WWW.MANTENIMIENTOELECTRICO.COM AÑO 5 | NRO. 73 | OCTUBRE 2026

mantenimientoelectrico.com

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



Estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo en motores eléctricos de alta eficiencia IE3 e IE4

Por mantenimientoelectrico.com

Robótica: usos, beneficios y aplicaciones prácticas

Por Blog Suministros Herco

Los beneficios del monitoreo y el análisis de las vibraciones

Por Fluke

Lumenac
ILUMINACION

DISEÑO Y CALIDAD EN ILUMINACIÓN



LA LUMINARIA POLARIS LED 220 ES UNA LUMINARIA ESTANCA APTA PARA TUBO LED DE 20W, IDEAL PARA LA ILUMINACIÓN DE ZONAS HÚMEDAS.

CARACTERISTICAS

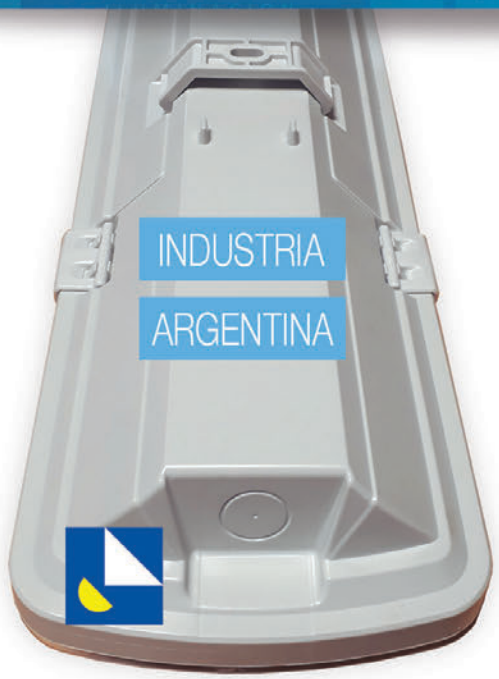
POTENCIA ELECTRICA 40W

TENSIÓN 220V

HERMETICIDAD IP65

DIMENSIONES 1.270MM. X 95MM. X 94MM.

APTO PARA 2 TUBOS LED DE 20W.



POLARIS220

ESTANCOS LED

WWW.LUMENAC.COM



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
/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

Eficiencia, Automatización y Diagnóstico: El Futuro del Mantenimiento Hoy



Guillermo Sznaper
Director

Comenzamos esta edición número 73 de la Revista Mantenimiento Eléctrico con un artículo indispensable sobre las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo en motores eléctricos de alta eficiencia IE3 e IE4. En este análisis, profundizamos en las directrices técnicas fundamentales para preservar el rendimiento óptimo, la correcta lubricación de rodamientos y la integridad del aislamiento en motores de clase Premium y Super Premium.

Continuamos nuestro recorrido con una mirada hacia la robótica en el mantenimiento industrial, examinando de cerca sus usos, beneficios y aplicaciones prácticas. Sabemos que la realidad en planta es exigente y compleja; muchas veces, la tecnología disponible parece desconectada del día a día y de las crecientes demandas de seguridad y eficiencia. Este artículo busca tender un puente entre la innovación técnica y la resolución de problemas reales.

Por último, cerramos esta entrega describiendo los beneficios del monitoreo y el análisis de vibraciones basado en la condición. En la actualidad, muchas plantas aún operan bajo la filosofía de “hasta que deje de funcionar”. Esta falta de previsión condena al personal de mantenimiento a saltar de un desastre a otro, disparando tanto los costos operativos como las pérdidas de producción.

Sin más, los invitamos a sumergirse en esta lectura, que esperamos sea de máxima utilidad para toda nuestra comunidad del mantenimiento.

¡Bienvenidos a la edición de octubre!

Para más articulos visite: **https://www.mantenimientoelectrico.com/**

Un saludo,
Guillermo Sznaper
Director



Estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo en motores eléctricos de alta eficiencia IE3 e IE4

Por mantenimientoelectrico.com

Directrices técnicas para preservar el rendimiento, la lubricación de rodamientos y la integridad del aislamiento en motores de clase Premium y Super Premium.

El mantenimiento en motores de alta eficiencia IE3 e IE4 resulta determinante para preservar los retornos de inversión energéticos, evitar sobrecalentamientos prematuros y garantizar la confiabilidad operativa en entornos industriales con regímenes de marcha continuos.

