



**mantenimiento**electrico.com

LA REVISTA TECNICA DIRIGIDA AL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FISICOS DE LAS INDUSTRIAS



## Clave para impulsar el éxito de la Gestión del Mantenimiento de Activos

Por Dr. Luis (Luigi) Amendola, Ph.D

## Mantenimiento predictivo de transformadores

Por Amperis Products S.L., Lugo

## ¿Innovaciones en rodamientos para la industria automotriz: más allá de la línea de ensamblaje? (Parte 1)

Por EDS Robotics

DISEÑO Y CALIDAD EN ILUMINACION



40W 80W 160W

INDUSTRIA

ARGENTINA

**LASER**  
REFLECTORES LED





SIRIUS & SENTRON

# Productos y soluciones

Las familias *Sirius* & *Sentron* de **Siemens** le ofrecen productos y soluciones para la maniobra, protección, medición y monitoreo de motores eléctricos y distribución de energía eléctrica.

[siemens.com/sirius](https://www.siemens.com/sirius)

[/sentron](https://www.siemens.com/sentron)

**SIEMENS**

# Editorial

## Objetivos

Ser un nexo fundamental entre las empresas que, por sus características, son verdaderas fuentes de información y generadoras de nuevas tecnologías, con los profesionales del mantenimiento eléctrico de las industrias.

Promover la capacitación a nivel técnico sobre mantenimiento eléctrico, con el fin de generar profesionales aptos y capaces de lograr en cada una de sus labores, la calidad de producción y servicio que, hoy, de acuerdo a las normas, se requiere en el sector industrial.

Ser un foro de encuentro y discusión de los profesionales del mantenimiento eléctrico, donde puedan debatir proyectos y experiencias que permitan mejorar su labor.

Generar conciencia de seguridad eléctrica y confiabilidad de los activos físicos en los profesionales del área, con el fin de proteger a éstos y a quienes los operan.

Colaboradores Técnicos:  
Dr. David Almagor  
Dr. Luis Amendola  
Ing. Brau Clemenza  
Ing. José Contreras Márquez  
Ing. Carlos A. Galizia  
Ing. Juan Carlos Bellanza  
Francesco Ierullo  
Herman Baets

## Tres interesantes artículos

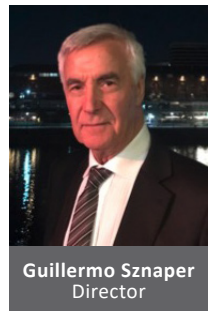
La gestión del mantenimiento de activos consiste principalmente en la realización de las acciones necesarias para preservar la función de los activos alineados a la estrategia del negocio y al menor coste posible, sin poner en riesgo la integridad de las personas y los activos. Es por esto que en esta edición de la revista Mantenimiento Eléctrico incorpora un artículo sobre este tema.

El ensayo de diagnósticos a transformadores de potencia durante la puesta en servicio y funcionamiento es otro de los temas tratados en esta edición, por ser factores que afectan negativamente a la esperanza de vida de un transformador por envejecimiento, influencias térmicas, mecánicas o eléctricas.

El último de los temas es sobre las innovaciones en rodamientos, ya que son fundamentales para el funcionamiento de maquinarias y vehículos, ya que de ellos depende la eficiencia y durabilidad de los sistemas mecánicos.

Los invitamos a leer estos interesantes artículos, y a compartirlos si son de su agrado. Para más artículos visite: <https://www.mantenimientoelectrico.com/>

Un saludo,  
Guillermo Sznaper  
Director



Guillermo Sznaper  
Director



## Clave para impulsar el éxito de la Gestión del Mantenimiento de Activos

Por Dr. Luis (Luigi) Amendola, Ph.D

**La gestión del mantenimiento consiste en las acciones para preservar las funciones de los activos al menor costo y sin riesgos humanos y materiales.**

La gestión del mantenimiento de activos consiste principalmente en la realización de las acciones necesarias para preservar la función de los activos alineado a la estrategia del negocio y al menor coste posible sin poner en riesgo la integridad de las personas y los activos. Para ello se establecen generalmente dos niveles técnicos-operativos.

El primero consiste, en la fijación de indicadores para la valoración del desempeño.

El segundo consiste en la planificación organizada y toma de decisiones concretas. Esto implica la selección de las acciones de mantenimiento y la determinación del tipo de mantenimiento y sus frecuencias. También, la determinación del personal necesario (operarios y supervisores, fijos o contratados). Es este segundo nivel de gran importancia, ya que es la gente la clave para lograr los objetivos definidos. Además, forma parte de los 23 requerimientos de la Norma ISO 55001 de "Gestión de Activos" requerimiento 7.1 Recursos, 7.2 Competencia, 7.3 Toma de Conciencia.

Para la determinación del número de operarios de mantenimiento, se utilizan una serie de factores. Por ejemplo, cantidad de equipos a mantener, número de inspecciones, mantenimiento rutinario, tiempos, productividad, técnicas predictivas o tecnología, labor. No obstante, y a la fecha, no se ha detallado adecuadamente la forma de determinar el número de planificadores de mantenimiento requeridos para cumplir con los objetivos de la organización.

