

# Beneficios de pasar del mantenimiento tradicional al mantenimiento basado en la condición en los equipos de distribución eléctrica

Por Arnaud Rivals

## Resumen ejecutivo

A medida que las empresas se vuelven más conectadas y digitales, la necesidad de repensar las estrategias de mantenimiento se intensifica debido al aumento de los riesgos de continuidad del negocio y los mayores costos de tiempo de inactividad. Las tendencias tecnológicas, como el Internet de las cosas (IoT) y el big data, hacen que sea mucho más sencillo planificar y gestionar una base instalada de equipos de distribución eléctrica y combinar de forma rentable las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo.

Este documento técnico explica el poder del mantenimiento basado en la condición y cómo aborda los requisitos de confiabilidad y disponibilidad de la infraestructura eléctrica moderna.

*NOTA: DEBE CONSIDERARSE COMO UN DOCUMENTO DE OPINIÓN QUE PRESENTA INFORMACIÓN GENERAL Y NO VINCULANTE SOBRE UN TEMA EN PARTICULAR. EL ANÁLISIS, LA HIPÓTESIS Y LAS CONCLUSIONES PRESENTADAS EN EL MISMO SE PROPORCIONAN TAL CUAL CON TODOS LOS DEFECTOS Y SIN NINGUNA REPRESENTACIÓN O GARANTÍA DE NINGÚN TIPO O NATURALEZA, YA SEA EXPRESA, IMPLÍCITA O DE OTRO TIPO.*

Nuevas palabras como digitalización, servicio digital y conectividad se utilizan cada vez más en la industria, especialmente en el ámbito de la distribución eléctrica.

## Introducción: El impacto de la digitalización

**La digitalización** consiste en utilizar las tecnologías digitales para cambiar un modelo de negocio y proporcionar nuevos ingresos y oportunidades de producción de valor; es el proceso de pasar a un negocio digital.<sup>1</sup>

**El servicio digital** se describe comúnmente de dos maneras:<sup>2</sup>

1. Es un servicio que se presta a través de internet o red electrónica
2. Está automatizado y requiere poca o ninguna intervención humana

**La conectividad** es la capacidad de una computadora, programa, dispositivo o sistema para conectarse con uno o más otros.<sup>3</sup>

A medida que la aceleración de la digitalización se extiende por los entornos de fabricación globales, se prevé que el número de dispositivos IoT en todo el mundo se triplique, pasando de 9.700 millones en 2020 a más de 29.000 millones en 2030.<sup>4</sup> Una de las áreas más beneficiadas es el mantenimiento de equipos de distribución eléctrica.

**Las estrategias de mantenimiento tradicionales han carecido de** información sobre el estado real de los activos de distribución de baja tensión (BT) y media tensión (MT). Han fracasado en la difícil misión de evitar el tiempo de inactividad. Por otra parte, algunos propietarios de Los equipos de distribución no han realizado ningún tipo de mantenimiento, mientras que otros consideran que el equipo está "libre de mantenimiento" porque, en algunos casos, ha funcionado sin incidentes durante años.

Pero este enfoque de mantenimiento tradicional se ha vuelto demasiado arriesgado, especialmente cuando un **corte de energía no programado puede provocar interrupciones en cascada**. Además, la amenaza de un **tiempo de inactividad no planificado aumenta exponencialmente debido a la antigüedad del activo, especialmente si no hay un** mantenimiento adecuado. Entre las empresas de la lista Fortune 1000, por ejemplo, el coste total medio del tiempo de inactividad no planificado de las aplicaciones al año es de entre 1.250 y 2.500 millones de dólares. Una sola hora de tiempo de inactividad ahora cuesta al 98% de las empresas al menos \$ 100,000, y el 86% de las empresas dicen que una hora de tiempo de inactividad cuesta \$ 300,000 o más.<sup>5</sup>

La función principal de los sistemas modernos de distribución eléctrica es ayudar a **proporcionar continuidad y confiabilidad del negocio** a través de un suministro estable y predecible de electricidad. Pero las consecuencias de los incumplimientos del sistema van más allá de los altos costos; Pueden generar largos tiempos de inactividad eléctrica y daños físicos. Desafíos adicionales, como superar **la falta de personal calificado** y la creciente presión sobre los gerentes de operaciones mejorar **la eficiencia operativa** y contribuir activamente a sus **objetivos de sostenibilidad** empresarial, dificultar que los equipos de operaciones y mantenimiento gestionen sus red de manera efectiva.

<sup>1</sup> Glosario de Gartner

<sup>2</sup> Schneider Electric, ¿Qué son los servicios digitales? 3 Diccionario Cambridge

<sup>4</sup> Lionel Sujay Vailshrey, "Internet de las cosas (IoT): estadísticas y hechos, agosto de 2022"

<sup>5</sup> ITIC, "Los costos de tiempo de inactividad por hora aumentan: el 86% de las empresas dicen que 1 hora de tiempo de inactividad cuesta \$ 300K", mayo de 2019

## Beneficios de una estrategia de mantenimiento o adecuada

Por estas razones, se debe implementar una estrategia de mantenimiento sólida analizando cómo y dónde tienen sentido los enfoques de mantenimiento más recientes, como el mantenimiento **predictivo y basado en la condición**. Por otro lado, es crucial seleccionar un proveedor de servicios de confianza con un profundo conocimiento y técnicos capacitados que puedan apoyarlo durante todo el ciclo de vida de su equipo para modernizarlo y/o mantenerlo a través de un plan de servicios.