Diferencias constructivas entre motores estándar (IE1/IE2) e IE3/IE4

Las clases de eficiencia para motores trifásicos de inducción se establecen en la norma IEC 60034-30-1. Para alcanzar las exigencias de las categorías IE3 (Eficiencia Premium) e IE4 (Eficiencia Super Premium), los fabricantes introducen modificaciones de diseño que alteran sustancialmente el comportamiento térmico, mecánico y eléctrico del equipo:

- **Mayor masa de cobre y acero magnético**: Se emplean ranuras de estator más amplias para albergar conductores de mayor sección transversal, reduciendo las pérdidas por efecto Joule.
- **Láminas de acero al silicio de baja pérdida**: Utilizan chapas magnéticas de menor espesor y de grano orientado para reducir drásticamente las pérdidas por histéresis y corrientes parásitas (Foucault).
- **Entrehierro optimizado y menor tolerancia**: Exige una alineación mecánica extremadamente precisa para evitar rozamientos o desequilibrios magnéticos laterales.
- **Diseño de ventilador reducido**: Dado que generan menos calor residual, incorporan ventiladores mecánicos más pequeños, reduciendo las pérdidas por rozamiento aerodinámico, pero haciendo al motor más sensible a la acumulación de suciedad externa.

Fenómenos críticos de corrosión e impulsos transitorios por VFD

El uso de motores IE3 e IE4 acoplados a variadores de frecuencia (VFD) optimiza el consumo energético, pero introduce tensiones parásitas de alta frecuencia que pueden destruir el sistema de aislamiento si no se monitorean adecuadamente.

Tensión de eje y corrientes de rodamiento (Bearing Currents)

La conmutación rápida por modulación de ancho de pulso (PWM) en los inversores genera una tensión de modo común. Cuando esta tensión supera el riguroso límite dieléctrico de la película de grasa en las rodaduras, se produce una descarga disruptiva tipo EDM (Electrical Discharge Machining).

1. La corriente fluye desde el eje a través de las bolillas o rodillos hacia el estator.

2. Genera micro-cráteres de fusión en la pista de rodadura (pitting).

3. Evoluciona hacia un ranurado transversal característico (fluting), generando vibración acústica de alta frecuencia y fallo mecánico prematuro.

Monitoreo de condición y diagnóstico predictivo

El plan de mantenimiento predictivo para unidades IE3 e IE4 debe integrar tecnologías avanzadas de medición para detectar degradaciones antes de la pérdida irrecuperable de eficiencia.

Gestión de relubricación y rodamientos aislados

Dada la menor tolerancia de holgura y la mayor sensibilidad térmica de los motores Premium, el régimen de lubricación debe calcularse con rigurosidad matemática en función de las horas de servicio, la velocidad de giro y la temperatura de trabajo.

- **Selección de grasa**: Emplear únicamente grasas sintéticas con espesante de poliurea o litio complejo de alta estabilidad frente a la cizalladura.

- **Cálculo de volumen de re-lubricación**: Evitar el exceso de grasa. La sobre-lubricación causa un aumento drástico de la presión interna, destruyendo los retenes y provocando que la grasa ingrese al bobinado estatórico.

- **Uso de rodamientos híbridos o aislados**: En motores IE3 / IE4 alimentados por VFD con potencias superiores a 75kW, es mandatorio el uso de rodamientos con recubrimiento cerámico en el anillo exterior (tecnología Insocoat) o elementos rodantes de nitruro de silicio (Si3N4) para bloquear el paso de corrientes parásitas.

Buenas prácticas para la reparación y rebobinado

Cuando un motor IE3 o IE4 sufre un fallo severo, la decisión de rebobinar debe gestionarse bajo estrictas directrices de control de calidad (según la guía EASA AR100). Un rebobinado deficiente puede degradar la clase de eficiencia, convirtiendo un motor IE3 en un equivalente a IE1.

1. **Desmontaje térmico controlado**: La temperatura del horno de pirolisis para desmantelar el bobinado viejo nunca debe superar los 370°C (700°F). Superar este límite degrada el aislamiento entre las láminas del núcleo magnético, disparando las pérdidas en el hierro.

2. **Conservación del cobre**: Mantener la sección del conductor original y el paso de bobina exacto. Reducir la sección del hilo incrementa la resistencia estatórica y anula las ventajas térmicas del motor.

3. **Balanceo dinámico de precisión**: Balancear el rotor a un grado de calidad G 1.0 según ISO 21940 para minimizar el estrés vibratorio sobre los rodamientos.

Criterios de sustitución y rentabilidad del ciclo de vida

Para determinar la viabilidad económica del mantenimiento de un motor IE3/IE4 versus la sustitución por un modelo IE4 o IE5 de imanes permanentes, se debe aplicar la evaluación del Costo del Ciclo de Vida (LCC). En motores de servicio continuo, el consumo eléctrico representa entre el 92% y el 96% del costo total del activo durante su vida útil, mientras que el costo de compra inicial rara vez supera el 3%.