## **Niveles a considerar para la gestión mantenimiento de activos físicos.**

Para la gestión del mantenimiento de activos se pueden establecer dos niveles técnicos-operativos. El primero, correspondiente a la dirección que consiste en la fijación de indicadores para la valoración de la implementación y del desempeño. El segundo, correspondiente a los responsables de la gestión del mantenimiento que consiste en la planificación organizada y en la toma de decisiones concretas para la selección de las acciones de mantenimiento necesarias para cumplir con los objetivos de la organización. Este segundo punto representa un análisis y estudio para la preparación de los programas de mantenimiento. Los programas de mantenimiento, no se limitan solo a la selección de las acciones de mantenimiento. Sino que implican determinar el tipo de mantenimiento y sus frecuencias. Así también, consiste en determinar el personal necesario ya sea de operarios y supervisores, fijos o contratados.

## **Factores claves para determinar el tamaño de la organización de mantenimiento**

Para la determinación del número de operarios (ejecutores) de mantenimiento a considerar en una planta industrial, se utilizan una serie de factores como la cantidad de equipos a mantener, número de

inspecciones preventivas para cada equipo, mantenimiento rutinario por equipo, tiempo para realizar esas inspecciones y mantenimientos, número de personal requerido por equipo, productividad del personal, técnicas predictivas adoptadas, horarios de trabajos permitidos de mantenimiento para no impactar la producción, así como las capacidades financieras y de presupuesto de la organización para responder a esos requerimientos de mantenimiento.

En cuanto a cómo determinar el número de planificadores de mantenimiento requeridos para cumplir con los objetivos, hasta la fecha no se ha detallado adecuadamente la forma de determinarlo. Existen métodos heurísticos como por ejemplo para determinar la cantidad de planificadores en los proyectos de paradas de plantas, se emplea la Regla del Dedo Pulgar, que se basa en datos históricos de otros proyectos de paradas anteriores y la experiencia. Otro enfoque es, que se estima que se debe implementar 1 planificador por cada 20 operarios o ejecutores, siempre y cuando se implementen las mejoras prácticas. En este sentido la proporción podría bajar en la relación 1:10 si no se gestiona de manera eficaz, y recomienda aplicar adecuadamente un EAM Enterprise Asset Management (Gestión de Activos Empresariales) para mantener

una adecuada proporción (planificador/operario-ejecutor).

Adicionalmente, se recomienda que el número de supervisores adecuado por planificador es de dos; es decir, un supervisor por cada 10 operarios-ejecutores para una jornada de 8 horas. El número de supervisores al igual que el de ejecutores está en función de la cantidad de actividades que se planificaron realizar. Otra variable a considerar sería el porcentaje del total de horas estimadas para las actividades productivas y las horas disponibles durante un turno (productividad). Sólo el 30% del tiempo disponible del turno se gasta realmente en trabajos productivos en el área del mantenimiento en una empresa. Por otro para determinar un número adecuado de operarios o ejecutores se debe implementar una metodología sistemática para determinar si realmente se necesitan más operarios y qué habilidades se requieren en los que están y en los que se contraten.

Por ejemplo, en un proceso de expansión de una planta industrial o la construcción de una nueva, lo habitual para determinar el número de operadores necesarios es comparar con una planta similar; no obstante, esta suposición puede ser errónea si la planta modelo no tenía la cantidad adecuada. Un mejor enfoque para determinar el

número adecuado y preparación requerida es la implementación de un modelo de mano de obra en función de factores de productividad y de performance como unidades estándar, o basados en el conocimiento de los tiempos adecuados de implementación.

### **El requerimiento ISO 55001 para la Gestión de Activos**

La norma ISO 55001 proporciona una guía para la aplicación de un sistema de gestión para la gestión de activos, denominado “sistema de gestión de activos”, de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 55001.

Además, esta norma, proporciona un texto explicativo destinado a aclarar los requisitos especificados en ISO 55001 a través de sus 23 requerimientos, y proporciona ejemplos para respaldar la implementación de estos requisitos.

### **La ISO 55001 proporciona una guía de uso para:**

- a) los involucrados en el establecimiento, implementación, operación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de activos;
- b) los involucrados en la entrega de actividades de gestión de activos, incluidos los proveedores de servicios.

En la norma ISO 55000 se proporciona información general sobre la gestión de activos e información sobre la terminología aplicable. El requerimiento 7.1 Recursos:

Durante el desarrollo y la implementación del sistema de gestión de activos, la organización debe determinar los recursos necesarios al considerar:

- a) su portafolio de activos;
- b) el sistema de gestión del mantenimiento de activos;
- c) sus actividades de gestión de activos derivadas de los planes PEGA y de gestión de activos;
- d) los objetivos organizacionales y objetivos de gestión de activos;
- e) actividades de monitoreo del desempeño;
- f) Actividades de mejora para corregir cualquier no conformidad.

La organización debe asignar sus recursos disponibles a los recursos requeridos para sus actividades planificadas para determinar cualquier brecha.

Este análisis de brechas se puede utilizar como una entrada para el proceso de mejora. Este análisis se aplica a todas las actividades de administración de activos, puede ser extenso y puede requerir la priorización y la planificación de programas de muchos proyectos para cerrar estas brechas. Los requisitos de recursos deben incluirse e incorporarse en el proceso de planificación, en todos los marcos de tiempo, para garantizar que los recursos adecuados y adecuados estén disponibles para entregar los planes. Este enfoque debe incluir

la consideración de la estrategia de recursos de la organización (por ejemplo, para los recursos humanos, y si las habilidades y capacidades son “básicas” o si se pueden subcontratar).

Las consideraciones de recursos también pueden resultar en cambios en la forma en que se entregan los requisitos planificados (por ejemplo, el uso de activos contratados).

