.
- Como consecuencia de lo anterior, se ha aumentado sensiblemente la seguridad de los unidades de producción y reducido el coste energético derivado de los equipos defectuosos.