- **Prioridad 1**: Motores con más de 15 años de operación continua que hayan sufrido más de dos rebobinados previos.

- **Prioridad 2**: Motores sub-dimensionados que operan sistemáticamente con un factor de carga inferior al 50%.

Maximice la eficiencia y continuidad de sus sistemas motrices

Mantener los estándares de rendimiento en motores IE3 e IE4 requiere una estrategia combinada de lubricación de precisión, protección contra transitorios de variador y técnicas de monitoreo predictivo adaptadas a sus particularidades constructivas.

Cuadro comparativo de técnicas de diagnóstico

Técnica de Monitoreo	Parámetro Evaluado	Defecto Detectado
Análisis de Firma de Corriente (MCSA)	Armónicos en la onda de corriente estatórica	Barras rotóricas rotas, excentricidad estática/dinámica
Termografía Infrarroja Cuantitativa	Gradientes térmicos en carcasa y caja de conexiones	Desequilibrio de fases, obstrucción de canales de aire
Análisis de Vibración con Demodulación	Envolvente de aceleración (PeakVue / gE)	Micro-muescas en pistas de rodamientos por paso de corriente
Medición de Resistencia de Aislamiento e Índices	Megohmios, Índice de Polarización (IP) y DAR	Contaminación por humedad, degradación térmica del esmalte



Robótica: usos, beneficios y aplicaciones prácticas

Por Blog Suministros Herco

En este artículo vamos a mostrarte con ejemplos prácticos y argumentos sencillos cómo los robots cuadrúpedos en mantenimiento industrial pueden transformar tu planta, mejorar la seguridad de tu equipo, y llevar la digitalización y el mantenimiento predictivo a otro nivel.

La robótica en mantenimiento industrial está transformando radicalmente la forma en que las plantas productivas gestionan la eficiencia, la seguridad y la predictibilidad de sus operaciones. Gracias a tecnologías como los robots cuadrúpedos, las inspecciones manuales y los procedimientos de mantenimiento tradicionales están evolucionando hacia procesos automatizados, precisos y mucho más seguros. En este artículo, descubrirás cómo la robótica aplicada al mantenimiento industrial puede revolucionar el día a día de tu planta con soluciones prácticas y casos reales.

Cómo la robótica en mantenimiento industrial mejora el mantenimiento predictivo y la seguridad

¿Te imaginas lidiar con una parada inesperada en la planta porque nadie detectó a tiempo una fuga de gas, una sobretemperatura o un simple desgaste en una cinta transportadora?

¿Te suena familiar la imagen de tus técnicos recorriendo kilómetros con un checklist en papel, tomando notas que luego se pierden, repiten errores o van a parar a un cajón hasta la próxima auditoría?

La realidad del mantenimiento industrial es dura, y muchas veces

la tecnología disponible no está alineada con la exigencia del día a día ni con las crecientes demandas de seguridad y eficiencia. Pero esto está cambiando, y la robótica —especialmente los robots cuadrúpedos— ya está marcando la diferencia.

El estado actual: Mantenimiento manual, altos riesgos y poca trazabilidad

A pesar del avance tecnológico, muchas operaciones de mantenimiento todavía se basan en el trabajo manual y la experiencia directa del técnico, incluso cuando hablamos de industrias de alto riesgo —químicas, petroquímicas, energéticas, minas— donde los errores pueden ser costosos e incluso mortales. El proceso habitual suele ser así:

- Un técnico recorre la planta con un checklist en papel o, como mucho, una pistola térmica manual.
- Toma datos dependiendo de sus sentidos: toca, escucha, huele, mira y anota.
- Cada ronda es diferente porque varían la hora, el punto de vista y las condiciones ambientales.
- Los datos recogidos suelen ser subjetivos y, después de la ronda, pueden acabar guardados o traspapelados.
- Los riesgos para el personal son frecuentes: exposición a gases tóxicos, zonas sin oxígeno, atmósferas explosivas o corrosivas, polvo, ruidos, calor extremo.

Este método, además de poco eficiente y trazable, resulta peligroso y tiene una limitada capacidad de anticiparse a fallos críticos. Aquí es donde la robótica, y más concretamente, los robots cuadrúpedos, se convierten en aliados de primer nivel.

Beneficios de los robots cuadrúpedos

La propuesta de valor de los robots cuadrúpedos en mantenimiento industrial parte de tres pilares: mantenimiento predictivo, inspección digital y automática y, sobre todo, seguridad para el equipo humano. ¿Cómo lo consiguen? Vamos por partes.