En este sentido la organización deberá establecer y mantener una estructura organizacional consistente con el logro de su política, estrategia, objetivos y planes de su gestión de activos. Estos roles responsables y autoridades deberán ser definidos, documentados y comunicados a los individuos relevantes.

La gerencia superior deberá suministrar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de activos y la mejora continua de su efectividad.

a) Nombrando un miembro de la gerencia superior, quien, sin definición de sus otras responsabilidades, deberá ser responsable del diseño global, mantenimiento, documentación, revisión y mejora del sistema de gestión de activos de la organización.

b) Nombrando un miembro o miembros de la gerencia cuya responsabilidad sea asegurar que los activos o sistemas de activos aporten los requerimientos de la

política, estrategia, objetivos y planes de la gerencia de activos y que tenga la autoridad para lograr esto.

c) Identificando y monitoreando los requerimientos y expectativas de las partes interesadas de la organización y actuando de forma oportuna y de acuerdo, hasta el punto en que estos tengan implicaciones para la organización de la gestión de sus activos.

d) Asegurando que la política y la estrategia de la gestión de activos sean consistentes con el plan estratégico.

e) Considerando el impacto adverso que la política de gestión de activos, la estrategia de gestión de activos, los objetivos de la gestión de activos y el plan o planes de la gestión de activos pueden tener sobre otros aspectos de la organización. De igual manera, considerando si los planes generados de otras partes de la organización pueden tener un efecto adverso sobre la gestión de activos.

f) Asegurando la viabilidad de la política de gestión de activos, la estrategia de la gestión de activos, los objetivos de la gestión de activos y el plan o planes de gestión de activos.

g) Asegurando que los riesgos relacionados a los activos sean identificados y controlados, y que estén incluidos en la estructura global de manejo de riesgos de la organización.

h) Asegurando la disponibilidad de suficientes recursos.

i) Comunicando a todas las partes interesadas relevantes la importancia de cumplir con los requerimientos del sistema de gestión de activos para lograr su plan estratégico organizacional. En los casos donde una organización elige subcontratar cualquier aspecto de la gestión de activos que afecte la conformidad con los requerimientos 8.3 Tercerización, la organización deberá asegurar el control sobre dichos aspectos. En este sentido, la organización deberá determinar y documentar cómo serán los proveedores controlados e integradas dentro del sistema de gestión de activos de la organización. La organización también deberá identificar y documentar:

j) Los procesos y actividades que deban ser subcontratados (Incluyendo el alcance y los límites de los procesos y actividades subcontratados y sus interfaces con los propios procesos y actividades de la organización.

k) Los procesos y el alcance para compartir el conocimiento y la información y el proveedor o proveedores del servicio subcontratado.

l) Las autoridades y responsabilidades dentro de la organización para manejar los procesos y actividades subcontratados.

La organización deberá asegurar que cualquier persona o personas bajo su control directo que esté llevando a cabo actividades relacionadas a la gestión de activos físicos tenga un nivel apropiado de competencia en términos de educación, adiestramiento o experiencia. Aunque la ISO 55001 tiene como alcance la gestión de los activos físicos hace énfasis en que el sistema de gestión de activos debe considerar las interfases entre el Activo Humano, Activos de Información, Activos Intangibles (ejemplo el conocimiento, tecnología) y los Activos Financieros.

Los niveles de competencia apropiada para gestión del mantenimiento de activos pueden ser determinados a través del uso de una estructura de requerimientos de competencias.

En los casos donde las actividades de gestión de activos sean subcontratadas, la organización deberá asegurar que los proveedores de servicios contratados tengan las disposiciones para asegurar y demostrar que su personal es competente.

La organización deberá identificar los recursos humanos requeridos, las competencias que estos recursos deben tener y desarrollar planes formación necesarios para que los recursos humanos con los que se cuenten alcancen estas competencias.



## Metodología aplicada para el estudio (material y métodos)

El estudio de este trabajo está focalizado en identificar las necesidades existentes por las organizaciones a la hora de definir la Organización de Mantenimiento (Manpower) y el nivel de conocimiento de las técnicas para determinar los recursos humanos necesarios.

Para llevar a cabo este estudio se ha empleado una encuesta con 17 preguntas asociadas a valorar el nivel de conocimientos de las organizaciones sobre las técnicas empleadas en la industria actualmente al momento de definir una organización de mantenimiento y definir el estado del arte del manejo de las prácticas, criterios y variables asociadas a la definición de las organizaciones de mantenimiento.

De esta manera, para cada pregunta se han considerado 5 posibles respuestas: Definitivamente Si, Probablemente Si, Indeciso, Probablemente No, Definitivamente No.

## Descripción de la muestra encuestada

Se ha encuestado un total de 152 profesionales asociados a la gestión de activos. Considerando la moda de los resultados obtenidos de los apartados mostrados en la figura 2 se tienen que la mayoría tiene un cargo de supervisor, con entre 30 y 40 años de edad y con experiencia mayor a 3 años de experiencia y no mayor a 10 años, y con estudios universitarios.

## Resultados de las respuestas obtenidas

Se tiene que la muestra encuestada ha respondido a la pregunta de si su organización cuenta con algún mecanismo o procedimiento para calcular la cantidad adecuada de personal (pregunta 1) que probablemente si cuentan con uno (34,9% de los encuestados); sin embargo, suman más del 40% los que indican que probablemente no cuenten con un mecanismo (14%) y definitivamente no cuentan con ningún mecanismo o procedimiento (24%).