Según IDC, el 38% de las empresas informaron de eventos que provocaron pérdidas de producción. Sin embargo, según la misma investigación, la adopción de servicios digitales aún está por debajo de las expectativas, representando aproximadamente el 30% de las empresas entrevistadas.<sup>6</sup>

La actualización o mejora de los planes de mantenimiento de los sistemas de energía que reflejan la nueva realidad de las operaciones digitalizadas proporciona **cinco beneficios importantes**:

1. **Seguridad y preservación de equipos eléctricos:** los gerentes de planta deben adoptar todas las medidas técnicas y económicas disponibles para minimizar el riesgo de eventos no planificados que puedan dañar al personal, los activos y/o el negocio. Hoy en día, el 70% de las instalaciones funcionan con sistemas eléctricos complejos, lo que a menudo provoca daños en los equipos y tiempos de inactividad no planificados.<sup>7</sup> Los enfoques de mantenimiento estructurado centrados en los disyuntores, diseñados para minimizar el riesgo y la gravedad de los accidentes relacionados con el sistema eléctrico o las averías del proceso, son un buen primer paso.
2. **Continuidad del servicio:** con muchas empresas que dependen de la disponibilidad 24x7 de su tecnología de la información (TI) y tecnología de operaciones (OT), Los planes de mantenimiento emergen como un activo competitivo. Las investigaciones revelan que más del 67% de las averías pueden evitarse mediante una planificación formalizada del servicio de mantenimiento.<sup>8</sup>
3. **Equipos energéticamente eficientes:** los equipos eléctricos que no reciben mantenimiento no son tan eficientes energéticamente como los equipos bien mantenidos. Con el tiempo, el desgaste normal provoca tensión en los componentes, lo que se traduce en una disminución de la eficiencia energética y un aumento de las emisiones generales de carbono. Un programa de mantenimiento eficaz será muy importante en las prácticas de gestión de la energía.<sup>9</sup>
4. **Gestión eficiente de las piezas de repuesto:** las piezas de repuesto por sí solas pueden suponer la mitad de los costes totales de mantenimiento. Sustituir un enfoque de mantenimiento de "reparación de averías" por uno más moderno, pragmático y de menor riesgo puede reducir estos costos. Un programa de mantenimiento eficaz ayudará a reducir la avería de los equipos y proporcionará una mejor visión de la gestión de las piezas de repuesto.
5. **Menor costo total de propiedad (TCO)** - Teniendo en cuenta los importantes costos de gasto de capital (CapEx) de la instalación de nuevos equipos, es importante mantener los equipos de distribución eléctrica funcionando bien durante el mayor tiempo posible. Un programa de mantenimiento planificado ayudará a aumentar la vida útil de los equipos y evitar su sustitución prematura. También se reducirán los casos de intervenciones de emergencia, que a menudo coinciden con mayores costos de piezas de repuesto y mano de obra, lo que resultará en menores gastos operativos (OpEx).

<sup>6</sup> Informe técnico de IDC: Maximice la resiliencia empresarial y operativa a través de los servicios <sup>7</sup> Informe técnico de IDC: Maximice la resiliencia empresarial y operativa a través de los servicios .

<sup>8</sup> El informe técnico de Schneider Electric compara los planes bajo demanda con los planes de servicio para los programas de mantenimiento eléctrico. 2017 <sup>9</sup> Backlund S., Thollander P., Palm J. y Ottosson M. Ampliación de la brecha de eficiencia energética, páginas 392-96, 2012

## Enfoques de mantenimiento

Los planes de mantenimiento han evolucionado desde la infusión de inteligencia en los equipos eléctricos, uniendo los tres enfoques de mantenimiento descritos en este documento.

No consideraremos el mantenimiento correctivo, o ejecutaremos hasta fallar, lo que significa que no se lleva a cabo una verificación y mantenimiento regular en el equipo. Por lo general, está destinado a equipos cuyos costos de reparación son bajos, con un tiempo medio de reparación (MTTR) no resultante en una pérdida significativa de producción y costos asociados; Es por eso que no se incluye en este documento.

### Los tres enfoques principales de mantenimiento

A continuación se presentan **tres de los principales enfoques para el mantenimiento de equipos de distribución eléctrica** que los propietarios suelen implementar:

#### 1. Mantenimiento predeterminado

El mantenimiento predeterminado es un tipo preventivo que se lleva a cabo a intervalos establecidos, a menudo denominado mantenimiento basado en calendario. Es una actividad programada que consiste en una serie de acciones sistemáticas basadas en las condiciones de operación asumidas y la vida útil esperada del conjunto y sus componentes.

En comparación con el mantenimiento correctivo, el mantenimiento predeterminado permite planificar las interrupciones del mantenimiento, minimizando así los costes asociados a la pérdida de producción y permitiendo que la energía esté disponible para las cargas conectadas cuando se espera.

#### 2. Mantenimiento basado en la condición

El mantenimiento basado en la condición (CBM) es un método de mantenimiento preventivo que monitorea el estado de los equipos para determinar qué tareas de mantenimiento deben llevarse a cabo y cuándo.

En comparación con el mantenimiento predeterminado, el mantenimiento basado en la condición permite cierta flexibilidad en el mantenimiento programado. Es posible que se requieran sensores adicionales en el equipo. Sobre la base de los datos disponibles, el intervalo de tiempo entre dos intervenciones puede reducirse o ampliarse según sea necesario. Para los conjuntos de aparataje y equipos de control de baja tensión, el mantenimiento requerido puede basarse en uno o varios parámetros, por ejemplo, el número de operaciones mecánicas, el número de disparos por sobrecorriente, la carga, los datos ambientales (temperatura, polvo, contenido de sal en la atmósfera, etc.), los armónicos de corriente.