1. Mantenimiento predictivo en tiempo real y sin perder información

¿Te imaginas disponer de un inventario digital e histórico de las condiciones de tus equipos, accesible en tiempo real y multi-variable? Los robots cuadrúpedos pueden patrullar instalaciones, grabar termografías, analizar ruidos, medir vibraciones y detectar fugas mucho antes de que sean críticas. No importa si es verano, invierno, día o noche. Sus registros son objetivos y repetibles, lo que permite construir patrones y actuar ante anomalías antes de que den problemas. Para ti, esto significa menos urgencias, paradas más cortas, y la posibilidad de organizar el mantenimiento de forma estratégica.

2. Digitalización y automatización sencilla de las inspecciones

Olvídate del papel. Cada ronda automática del robot se traduce en datos digitales, archivados y enviados automáticamente. El robot se mueve por la planta siguiendo rutas programadas, accede a entornos complejos donde ni una persona podría moverse fácilmente, y transmite alertas a tiempo real vía WhatsApp, mail o incluso SMS si no cuentas con buena cobertura. Además, integra una API abierta que facilita la conexión con sistemas propios de gestión de mantenimiento (CMMS o GMAO), llevando la digitalización a cada rincón de tu industria.

3. Seguridad: nadie más expuesto a atmósferas peligrosas

¿Qué tal si el robot entra antes en esa nave donde sospechas una fuga de gas, o sube por la escalera Tramex sobre esa maquinaria caliente para inspeccionar con su cámara térmica? Los robots cuadrúpedos están diseñados para navegar superficies desiguales, arenosas, polvorientas, incluso rampas y escalones. Allí donde las ruedas no llegan, las patas de estos robots marcan la diferencia. El resultado es claro: menos personas expuestas a riesgos, reducción del estrés laboral, y cumplimiento normativo al día.

Ventajas prácticas de los robots cuadrúpedos

Quizá te preguntes, ¿por qué un robot cuadrúpedo y no uno de ruedas o un dron? La respuesta es simple y práctica:

- Movilidad superior: cuatro patas permiten superar obstáculos, escaleras, zonas de grava, rampas o huecos en la nave.
- Estabilidad: los sensores, cámaras, micrófonos y demás cargas que transportan exigen una plataforma estable, sobre todo en entornos hostiles.
- Impacto positivo en la cultura: la forma cuadrúpeda (similar a un perro) genera cercanía y aceptación entre los trabajadores. No es solo cuestión de tecnología, ¡también de psicología del cambio!
- Versatilidad de aplicaciones: puedes añadir sensores para gases, humedad, cámaras 360º, termografía, ultrasonidos, y cualquier necesidad concreta de tu operación.

Y, muy importante, hay una realidad cultural: en España, aunque a veces se nos ve reacios a la innovación, la experiencia ha demostrado que el

"efecto wow" funciona. Cuando los trabajadores ven al robot en acción, lo aceptan como una herramienta más y hasta llegan a encariñarse de él, convirtiéndose en un compañero de trabajo más (y no en el "enemigo" de sus funciones).

Cambios en el día a día, de la teoría a la realidad de la planta

¿En qué se traduce realmente la introducción de robots cuadrúpedos en la rutina del mantenimiento industrial?

- Técnicos menos expuestos al peligro: ya no es necesario olfatear en busca de fugas o poner la mano sobre el motor para saber si se está recalentando.
- Ahorro de tiempo y foco en tareas de valor añadido: El robot realiza las tareas repetitivas de ronda y deja al personal libre para solucionar incidencias reales, analizar datos y proponer mejoras.
- Datos a tiempo real para tomar mejores decisiones: los responsables reciben alertas inmediatas y pueden actuar antes de que ocurra el daño.
- Auditorías más fáciles y rápidas: con todos los registros ya digitalizados y ordenados, cumplir requisitos legales o de calidad es mucho más simple.
- Mejor ambiente laboral: el cambio tecnológico trae motivación y refuerza la percepción de pertenecer a una empresa moderna y segura. Y sí, ¡se le coge cariño al robot!

Cómo superar las barreras culturales y técnicas

El proceso de introducir robótica móvil puede parecer desafiante, pero existen claves claras:

- Proximidad y acompañamiento: tener el desarrollo y soporte técnico cerca del usuario final permite adaptaciones rápidas y capacitación personalizada.
- Formación e integración progresiva: arranca haciendo partícipes a los técnicos del funcionamiento y utilidad del robot; llegad a ponerle nombre si hace falta (¡así se genera identificación!).
- Resultados tangibles desde el primer día: un simple recorrido con el robot mostrando lo que detecta y cómo ahorra tareas peligrosas suele convertir incluso a los más escépticos.