A la pregunta de si la organización de mantenimiento cuenta con la cantidad de personal para cumplir con los objetivos en los plazos establecidos (pregunta 2) la muestra encuestada percibe que probablemente si (35,5% de la muestra encuestada); sin embargo, suman más de un 40% los que piensan que su organización probablemente no y definitivamente no cuentan con la cantidad de personal adecuado.

En cuanto a la pregunta de si la organización cuenta con indicadores para evaluar el desempeño de la mano de obra (pregunta 3), la respuesta ha sido definitivamente si (un 40% de los encuestados).

También, en relación a la pregunta 4 de si su organización mide la productividad de la jornada laboral, la respuesta ha sido definitivamente si (28,5%), seguido de cerca por

probablemente si (23,7%) y seguido por probablemente no (20% de la muestra encuestada).

Al estimar la cantidad de personal requerido (pregunta 5), la respuesta más frecuente ha sido que probablemente si (31,6%) consideran o toman en cuenta las variables como vacaciones, formación o baja médicas del personal; sin embargo, esta respuesta es seguida de cerca por los que indican que definitivamente si se realiza (un 27% de los encuestados).

En relación a la pregunta de si la organización tiene o maneja algún mecanismo, fórmula o procedimiento para estimar la cantidad de supervisores adecuado por operario de mantenimiento (pregunta 6) aunque la moda indica que probablemente si cuentan con alguna (28% de la muestra encuestada), salta a la vista de que un 25% piensa que probablemente no, seguido de un 20% que no cuenta no está seguro (3=indeciso).

En cuanto a la pregunta 7 referida a si la organización tiene o maneja algún mecanismo, fórmula o procedimiento para estimar la cantidad de planificadores y programadores de mantenimiento adecuado para cumplir con los objetivos, la pregunta más frecuente es que probablemente no (29% de la muestra encuestada), seguida de cerca por los que indican que definitivamente no (un 21 %).

Contestando a la pregunta de si la organización ha estimado horas hombres requeridas por actividad de forma estándar (pregunta 8), existe una moda múltiple en la en donde la muestra encuestada indica que definitivamente si y probablemente si se realiza.

Para estimar las horas hombres requeridos (pregunta 9) la respuesta más frecuente ha sido que probablemente si se realiza (un 27% de la muestra encuestada); sin embargo, el 20% indican que probablemente no y 21% afirma que definitivamente no.

En cuanto a la pregunta 10, de si conocen el número o porcentaje del valor de productividad de su organización con respecto al mantenimiento, la respuesta ha sido que definitivamente si (28%) seguida de cerca por un 21% que indican no estar muy seguros de que la conozcan.

Por otro lado, la pregunta 11 referida a que, si conocen el valor del indicador de performance de su organización con respecto al mantenimiento, la respuesta más frecuente ha sido que definitivamente si (32 % de los encuestados); sin embargo, un 24% afirma que la desconocen (definitivamente no).

Ante la pregunta acerca de si en la organización realizan seguimiento y control de las tareas de mantenimiento a fin de identificar desviaciones (pregunta 12), la respuesta ha sido definitivamente si (un 35%), seguida de cerca por

aquellos que perciben que probablemente si, cabe destacar que un pequeño porcentaje (5%) han pensado de esto no se realiza (definitivamente no).

En el caso de que existan desviaciones (pregunta 13), la muestra encuestada ha considerado que definitivamente si se le informa a la gerencia los motivos de las desviaciones, esto es afirmado por 36%, solo un 6% afirma que esto no es realizado y otro 9% indica que probablemente no se realiza.

Como práctica referida a si la organización calcula indicadores para evaluar el performance o desempeño de las acciones ejecutadas en mantenimiento (pregunta 14), los encuestados indican que definitivamente esto si es realizado en la práctica (40% de los encuestado), solo un 8% de los encuestados indica que esto no es realizado (definitivamente no).

Ante la pregunta 15, referida a que, si las decisiones son basadas en los resultados de los indicadores de gestión, un 33% indica que probablemente esto es realizado, seguido de cerca por un 27% que afirma que definitivamente si es realizado de esta manera y un 20% no está muy seguro de ello.

En lo relativo a la pregunta sobre si la organización cuenta con un GMAO o EAM (pregunta 16), la respuesta ha sido que definitivamente si (57%), solo el 18% no está seguro de que su organización cuente con

uno y un 14% afirma que su organización no cuenta con un GMAO/EAM.

Por último, en relación a la utilidad de contar con un mecanismo, modelo o metodología estándar para medir o estimado el número de mantenedores, supervisores y planificadores, la respuesta más frecuente ha sido que definitivamente si sería útil (un 69% de la muestra encuestada lo afirma) y sólo un 5% percibe que no es necesario (probablemente no y definitivamente no).

## Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos puede decirse que una gran de la muestra encuestada percibe que su organización de mantenimiento no cuenta con la cantidad de personal requerido para cumplir con los objetivos (pregunta 2). Lo anterior puede conducir a que consideren que sería útil contar con un mecanismo, modelo o metodología estándar para estimar el número de personal de mantenimiento (pregunta 17).

Por otro lado, a pesar de que la muestra encuestada afirma que sería útil contar con un mecanismo estándar, consideran que su organización ya emplea algún mecanismo o procedimiento para el cálculo de la cantidad de personal requerido (pregunta 1); esto puede indicar que las organizaciones emplean métodos heurísticos basados en la experiencia, pero no basan sus cálculos en algún método estándar reconocido.