#### 3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una forma avanzada de mantenimiento basado en la condición que permite analizar los fallos en desarrollo y ayuda a predecir las consecuencias futuras y el tiempo hasta los eventos de tiempo de inactividad. Determina cuándo programar un mantenimiento adecuado y qué decisiones se deben tomar cuando se acerca el final de la vida útil del equipo.

El mantenimiento predictivo generalmente reduce el mantenimiento al limitarlo solo a lo que es necesario para el entorno de trabajo real del dispositivo. Por lo general, el mantenimiento predictivo se basa en lo siguiente:

- Múltiples sensores dentro y alrededor del dispositivo con informes de datos frecuentes (cada hora, cada día) a un procesador central.
- Algún tipo de microprocesador utiliza los datos de los sensores del dispositivo y los algoritmos aplicados para simular y determinar la tendencia del envejecimiento, en función de las condiciones reales de funcionamiento en vivo del dispositivo, para estimar el tiempo restante antes de que se produzca el tiempo de inactividad y la necesidad de mantenimiento.

## ¿Cuál es la correcta? La respuesta es "híbrido".

A lo largo de su vida útil, los equipos eléctricos deben someterse a un mantenimiento adecuado. Sujeto a las recomendaciones del fabricante, el mantenimiento de los equipos puede ser **predeterminado, basado en la condición o predictivo, o una combinación de dos o más tipos de mantenimiento.**

**El mantenimiento predeterminado** debe organizarse sobre la base de inspecciones complementadas con comprobaciones operativas seguidas de un examen. Las inspecciones y comprobaciones deben ser de tal frecuencia que garanticen que no se han producido daños indebidos o desgaste excesivo en el curso de las operaciones desde la última acción de mantenimiento.

Se deben realizar exámenes para determinar si existe alguna necesidad de reacondicionamiento de los sistemas de contacto, lubricación y ajuste de los mecanismos, o deterioro del aislamiento. El intervalo adecuado para el examen debe determinarse a partir de  
el resultado de las inspecciones o comprobaciones operativas o basarse en las recomendaciones del fabricante, teniendo en cuenta el servicio operativo, las condiciones ambientales y los posibles efectos de los eventos de tiempo de inactividad. La inspección y prueba del aislamiento deben realizarse durante el examen.

**El mantenimiento basado en la condición** es similar al mantenimiento predeterminado, excepto que el intervalo entre el mantenimiento se determina en función de los parámetros operativos. En comparación con los métodos correctivos/reactivos (Break-fix), los ahorros en mantenimiento preventivo pueden alcanzar el 12-18%.<sup>10</sup>

Esto se debe a que el tiempo de inactividad y el mantenimiento no planificados hacen incursiones en la productividad y la rentabilidad. Por ejemplo, el mantenimiento y el tiempo de inactividad representan entre el 25 y el 30 % del coste total del ciclo de vida de una bomba.<sup>11</sup>

**El mantenimiento predictivo** es menos arbitrario, ya que se basa en análisis avanzados y modelos de envejecimiento aplicados a intervalos oportunos y predice el mantenimiento necesario y cuándo debe llevarse a cabo.

La **selección del enfoque de mantenimiento adecuado** dependerá de varios factores que influyan en la combinación adecuada de estos enfoques. Estas variables incluyen:

- Presupuesto
- La gravedad del tiempo de inactividad
- Antigüedad del sistema
- Criticidad de activos específicos, entre otros

El jefe de obra debe sopesar las opciones y seleccionar una estrategia de mantenimiento que sea la ideal para su funcionamiento.

Hoy en día, muchas organizaciones están yendo más allá del mantenimiento reactivo y preventivo y adoptando más prácticas de mantenimiento predictivo y basadas en la condición, pasando a un enfoque proactivo.

---

<sup>10</sup> Frost & Sullivan, "Informe técnico sobre la gestión del rendimiento de los activos basada en datos", 2020 <sup>11</sup> Frost & Sullivan, "Informe técnico sobre la gestión del rendimiento de los activos basada en datos", 2020 .

La migración al mantenimiento predictivo y basado en la condición puede requerir la instalación de **sensores dedicados que proporcionen datos en tiempo real y de tendencias** para las características clave dentro de los equipos de distribución eléctrica.

Estos datos son recopilados por un sistema de información de mantenimiento (a veces denominado como "gestión de activos institucionales"), que puede integrarse aún más con un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para toda la planta. Con el tiempo, las intervenciones de mantenimiento pueden preverse y ponerse en marcha cuando las alarmas programadas (monitorización en línea de parámetros seleccionados de los elementos principales del equipo) indican que se ha alcanzado un umbral de desgaste predefinido.

Con un sistema de mantenimiento predictivo bien diseñado, se pueden lograr reducciones de costos a través de una mejor gestión de los recursos y las piezas de repuesto, proporcionando una auditoría de integridad y confiabilidad del proceso del equipo, optimizando la gestión de la obsolescencia del equipo y prediciendo cuándo es probable que ocurra un evento de tiempo de inactividad.

Cuando se trata de periodicidad de mantenimiento, cada fabricante recomienda un programa específico.