Consejos prácticos para responsables y directores de mantenimiento

Si eres responsable de mantenimiento y piensas que tu planta "no está preparada" o que tu equipo es demasiado tradicional, ten en cuenta lo siguiente:

- El mejor momento para innovar es ahora: si ya detectas problemas de trazabilidad, seguridad o eficiencia, prueba una solución flexible y no invasiva antes que introducir sensores fijos y costosos.
- Un solo robot, muchos beneficios: los robots cuadrúpedos en mantenimiento industrial no solo inspeccionan, también pueden mapear entornos, generar históricos y dar soporte a múltiples áreas, todo sin grandes obras ni inversiones.
- El cambio es más sencillo de lo que crees: la experiencia está demostrando que la resistencia es mínima cuando los beneficios para el técnico y la empresa se hacen evidentes y tangibles.

Futuro y competitividad: mantente en la vanguardia

No temas a la competencia tecnológica ni a los grandes players internacionales. Innovar en mantenimiento industrial con robots cuadrúpedos es apostar por la digitalización, la seguridad y la eficiencia, y eso te coloca en una excelente posición competitiva local e internacional.

Recuerda: la competencia te obliga a mejorar, pero la clave de tu diferenciación está en la cultura de tu equipo, la adaptabilidad y el uso inteligente de la tecnología. No es ciencia ficción, es presente y es tu oportunidad.

La importancia de la robótica en mantenimiento industrial: da el siguiente paso

La incorporación de robots cuadrúpedos en mantenimiento industrial no sólo multiplica tu capacidad preventiva y reactiva, sino que cuida a tu equipo, te aporta información clave y ayuda a superar los desafíos diarios de la industria moderna.

La próxima vez que pienses en robots, no los imagines en películas futuristas: están patrullando fábricas reales aquí y ahora, ayudando a técnicos como tú a trabajar mejor y más seguro.

Ahora que conoces cómo los robots cuadrúpedos pueden transformar la manera en que gestionas el mantenimiento y la seguridad en la industria, vale la pena hacerse algunas preguntas clave. Reflexiona sobre estas cuestiones para identificar oportunidades de mejora y considerar cómo podrías aplicar estas soluciones en tu propia planta:

- ¿Cuántas de las tareas rutinarias de inspección y mantenimiento en tu planta todavía dependen de procesos manuales o checklists en papel, y qué riesgos o ineficiencias podrías estar pasando por alto por no digitalizarlas?
- ¿De qué forma impactaría en la seguridad y productividad de tu equipo el poder detectar fugas, sobrecalentamientos o anomalías las 24 horas del día con datos objetivos y alertas en tiempo real, gracias a la incorporación de robots cuadrúpedos?

• ¿Qué barreras crees que existen en tu organización para adoptar soluciones de robótica móvil, y cómo podrías abordar el cambio cultural para que tu equipo vea estos avances como una herramienta aliada y no como una amenaza?

Preguntas frecuentes sobre robótica y mantenimiento

¿Cuáles son los principales usos de un robot industrial en el mantenimiento de fábricas?

Un robot industrial puede emplearse en múltiples tareas de mantenimiento que mejoran la eficiencia operativa. Entre sus aplicaciones más destacadas están: inspección visual automatizada mediante cámaras y sensores, acceso a zonas peligrosas o de difícil acceso para los humanos, limpieza industrial especializada, lubricación precisa de maquinaria, detección temprana de averías gracias a la inteligencia artificial integrada, y monitorización constante de equipos. Estos robots ayudan a minimizar el tiempo de inactividad y son fundamentales en la transición hacia la industria 4.0, donde la automatización y la robótica transforman completamente los procesos de mantenimiento tradicionales.

¿Por qué la robótica industrial es considerada la clave del mantenimiento moderno?

La robótica industrial representa la clave del mantenimiento moderno porque permite automatizar procesos repetitivos y peligrosos, garantizando mayor precisión y consistencia. Los robots pueden trabajar 24/7 sin fatiga, lo que optimiza los ciclos de mantenimiento preventivo y predictivo. Además, integran sistemas avanzados de diagnóstico que detectan anomalías imperceptibles para humanos, permitiendo intervenir antes de que ocurra una avería grave. Esta capacidad de anticipación y la reducción de errores humanos son factores que han convertido a la automatización industrial en un elemento indispensable para las empresas que buscan minimizar costos operativos y maximizar la vida útil de sus equipos en el competitivo sector industrial actual.

¿Cuál es la importancia del mantenimiento preventivo realizado por robots?