Esto puede ser reforzado al hecho de que no manejan una fórmula o modelo o regla para el cálculo de la cantidad de supervisores requeridos por operario, lo que pudiese implicar a que se tome la experiencia o analogía como referencia para definir la cantidad de supervisores requeridos.

Ello puede conducir a que se tomen, por ejemplo, como referencia una planta u otra organización que no sea del todo óptima o sobredimensionada, ya que el cálculo no está basado un método científico o bajo un modelo matemático probado (pregunta 6).

El comportamiento anterior coincide también al momento de definir la cantidad de planificadores y programadores de mantenimiento requeridos (pregunta 7), este hecho puede indicar que no se le atribuya a la función de planificación y programación un valor respetable. En este sentido, este hecho puede generar problemas de sobredimensionamiento de recursos para las funciones de planificación y programación o por el contrario crear un departamento o unidad deficiente para la definición y gestión adecuada de los planes y programas de mantenimiento.

Considerando los resultados de la pregunta 6 y la pregunta 7, puede decirse que no se le otorga importancia a los aspectos

de gestión y planificación del mantenimiento, y se le da más importancia a los aspectos de ejecución del mantenimiento (pregunta 1); esto puede causar que debido a una deficiente planificación y programación conlleve al aumento de costes, con lo que no se estaría orientando a que la gestión de los activos físicos sea al menor coste posible sin poner en riesgo la integridad de activo, la integridad de las personas y medio ambiente (ISO 55001).

Otro aspecto importante para considerar son los aspectos relativos al cálculo de la productividad, conocimiento del desempeño, el manejo de los indicadores y la toma de decisiones, la muestra encuesta afirma tener conocimiento sobre estos aspectos y basar sus decisiones en los indicadores de gestión. Este hecho puede indicar que las organizaciones tienen procesos relativos a la documentación, preservación y tratamiento de los datos generados y asociados a la gestión de mantenimiento de activos; esto puede ayudar al momento de implementar un modelo del cálculo del manpower. Lo anterior puede atribuirse al hecho de que las organizaciones, en su gran mayoría, apoye la gestión del mantenimiento de los activos a través de un GMAO o EAM.

## Conclusiones

Las organizaciones no les atribuyen un valor respetable a los aspectos relativos a la planificación y programación óptimas.

1. Las organizaciones no le atribuyen un valor respetable a la supervisión y gestión óptima del mantenimiento.

2. Existe la incertidumbre en si se cuenta con la organización óptima de mantenimiento debido a que no se cuenta con un método estándar y aprobado.

3. El cálculo de manpower es basado en la experiencia y en la analogía. – Los resultados obtenidos indican que sería útil el desarrollo de un modelo matemático para el cálculo del manpower considerando los criterios y/o variables que impactan (por ejemplo, productividad).

4. El modelo debe tener como objetivo ayudar al cálculo no sólo del personal ejecutante (operarios de mantenimiento), si no, que debe considerar el cálculo del personal asociado a la supervisión, planificación y programación.

5. Los resultados obtenidos indican que sería útil el desarrollo de un modelo matemático para el cálculo del manpower considerando los criterios y/o variables que impactan sobre el cálculo de manpower (por ejemplo, productividad). Existe la incertidumbre en si se cuenta con la organización óptima de mantenimiento.



## Mantenimiento predictivo de transformadores

Por Amperis Products S.L., Lugo- España  
Especialistas en equipos de medida y mantenimiento eléctrico

**Un mantenimiento predictivo es la base para el aumento de la productividad. Como sabemos, durante la puesta en servicio y funcionamiento, es fundamental que los transformadores de potencia estén en buenas condiciones.**

Entendemos por mantenimiento predictivo a la técnica a través de la medición de distintos parámetros, que pronostica la falla futura de un componente de una maquina con el objetivo de que pueda reemplazarse antes de que falle.

Las técnicas de monitoreo miden estos parámetros que son indicadores de la condición de la máquina. Analizando estas variables y comparándolas con los valores referencia, conocemos el grado de deterioro ya que estos parámetros muestran una relación predecible con el ciclo de vida del equipo, como por ejemplo la resistencia de aislamiento.

En definitiva, el mantenimiento predictivo busca obtener una calidad eléctrica elevada a través de medidas correctoras

adecuadas para garantizar un funcionamiento confiable y prolongar la vida del transformador (se busca evitar consecuencias negativas como costes excesivos en energía o detención de producción).

Con los equipos de Amperis se logra monitorizar el sistema de calidad eléctrica, detectar con precisión problemas y prolongar la vida útil de los transformadores, reduciendo su tiempo de inactividad, en resumen: aumentando la productividad.

## Ensayos de diagnósticos a transformadores de potencia

Como sabemos durante la puesta en servicio y funcionamiento, es fundamental que el transformador de potencia esté en buenas condiciones. Distintos factores afectan negativamente a la esperanza de vida de un transformador como: envejecimiento, influencias térmicas, mecánicas, eléctricas, etc.

- Ensayos dieléctricos generales, permiten establecer el estado general del aislamiento de los equipos inspeccionados son:

- o Tangente de  $\delta$ , muestran información acerca del estado del aislamiento. Valores elevados de tangente de  $\delta$  implican que el dieléctrico se encuentra deteriorado o en proceso degenerativo.

- o Capacidad (pF), ofrecen información principalmente acerca de la configuración geométrica del transformador.

- o Intensidad en el dieléctrico.