En condiciones ambientales normales, el mantenimiento recomendado por el fabricante se realiza cada tres años para los equipos y transformadores de BT/MT. Esto se basa en el conocimiento de la base instalada de Schneider Electric y la experiencia histórica de mantenimiento. Esta recomendación es válida para cualquier industria y geografía. Por ejemplo, en Schneider Electric, hay un enfoque holístico a nivel de sitio, no a nivel de activos.

Esta periodicidad de mantenimiento se reducirá en función de las condiciones ambientales, en las que un parámetro puede influir en todo el rendimiento, de normal a grave, como se menciona en la **figura 1**.

## Optimización del mantenimiento o con un enfoque basado en la condición

### Figura 1

Mantenimiento basado en el tiempo

recomendación

Factores ambientales	Normal Todos los criterios deben cumplirse	Muy fuerte a partir de un criterio comprobado
<b>Temperatura</b> Promedio anual alrededor / fuera de la centralita	T° < 35°C	T° > 35°C
<b>Humedad Relativa</b>	H < 85°	H > 85°
<b>Salinidad</b> Distancia del sitio de la costa y habitación sin atmósfera protegida	Niebla baja en sal D > 10km	Alta niebla salina D < 10km
<b>Polvo</b> Nivel adicional a la filtración y/o ventilación presente	Bajo nivel de polvo o Filtración y/o ventilación	Alto nivel de polvo y Sin filtración ni ventilación
Impacto en los ciclos de mantenimiento		
<b>Equipo Transformador de Media Tensión de Baja Tensión</b>	T = 3 años	T = 2 años

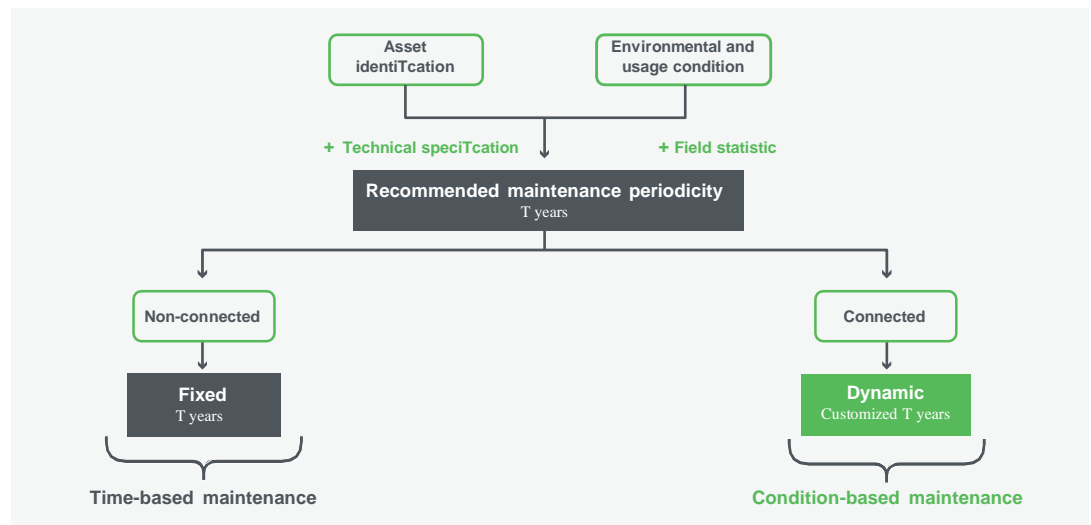
## Optimización de los intervalos de mantenimiento (periodicidad)

Los avances en IoT, el análisis de big data y la conectividad en la nube influyen en la forma en que se ajustan los intervalos de mantenimiento de los activos eléctricos (periodicidad de mantenimiento). Ahora, la digitalización, la recopilación y el análisis de información específica del producto (por ejemplo, la antigüedad del equipo, el historial de mantenimiento, las características ambientales y el uso de datos de condición) permite optimizar la periodicidad del mantenimiento.

Es valioso para las organizaciones de mantenimiento reducir los períodos de parada y ahorrar dinero en gastos operativos. La periodicidad de mantenimiento recomendada permanece fija y predeterminada si no se supervisa el equipo eléctrico. Pero cuando se instalan sensores, o el dispositivo está conectado a la red (es decir, si los sensores son nativos) en este mismo equipo eléctrico, es posible beneficiarse de la analítica para extender dinámicamente la periodicidad del mantenimiento cuando se implementa el mantenimiento predictivo o basado en la condición, como se explica en **la Figura 2**.

### Figura 2

Ampliación de la periodicidad de mantenimiento



Pero ¿cómo funciona?

En primer lugar, entendamos mejor por qué necesitamos **sensores en el equipo** y cómo afecta al valor del mantenimiento basado en la condición.

### Monitoreo remoto de activos

Las nuevas herramientas de monitoreo remoto ayudan a abordar posibles problemas de mantenimiento antes de que provoquen un tiempo de inactividad imprevisto al proporcionar, en el momento adecuado, información detallada sobre el rendimiento a las personas que la necesitan. Por ejemplo, si se pueden realizar diagnósticos exhaustivos de forma remota antes de una visita de servicio, la causa raíz del problema y las posibles consecuencias se pueden determinar con anticipación. Esto permite al equipo de servicio

Localiza rápidamente el equipo que requiere servicio y minimiza el tiempo necesario para realizar el mantenimiento.