El mantenimiento preventivo realizado por robots representa un avance significativo en la gestión industrial moderna. Su importancia radica en varios aspectos: primero, permite realizar inspecciones con una precisión y consistencia imposibles de igualar manualmente; segundo, estos sistemas pueden trabajar continuamente, monitorizando equipos sin interrupciones; tercero, los robots pueden detectar anomalías sutiles mediante sensores avanzados antes de que causen fallos graves. Esto se traduce en una drástica reducción del tiempo de inactividad no planificado, extensión de la vida útil de los equipos, y optimización de recursos al poder planificar intervenciones con antelación. La automatización del mantenimiento preventivo es, por tanto, una inversión estratégica para cualquier empresa que busque mejorar la eficiencia operativa.

¿Cómo se realiza el mantenimiento de robots industriales y qué aspectos son críticos?

El mantenimiento de robots industriales requiere un enfoque sistemático y especializado. Los aspectos críticos incluyen: la inspección regular de componentes mecánicos como engranajes, correas y articulaciones; verificación de sistemas eléctricos y electrónicos; actualización periódica del software de control; lubricación adecuada de partes móviles; y calibración precisa de sensores. Es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante respecto a frecuencias de mantenimiento y procedimientos específicos. Un mantenimiento deficiente puede provocar pérdida de precisión, averías prematuras y riesgos de seguridad.

Las empresas más avanzadas implementan sistemas de monitorización continua que permiten automatizar la detección de posibles fallos, facilitando así el mantenimiento predictivo y garantizando mayor disponibilidad operativa de estos valiosos activos industriales.

¿Qué tecnologías de robótica industrial están revolucionando el mantenimiento predictivo?

Las tecnologías más innovadoras en robótica industrial que están transformando el mantenimiento predictivo incluyen: robots con inteligencia artificial capaces de aprender patrones de funcionamiento normal y detectar anomalías sutiles; drones industriales autónomos que realizan inspecciones en altura o zonas peligrosas; robots colaborativos (cobots) que trabajan junto a técnicos humanos; sistemas con análisis de vibraciones y termografía integrados que detectan fallos incipientes; y robots de inspección ultrasónica que identifican grietas o desgastes invisibles al ojo humano.

Estas soluciones permiten automatizar la recopilación de datos críticos, minimizar riesgos para los trabajadores y optimizar los ciclos de mantenimiento preventivo y predictivo. La combinación de estas tecnologías con sistemas de automatización industrial avanzados está redefiniendo cómo las empresas planifican y ejecutan sus estrategias de mantenimiento.

¿Por qué es fundamental la automatización y robótica industrial en el mantenimiento de grandes instalaciones?

La automatización y robótica industrial resultan fundamentales en el mantenimiento de grandes instalaciones por múltiples razones.

Primero, permiten inspeccionar vastas áreas de forma sistemática y sin omisiones, algo prácticamente imposible manualmente.

Segundo, garantizan la consistencia en la calidad de las inspecciones independientemente de factores humanos como fatiga o distracción.

Tercero, pueden operar en entornos peligrosos (altas temperaturas, presencia de tóxicos, espacios confinados) sin riesgos para el personal.

Cuarto, generan registros digitales detallados que facilitan el análisis histórico y la toma de decisiones. Finalmente, al automatizar tareas rutinarias, liberan a los técnicos especializados para concentrarse en actividades de mayor valor añadido.

Estos factores combinados hacen que la robótica sea especialmente valiosa en sectores como petroquímica, generación eléctrica o grandes manufacturas, donde el tiempo de inactividad tiene costos extraordinariamente elevados.

¿Cómo contribuye el mantenimiento de sistemas de automatización a la eficiencia operativa?

El mantenimiento de sistemas de automatización contribuye decisivamente a la eficiencia operativa al garantizar el funcionamiento óptimo de toda la cadena productiva. Un mantenimiento adecuado previene paradas no programadas, que suelen ser hasta 10 veces más costosas que las intervenciones planificadas. Además, permite detectar y corregir ineficiencias energéticas, optimizar los parámetros de funcionamiento y extender la vida útil de los equipos. Los sistemas bien mantenidos producen menos rechazos y mayor calidad constante. La recopilación sistemática de datos durante el mantenimiento también permite identificar oportunidades de mejora continua. En el contexto de la industria 4.0, el mantenimiento no solo previene fallos, sino que se convierte en una fuente valiosa de información para mejorar la eficiencia global, reducir costos operativos y aumentar la competitividad empresarial.

¿Qué retorno de inversión puede esperarse al implementar robots para el mantenimiento industrial?