- o Potencia de pérdidas en el dieléctrico.

Las medidas de capacitancia y factor de potencia (PF) o factor de disipación (DF) se realizan para conocer el estado de los transformadores y las bornas.

Tener en cuenta que la degradación del aislamiento: produce un envejecimiento, elevada conductividad del aceite o elevado contenido de agua. Esto producen un aumento en las pérdidas.

El valor de la potencia de pérdidas es reflejo principalmente del grado de contaminación superficial y de humedad (un valor alto de la potencia indica una corriente resistiva grande).

- Ensayos de TIP-UP. Se realiza sobre la sección aislante con factor de potencia sospechoso y consiste en comparar resultados obtenidos en los ensayos dieléctricos generales realizados con diferentes niveles de voltaje, con lo que obtenemos el nivel de gravedad o criticidad del deterioro del aislamiento (mal estado del aislamiento si se observan valores diferentes de  $\text{tg } \delta$  en la medida a 2kV y la medida a 10kV)

- Medidas de aislamiento interno en bornas. Las bornas se utilizan para aislar los conductores que transportan corriente de alta tensión a través de un recinto conectado a tierra, se ensayan para verificar el estado de su aislamiento (ensayos de tangente delta, capacidad, intensidad, potencia de pérdidas y ensayo tin-up) y detectar así niveles bajos de líquido o relleno.

- Ensayo de excitación a tensión reducida (10Kv). La aplicación de tensión a cada uno de los arrollamientos del transformador por separado nos permite obtener lecturas de intensidad de magnetización y potencia de cortocircuito pérdidas. Esto es algo fundamental para

detectar problemas en el transformador como: entre espiras, núcleo flojo, laminado de hierro en cortocircuito o cambios en sus características. Detectando estos daños o cambios en la geometría de núcleo y devanados, así como espiras en cortocircuito y terminales de mala calidad desde su construcción lo que permite reducir pérdidas en los transformadores.

- Ensayo de la relación de transformación del transformador (TTR). Se realizan para verificar el principio fundamental de funcionamiento de un transformador de potencia. Midiendo la relación y el ángulo de fase de un devanado a otro, pueden detectarse circuitos abiertos y espiras en cortocircuito. Permite detectar pequeños defectos de aislamiento en los arrollamientos y en el regulador, permite también confirmar la relación de la placa y detectar cortocircuito en las bobinas entre espiras. Esta prueba se realiza en fábrica durante las pruebas de aceptación y de manera rutinaria cuando el transformador está en servicio. Es importante destacar que los resultados se comparan con los valores de la placa de características y los valores medidos no deberán desviarse más de un 0,5 % de la relación nominal entre fases (de acuerdo con las normas IEC 60076-1 e IEEE C57.152)

- Ensayos de resistencia de devanados. Al igual que el ensayo TTR, el diagnóstico se realiza comparando las mediciones (en este caso las 3 fases de cada arrollamiento con un medidor de resistencia) con los datos del fabricante. Mediante este ensayo detectamos fallos en conexiones, puntos calientes en el bobinado, cortocircuitos entre espiras y defectos en reguladores.

- Ensayos de resistencia de aislamiento en corriente continua. Esta es la medida por antonomasia para evaluar el estado de un aislamiento, esta medida se lleva a cabo con un megómetro que nos reporta el valor de la resistencia de aislamiento y el índice de polarización (que indica la limpieza y sequedad del aislamiento).

- Ensayo de análisis de respuesta en frecuencia (FRA). Este ensayo establece la huella digital del transformador. Mediante el estudio de las curvas resultantes y su comparación con las curvas de referencia, permite detectar problemas mecánicos o eléctricos en los devanados tales como movimientos de arrollamientos, deformación de componentes internos y defectos entre espiras. Esta es una de las pruebas eléctricas más comunes desde que se

introdujo la norma IEC 60076-18. El SFRA es un método no invasivo. Permite la evaluación confiable de la integridad del transformador de potencia sin aplicar alta tensión.

- Ensayo de reactancia de fuga. Esta es una técnica usada en transformadores susceptibles de sufrir un gran estrés mecánico debido a cargas inductivas, consistente en el cálculo de la reactancia de fuga para compararla con la impedancia de cortocircuito del transformador.

- Ensayo de resistencia dinámica en reguladores. Mediante este ensayo se detectan defectos en los contactos del cambiador de tomas en carga. El método de ensayo es sencillo. Se realiza la inyección de tensión constante en el transformador registrando las variaciones de intensidad que se producen cuando se realiza un cambio de toma.