La industria del petróleo y el gas ha tenido éxito en la implementación de este tipo de enfoque. Al equipar sus dispositivos de distribución eléctrica con **sensores inteligentes** que recopilan datos, los representantes de servicio saben cuándo y cómo realizar el mantenimiento de los equipos con anticipación. Dado que estos dispositivos están conectados, envían los datos a un repositorio en la nube, que luego se correlaciona y analiza en servidores. El resultado de ese análisis permite tomar decisiones de proceso mejores y más rápidas que ayudan a reducir costos e impulsar la eficiencia.

Considere el ejemplo de los sistemas eléctricos que soportan los gatos de las bombas en un campo petrolero. Tradicionalmente, las compañías petroleras programaban regularmente visitas de la tripulación (cada seis meses más o menos) a los gatos de bombeo para asegurarse de que estuvieran funcionando. Este fue un proceso costoso. A menudo, las piezas se reemplazaban independientemente de si necesitaban ser reemplazadas o no. Ciertos gatos de bomba funcionarían mal (y pueden haber estado funcionando mal durante bastante tiempo). Otros comenzarían a funcionar mal poco después de que los equipos de reparación se fueran. No había forma de controlar su comportamiento.

Las nuevas soluciones digitales permiten ahora estos gatos de bomba y sus sistemas de soporte eléctrico para registrar datos localmente para que se pueda acceder al historial operativo de forma remota. Los datos recopilados por un sistema local se envían a la nube de forma irregular (excepto cuando la bomba comienza a experimentar peligros). En lugar de esperar a que llegue un miembro de la tripulación, un motor de inteligencia artificial (IA) permite que estos sistemas envíen una alerta. Este nuevo enfoque reduce las pérdidas al limitar el tiempo de inactividad del gato de la bomba y aumenta la eficiencia operativa del cuadrillas de reparación.

Cuando planea digitalizar su operación eléctrica, **el paso 1 es equipar sus activos críticos con sensores adecuados**, y eso se puede hacer de tres maneras:

- Si el equipo eléctrico es bastante nuevo, es probable que los sensores sean nativos del equipo.
- Si el equipo es más antiguo, es posible que deba actualizarlo instalando sensores.
- Si el equipo está cerca del final de su vida útil, es posible que deba modernizarlo y aprovechar esta oportunidad para instalar productos con sensores nativos.

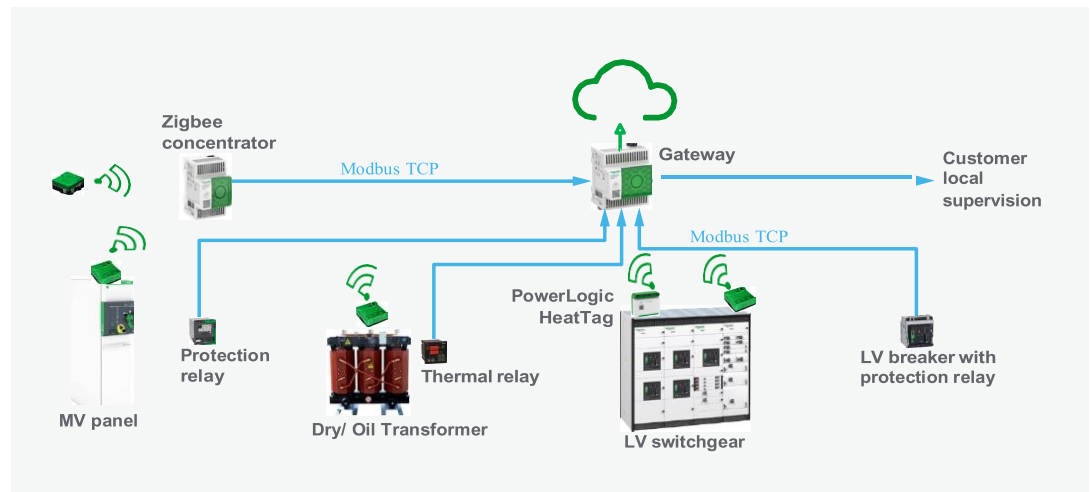
Los sensores recopilan datos relevantes y los envían a la nube, que se analiza y permite identificar posibles anomalías en el rendimiento del equipo, **ver Figura 3**. Los tres sensores más importantes para su equipo eléctrico son:

- **Sensor inalámbrico de temperatura y humedad:** permite la monitorización continua de las condiciones ambientales de un recinto (superficie desenergizada), como un armario de distribución. La medición incluye tanto la temperatura de la superficie en contacto como la Humedad Relativa, lo que permite a los usuarios de Subestaciones de control de MT y BT optimizar el mantenimiento predictivo evitando condiciones de deterioro debido a la humedad y la contaminación.
- **Sensor térmico inalámbrico para el monitoreo continuo de la condición:** permite el monitoreo continuo de la condición térmica de todas las conexiones críticas realizadas en el campo, como cables, disyuntores extraíbles y conexiones de barras colectoras, lo que ayuda a reducir los riesgos para los operadores y los equipos, prevenir daños en las conexiones, minimizar el tiempo de inactividad no programado de las instalaciones críticas y optimizar los costos de mantenimiento.
- **Sensor de detección de cables de sobrecalentamiento:** sensor inteligente, capaz de analizar gases y partículas en el cuadro eléctrico y alertar antes de que se produzca cualquier humo o oscurecimiento del aislante. Este sensor ayuda a detectar el deterioro del cable debido a un par de apriete inadecuado o vibraciones continuas, superficies dañadas por corrosión, presión excesiva, fricción, fluctuaciones entre noches frías y días calurosos, o corriente baja y alta.