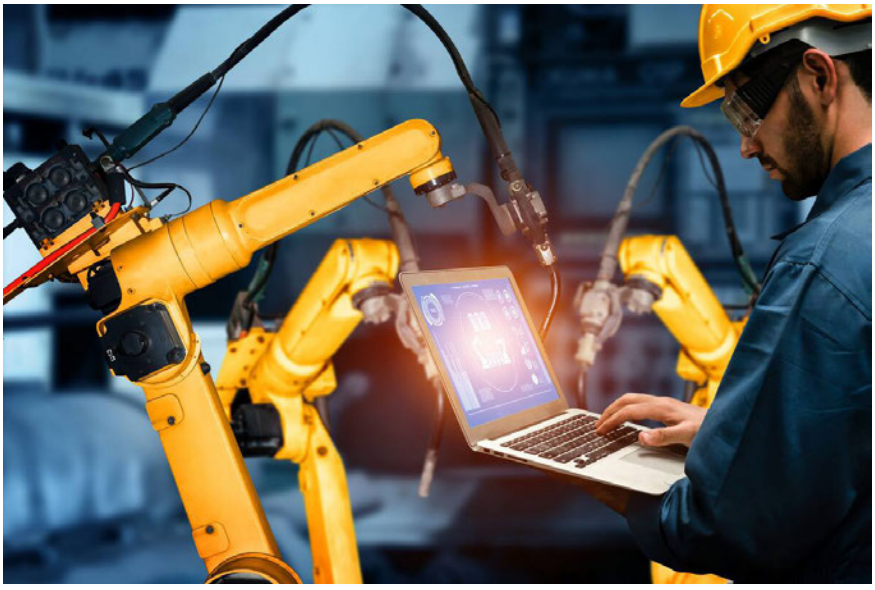
El retorno de inversión (ROI) al implementar robots para el mantenimiento industrial suele ser significativo, aunque varía según el sector y la aplicación específica.

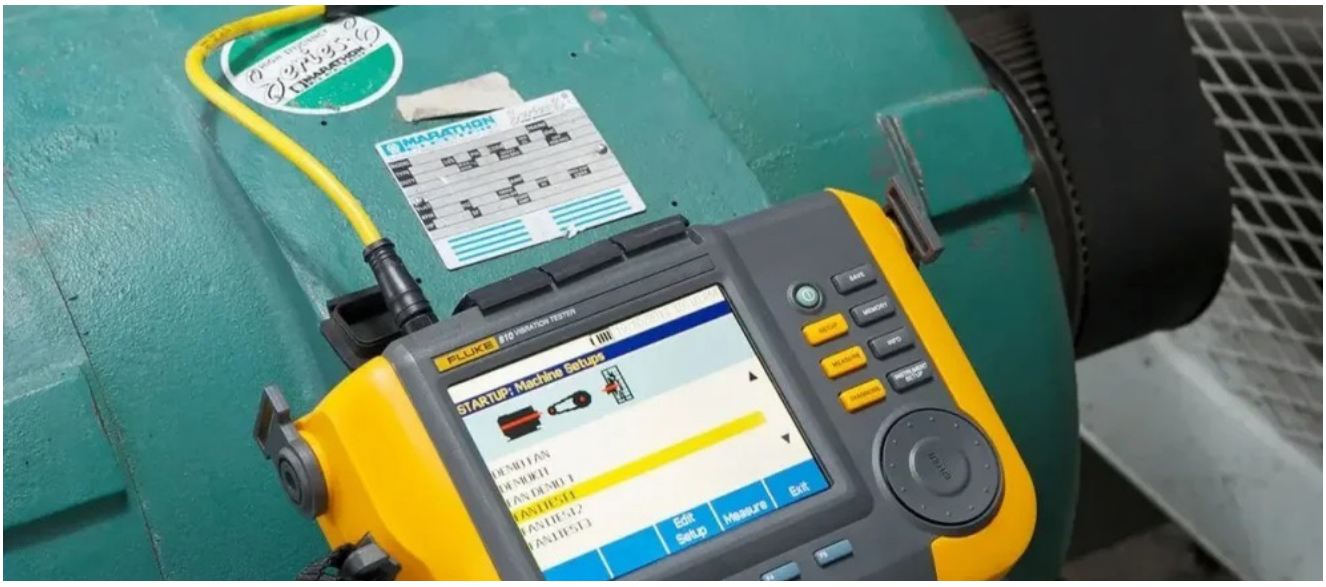
Los beneficios económicos provienen principalmente de: reducción del tiempo de inactividad no planificado (que puede costar entre 5-20 veces más que el mantenimiento preventivo); disminución de costos de reparaciones mayores al detectar problemas en etapas tempranas; extensión de la vida útil de los equipos principales; reducción de accidentes laborales y sus costos asociados; optimización del personal de mantenimiento; y mejora en la calidad y consistencia de la producción. Empresas que han implementado soluciones de robótica industrial para mantenimiento reportan periodos de amortización típicos de 12-36 meses, con tasas de retorno que pueden superar el 300% en un periodo de cinco años, especialmente en entornos donde el costo del tiempo de inactividad es elevado.