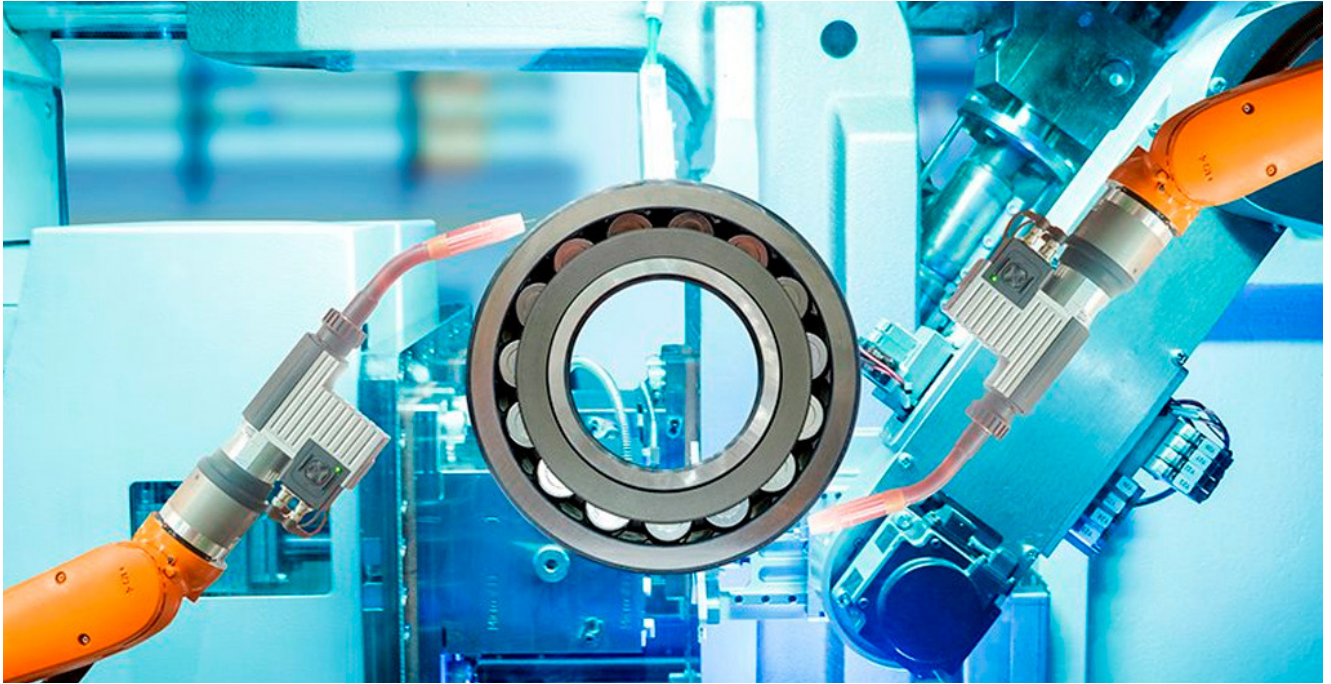
- Análisis de aceites. Se realizan diferentes análisis cuando se evalúa el aceite del transformador realizando labores de mantenimiento que se engloban en 3 grupos.

a. Análisis físico-químicos, que informan del estado del aceite y de sus posibles contaminantes. Los ensayos que se realizan son:

Tensión de ruptura dieléctrica, acidez (que determina en grado de envejecimiento del aceite), contenido en agua (cantidad del agua en partes por millón contenidas en un aceite aislante según UNE 21-384/92) y tangente del ángulo de pérdidas (parámetro con dependencia exponencial con respecto a la temperatura que informa de contaminación de productos coloidales, contaminación con agua no disuelta y contaminación de productos polares)

b. Análisis cromatográfico de gases, ensayos que permiten diagnosticar defectos térmicos del transformador, arcos, descargas parciales, etc. Mediante la desgasificación del aceite y el análisis cromatográfico se conoce el contenido cualitativo y cuantitativo de los gases.

c. Análisis de compuestos furánicos, para evaluar mediante métodos indirectos el estado del papel.



## ¿Innovaciones en rodamientos para la industria automotriz: más allá de la línea de ensamblaje? (Parte 1)

Por BBR - Refacciones Industriales

**Las innovaciones en rodamientos automotrices trascienden la línea de ensamblaje para impactar el rendimiento del vehículo y la seguridad.**

Desde tecnologías de material avanzado hasta rodamientos autolubricantes e integración de sensores, estas mejoras no solo optimizan la eficiencia, sino que también ofrecen perspectivas prometedoras en la era de los vehículos eléctricos, destacando la importancia de estos componentes más allá de su función inicial en la fabricación.

### Significado de las Innovaciones en Rodamientos

Las innovaciones en rodamientos, fundamentales para el

funcionamiento de maquinaria y vehículos, revolucionan la eficiencia y durabilidad de los sistemas mecánicos. Este significado se refleja en varios aspectos cruciales:

#### 1. Eficiencia Operativa Mejorada:

**Reducción de Fricción:** Innovaciones reducen la fricción interna, mejorando la eficiencia de rodamientos y optimizando el rendimiento de los componentes mecánicos.

#### 2. Mayor Durabilidad y Resistencia:

**Tecnologías de Material Avanzado:** Materiales de vanguardia aumentan la durabilidad, resistencia al desgaste y capacidad para soportar condiciones extremas, prolongando la vida útil de los rodamientos.

#### 3. Adaptabilidad a Diversas Condiciones:

**Rodamientos Autolubricantes:** Sistemas autolubricantes permiten el funcionamiento óptimo en diversas condiciones operativas, reduciendo la necesidad de mantenimiento y mejorando la confiabilidad.

#### 4. Contribución a la Eficiencia Energética:

**Minimización de Pérdidas Energéticas:** Innovaciones enfocadas en la eficiencia energética reducen las pérdidas por fricción, contribuyendo a la eficiencia global de los vehículos y sistemas automotrices.

### Importancia en la Industria Automotriz

En la industria automotriz, donde la fiabilidad y eficiencia son críticas, las innovaciones en rodamientos juegan un papel central, aportando significativamente a diversos aspectos clave:

**1. Rendimiento Vehicular Mejorado:**  
Impacto en la Suspensión: Innovaciones en rodamientos mejoran la suspensión, proporcionando un manejo más suave y controlado, crucial para la seguridad y comodidad del conductor y pasajeros.