### Figura 3

El papel de los sensores



### Analítica avanzada hacia el mantenimiento predictivo

Por lo tanto, las decisiones de mantenimiento ahora se pueden tomar en función de los datos recopilados en el campo, recopilados del historial de mantenimiento de miles de componentes instalados en todo el mundo. La analítica avanzada, también denominada **índice de mantenimiento (véase la Figura 4)**, aumenta en gran medida la precisión de las decisiones tomadas y reduce el riesgo de realizar el mantenimiento demasiado pronto (coste innecesario) o demasiado tarde (tiempo de inactividad imprevisto).

### Figura 4

Índice de mantenimiento

Interpretación de la "Tabla de mantenimiento"
<b>Acerca del valor del índice de mantenimiento:</b>
1. No es necesario realizar ninguna acción. Se confirma la fecha de mantenimiento programado.
2. El plan de mantenimiento debe revisarse con el apoyo de los expertos de Schneider Electric
3. La fecha de mantenimiento del activo debe programarse en los próximos 2 años
4. La fecha de mantenimiento del activo debe programarse en los próximos 12 meses
5. La actividad de mantenimiento debe reprogramarse con alta prioridad

El índice de mantenimiento indica si el mantenimiento debe preverse para cada activo frente a la fecha inicial para evitar posibles tiempos de inactividad y/o envejecimiento prematuro. Un Índice de Mantenimiento puede **extender el ciclo de mantenimiento hasta 5 años** mediante el monitoreo continuo de la conexión a los activos en la nube y la realización de un análisis basado en indicadores de estrés, desgaste y envejecimiento, lo que permite **controlar dinámicamente la fecha del próximo mantenimiento recomendado**. Además, los usuarios finales pueden ver su programa de mantenimiento en un panel de control y recibir notificaciones de alarma.

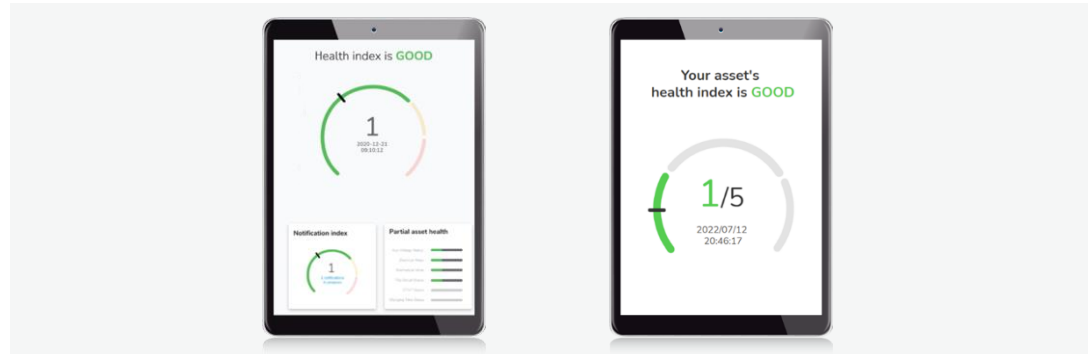
Pero lo que puede marcar una diferencia real es la combinación de este índice con un equipo de expertos remotos que analiza los datos y se pone en contacto con el usuario final para proponer, cuando sea necesario, reprogramar el mantenimiento, además de un equipo de expertos en servicios in situ que realiza el mantenimiento con mayor eficiencia e información más relevante gracias a la analítica.

Al mismo tiempo, este índice se alimenta de datos adicionales, incluido el Índice de salud del sitio, que estima el riesgo del sitio en función de la criticidad y el estado de todos los activos monitoreados:

- La criticidad de cada activo es definida por el cliente, teniendo en cuenta el impacto potencial del tiempo de inactividad eléctrica en este proceso
- Basado en datos de campo y analítica avanzada
- Monitoreo 24/7 accesible a través de la aplicación móvil y el portal web
- Notificaciones de alarma
- Un índice de estado de los activos para cada activo conectado más un índice de estado general del sitio teniendo en cuenta la criticidad y el estado de salud del activo (**Figura 5**)

### Figura 5

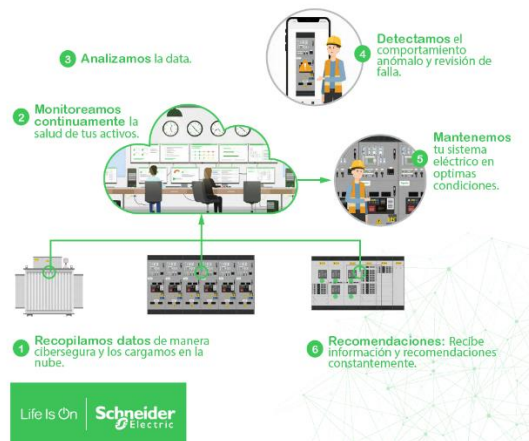
Ejemplo de índice de salud de Schneider Electric



En este enfoque de mantenimiento, respaldado por un **plan de servicio**, los activos bajo gestión pueden contar con una combinación de servicios in situ y digitales, desde la recopilación de datos de los sensores hasta una capa de asesoramiento, como se explica en la **Figura 6**.