**2. Eficiencia en Consumo de Combustible:**  
Reducción de Pérdidas Mecánicas: La eficiencia de los rodamientos contribuye a la reducción de pérdidas mecánicas, impactando positivamente en el consumo de combustible y las emisiones de vehículos.

**3. Seguridad Vehicular Reforzada:**  
Integración en Sistemas Críticos: La fiabilidad de los rodamientos es esencial en sistemas críticos como frenos y dirección, asegurando un rendimiento seguro y predecible del vehículo.

**4. Innovaciones en Vehículos Eléctricos:**  
Adaptación a Nuevas Demandas: Con la creciente adopción de vehículos eléctricos, las innovaciones en rodamientos se adaptan para enfrentar desafíos específicos, como mayores cargas y condiciones de funcionamiento particulares.

**5. Competitividad y Diferenciación:**  
Ventaja Competitiva: Empresas automotrices que adoptan y destacan innovaciones en rodamientos pueden ganar ventajas competitivas al ofrecer vehículos más eficientes y confiables en el mercado.

## Desafíos Actuales en Rodamientos Automotrices

La industria automotriz enfrenta desafíos significativos en el ámbito de los rodamientos, componentes críticos para el rendimiento de los

vehículos. Estos desafíos abordan aspectos clave como tolerancias y resistencia, durabilidad en condiciones extremas y la contribución a la eficiencia general del vehículo.

### Tolerancias y Resistencia

#### 1. Tolerancias Reducidas:

Desafío: La búsqueda de mayor eficiencia y rendimiento exige tolerancias más ajustadas en los rodamientos, lo que implica desafíos en la precisión y calidad de fabricación.

#### 2. Resistencia a Cargas Variables:

Desafío: Los rodamientos automotrices deben enfrentar cargas variables debido a las condiciones de la carretera y las variaciones en la carga del vehículo, requiriendo diseños que mantengan la integridad estructural bajo diversas circunstancias.

#### 3. Integración en Sistemas Avanzados:

Desafío: La incorporación de tecnologías avanzadas, como sistemas de asistencia al conductor, exige rodamientos que se integren sin comprometer tolerancias ni afectar la operación de estos sistemas.

### Durabilidad en Condiciones Extremas

#### 1. Resistencia a Temperaturas Extremas:

Desafío: Los rodamientos deben resistir temperaturas extremas, desde condiciones de congelación hasta altas temperaturas bajo el capó del vehículo, lo que plantea desafíos en la selección de materiales y técnicas de fabricación.

#### 2. Protección contra Contaminantes:

Desafío: Las condiciones del camino, como polvo, agua y agentes químicos, pueden afectar la durabilidad de los rodamientos, requiriendo soluciones eficientes de sellado y protección.

#### 3. Durabilidad en Operación Continua:

Desafío: La durabilidad a largo plazo es esencial, especialmente en aplicaciones críticas como la transmisión y las ruedas, enfrentando desafíos en la gestión del desgaste y la fatiga del material.

### Contribución a la Eficiencia del Vehículo

#### 1. Reducción de Pérdidas por Fricción:

Desafío: Para mejorar la eficiencia del combustible, los rodamientos deben minimizar las pérdidas por fricción, lo que implica enfrentar desafíos en la optimización de superficies de contacto y lubricación.

#### 2. Integración en Vehículos Eléctricos:

Desafío: El aumento de vehículos eléctricos plantea nuevos desafíos, ya que los rodamientos deben lidiar con diferentes cargas y condiciones operativas, así como contribuir a la eficiencia de los sistemas eléctricos.

#### 3. Adaptación a Tecnologías Avanzadas:

Desafío: La integración de sistemas de asistencia y tecnologías autónomas exige rodamientos que contribuyan positivamente a la eficiencia global del vehículo, planteando desafíos en la gestión de cargas y resistencia.

Continuará...





La elección de los profesionales



# Medición Colectiva

## Características técnicas:

**Gabinetes modulares multimedidores monofásicos y trifásicos para viviendas multifamiliares o locales comerciales tarifas 1 y 2 hasta 30kW.**

Fabricados y homologados en cumplimiento con las especificaciones técnicas de las compañías distribuidoras de energía, las regulaciones normativas vigentes y las sugerencias brindadas por la AEA. Todos bajo los estrictos requerimientos y controles del proceso de aseguramiento de la calidad de Conextube.

Disponibles en clasificación IP44 e IP65 a pedido.

- Acoplables por barras.
- Todas las envolventes se encuentran certificadas bajo las normas IRAM e IEC
- Alta resistencia a los rayos U.V.

CON DIF

SIN DIF



Visita nuestra página web



Camino del Buen Ayre, Bajada Ruta 201, (1713)  
Hurlingham, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.  
Fax: (+5411) 4769-1419  
[www.conextube.com](http://www.conextube.com)



¡SEGUINOS EN REDES!

# vefben<sup>®</sup>



## INDUSTRIAS ELECTROMECÁNICAS

VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO DIGITAL PARA TABLERO



VOLTIMETRO UL-UF



PROTECTOR DE TENSIÓN MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO



VOLTIMETRO ENCHUFABLE



SELECTOR AUTOMÁTICO DE FASES



ELEMENTOS PARA SEÑALIZACIÓN LUMINOSA CON TECNOLOGÍA LED



PROTECTOR PORTABLE CONTRA SOBRETENSIONES Y DESCARGAS ATMOSFÉRICAS



SECCIONADORES ITC Y CTC