### Figura 6

Cómo optimizar la gestión de activos

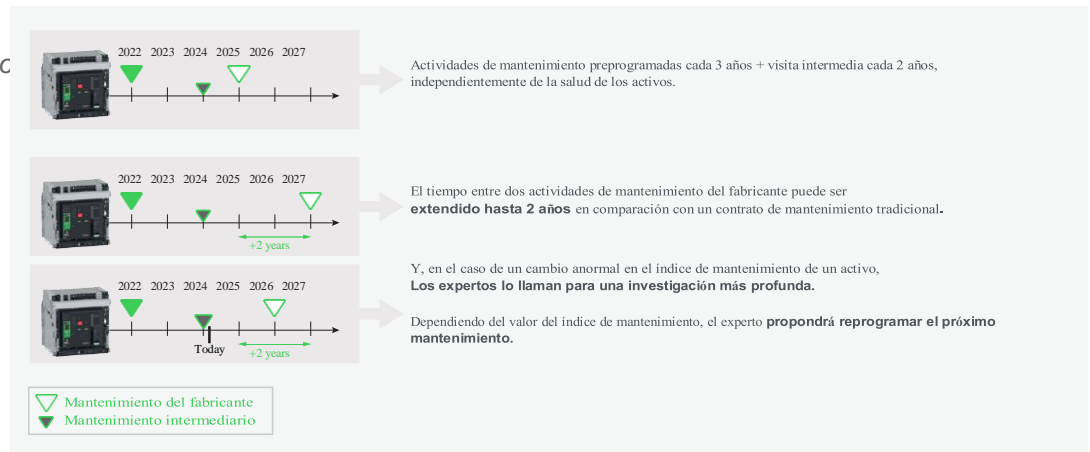


Como se muestra en la **Figura 7**, con el **mantenimiento** basado en la condición, el tiempo entre dos actividades de mantenimiento del fabricante se puede extender hasta 2 años en comparación con un contrato de mantenimiento tradicional.

Un experto remoto le avisará para que siga investigando si hay una evolución anormal del índice de mantenimiento de un activo. Dependiendo del valor del índice de mantenimiento, el experto propondrá reprogramar el siguiente mantenimiento para evitar tiempos de inactividad.

## Figura 7

### Cronograma de mantenimiento



¿Cuáles son los beneficios del mantenimiento basado en la condición? De acuerdo con estudios internos:<sup>12</sup>

- **Hasta un 75 % de** minimización del tiempo de inactividad no planificado
- **Se puede reducir hasta un 40%** de las actividades de mantenimiento y el tiempo de inactividad planificado con un fuerte impacto financiero
- **Se puede alcanzar hasta un 25%** de extensión de vida útil

Según IDC, más del 25% de las empresas entrevistadas no pudieron cumplir sus objetivos de sostenibilidad.<sup>13</sup> Al realizar el mantenimiento en función del estado de los activos y el monitoreo remoto, se obtienen ahorros en las emisiones de carbono relacionadas con los servicios de despacho y el equipo de mantenimiento. Además, al monitorear el estado del equipo y anticiparse a posibles problemas, se optimiza su rendimiento, se extiende su vida útil y se aumenta la eficiencia de la operación.

### Casos de uso

Los programas de mantenimiento se configuran a través de auditorías que determinan la criticidad de cada componente para el sistema general. La auditoría determinará si el mantenimiento reactivo, preventivo, basado en la condición o predictivo es mejor para ese componente en particular. Los usuarios pueden optimizar el gasto adoptando un enfoque "híbrido" y, al mismo tiempo, reducir los riesgos de tiempo de inactividad.

En industrias esenciales como la de alimentos y bebidas, los fuertes picos de demanda colocan a los fabricantes en una posición en la que no se puede tolerar una desaceleración o una interrupción de las operaciones. Por ejemplo, dentro de las operaciones de producción de lácteos, la producción de leche de vacas es continua. Si las plantas se ven obligadas a cesar sus operaciones, la leche entrante tendrá que ser desechada, lo que resultará en un lamentable desperdicio de un importante activo alimentario y un correspondiente impacto negativo en la rentabilidad.

Los activos de la máquina se gravan más allá de los límites típicos, y se deben tomar medidas para minimizar el tiempo de inactividad a pesar de las roturas del equipo. En estos casos, las soluciones de digitalización que permiten el mantenimiento predictivo ayudan al personal limitado a centrarse en los activos de mayor riesgo y a planificar las reparaciones antes de cualquier actividad importante.

Se produce una interrupción de las operaciones. Las empresas pueden prolongar la vida útil de sus equipos midiendo su estado con sensores IIoT. Las empresas pueden retrasar una reparación más allá del período estándar si no está garantizada. Según McKinsey, esta mejora en la monitorización del estado suele reducir los costes de mantenimiento entre un 10 y un 15%.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Estos porcentajes no son contractuales y se basan en la experiencia y los conocimientos de Schneider Electric sobre las principales causas fundamentales del tiempo de inactividad eléctrica observado y para las que Schneider Electric ha desarrollado soluciones.

<sup>13</sup> Informe técnico de IDC: *Maximice la resiliencia empresarial y operativa a través de los servicios*.<sup>14</sup> McKinsey, "Coronavirus: Industrial IoT in challenging times", abril de 2020

A pesar de ello, como se ha mencionado anteriormente, la adopción de servicios digitales sigue siendo baja, inferior al 30% en comparación con los servicios presenciales tradicionales.<sup>15</sup> Esto significa que todavía queda camino por recorrer para pasar del mantenimiento correctivo o basado en el calendario al mantenimiento basado en la condición o incluso predictivo que combina las capacidades in situ con las digitales.

Por ejemplo, **Nestlé Nescafé, en su fábrica de café soluble más grande del mundo, en México, que** produce 1 millón de frascos de café soluble, opera los 365 días del año y no puede permitirse ningún tiempo de inactividad, pero desafortunadamente, han experimentado esto en el pasado varios casos no planificados que causaron que la producción se tambaleara, lo que representa \$ 52,000 por hora. Pero el factor determinante que les hizo replantearse su estrategia de mantenimiento fue una única interrupción en abril de 2020: un cortocircuito dentro de una sección no vigilada de la subestación principal provocó un cierre de 14 horas, lo que le costó a Nestlé aproximadamente 588.000 dólares. Debido a que esta sección no estaba conectada, los ingenieros no fueron alertados de que el equipo estaba en riesgo. Por ello, han decidido pasar del mantenimiento reactivo a un enfoque predictivo modernizando sus equipos de producción con sensores y suscribiendo un plan de servicio que les ha permitido: evitar tres paros al año, obtener visibilidad remota en tiempo real sobre el estado del activo, garantizar la continuidad del negocio y aumentar la eficiencia operativa.<sup>16</sup>

Cuando una empresa tiene una estrategia de mantenimiento basada en el calendario, como **LafargeHolcim Maroc**, el mayor fabricante de cemento del mundo que proporciona materiales de construcción para los sectores de la construcción y la infraestructura pasa a un enfoque basado en la condición con capacidades digitales, puede beneficiarse de:

- Mayor continuidad del servicio
- Reducción del tiempo de inactividad
- Mayor seguridad de los trabajadores
- Optimización de los costes de mantenimiento
- Monitoreo mejorado para ayudar a evitar que el equipo envejezca rápidamente

Eso es lo que se ha logrado mediante la modernización de los activos críticos y un enfoque predictivo/basado en la condición que permite la optimización del mantenimiento con información en tiempo real sobre el estado de sus equipos eléctricos, anticipando posibles problemas y reduciendo los costos.<sup>17</sup>

El primer paso es trabajar con un proveedor de servicios de confianza con una amplia experiencia en gestión de energía y automatización para auditar la red de distribución eléctrica existente. Luego, en función de la auditoría, los expertos brindarán varias recomendaciones para modernizar el equipo (si es necesario) y actualizar su plan de mantenimiento en función de sus necesidades y requisitos.

Para aquellos que estén listos para emprender el viaje de actualización de la estrategia de mantenimiento, se recomiendan varias acciones a corto plazo:

- **Dentro del próximo mes:** identifique las áreas iniciales dentro de la empresa que pueden beneficiarse de los posibles servicios de monitoreo remoto de mantenimiento basados en la nube. Empezar para buscar proveedores que se hayan convertido en líderes del mercado de diagnóstico digital y monitoreo del rendimiento.
- **Dentro de los próximos seis meses:** asegurar el financiamiento para proyectos de bajo riesgo y alto rendimiento. Durante este tiempo, comience a reunir un equipo de partes interesadas.
- **En el próximo año:** implemente un piloto de mantenimiento digital. Realice un seguimiento de los gastos y cuantifique los beneficios durante el período piloto y de prueba: aproveche a los proveedores para llenar las brechas de conocimiento cuando sea necesario.

## Cómo iniciar la transición de la estrategia de mantenimiento

[15 PTC, Informe de Transformación Digital, 2018](#)

[16 Historia de éxito de un cliente de Nestlé Nescafé](#)

[17 Historia de éxito de un cliente de LafargeHolcim Maroc](#)

## Conclusión

La innovación en las estrategias de mantenimiento crea valor empresarial de múltiples maneras. Con el monitoreo remoto de equipos eléctricos, **se requieren menos visitas al sitio**, la seguridad puede aumentar y las personas, los equipos y los bienes están mejor protegidos. Además, las mejoras en la disponibilidad del sistema a través de una **supervisión constante del rendimiento** ayudan a evitar situaciones costosas cuando se requieren reparaciones de emergencia. Cuando los problemas se identifican a tiempo, el daño potencial presentado se puede mitigar para ayudar a los equipos de distribución eléctrica

Corre de forma segura durante períodos más largos. Además, cuando se puede programar el tiempo de inactividad en su lugar de forma imprevista, los costos de mano de obra y piezas de repuesto son mucho más bajos, y los niveles de estrés entre el personal disminuyen.

Ahora es el momento de aprovechar los beneficios del big data y el IoT para impulsar la confiabilidad y disponibilidad de la infraestructura eléctrica a largo plazo.



## Recursos



Cómo la monitorización térmica reduce el riesgo de incendio de forma más eficaz que la termografía infrarroja

Libro Blanco



La nueva tecnología de detección de gases y partículas detecta el sobrecalentamiento de los cables en los equipos de baja tensión.

Libro Blanco



## Sobre el autor

**Arnaud Rivals** es el director global de la oferta de servicios de mantenimiento para la distribución eléctrica de Schneider Electric. Además de su puesto actual en la gestión de la cartera de servicios de mantenimiento de distribución eléctrica, cuenta con una amplia experiencia en satisfacción del cliente y marketing B2B en todos los sectores industriales. Tiene una Maestría en Ingeniería Eléctrica y una Maestría en Administración de Empresas.



## Contáctenos

Para obtener comentarios y sugerencias sobre el contenido de este documento técnico:

Centro de Investigación en Gestión de la Energía

[dscs@se.com](mailto:dscs@se.com)