¿Cómo se integra la robótica industrial con otros sistemas de gestión del mantenimiento?

La integración de la robótica industrial con sistemas de gestión del mantenimiento constituye un pilar fundamental de la industria 4.0. Esta integración se realiza principalmente a través de plataformas CMMS (Computerized Maintenance Management Systems) o software EAM (Enterprise Asset Management) que centralizan toda la información. Los robots envían datos en tiempo real sobre el estado de los equipos a estas plataformas, que automáticamente generan órdenes de trabajo, planifican recursos y optimizan los cronogramas de mantenimiento. La conexión se establece mediante protocolos estándar como OPC-UA, MQTT o interfaces API personalizadas.

Los sistemas más avanzados incorporan inteligencia artificial para analizar patrones y predecir fallos con mayor precisión. Esta arquitectura integrada permite automatizar decisiones rutinarias, garantizar la trazabilidad completa de todas las intervenciones y establecer un flujo continuo de información entre los robots que realizan inspecciones y el personal que debe planificar y ejecutar las tareas de mantenimiento correctivo o preventivo.





Los beneficios del monitoreo y el análisis de las vibraciones

Por Fluke

El mantenimiento basado en la condición, mediante el análisis de vibraciones, permite detectar fallas prematuras en los rodamientos sin desarmar la maquinaria. Esta estrategia supera las limitaciones del mantenimiento reactivo y preventivo, optimizando los costos y mejorando la confiabilidad operativa en las plantas industriales.

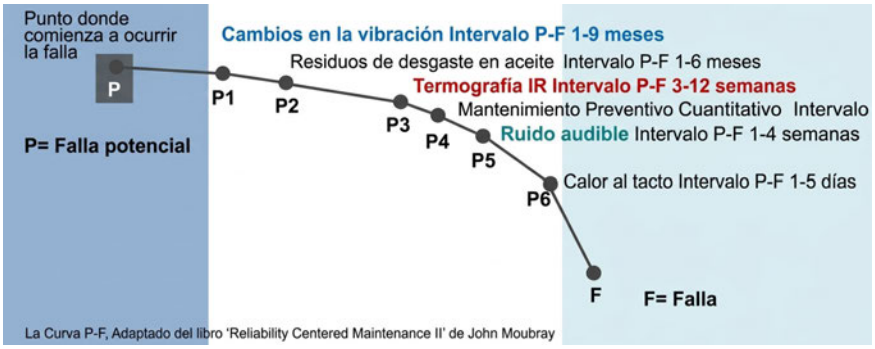
Muchas plantas aún funcionan con una estrategia de mantenimiento del tipo "hasta que deje de funcionar". De este modo, no se aplican medidas hasta que la maquinaria falla; por lo que el personal de mantenimiento va de un desastre a otro. Los costos de mantenimiento y las pérdidas de producción son elevados. Algunas empresas se pasaron al mantenimiento preventivo o conforme a un calendario. Las medidas se planifican sin tener en cuenta el estado actual del equipo. Con este enfoque, puede que las máquinas sin fallas se reparen sin ninguna necesidad, lo que da como resultado costos más altos del programa. Durante los últimos 30 años, la Marina de los EE. UU. y otras empresas que forman parte de Fortune 500 pasaron de un mantenimiento preventivo a uno basado en el estado. En los mantenimientos basados en el estado, las máquinas se miden con métodos como el análisis de vibración, que no requiere el desmantelamiento de la máquina para encontrar la falla. Cuando aparece una falla en la máquina, la reparación se planifica cuando se necesita, ni antes ni después.

Indicadores prematuros del estado de la máquina

Se utilizan varias tecnologías para medir y diagnosticar el estado de la máquina. Dos de las más importantes son la comprobación de vibraciones y la termografía infrarroja. El gráfico muestra cómo puede detectar los cambios, primero con la comprobación de vibraciones y luego con la termografía infrarroja. Solo más adelante, poco antes de que la máquina falle, podrá oír ruidos y sentir el calor.

Beneficios de la comprobación prematura de las vibraciones:

- **Previsibilidad**. Da tiempo al personal de mantenimiento para planificar las reparaciones necesarias y para adquirir las piezas adecuadas.
- **Seguridad**. Se puede retirar el equipo defectuoso antes de que ocurra una falla peligrosa.
- **Rentabilidad**. Incurra en menos fallas inesperadas y graves, lo que evita interrupciones en la producción que afectan los resultados finales.
- **Intervalos de mantenimiento más largos**. Extienda la vida útil del equipo y planifique los mantenimientos a medida que se necesiten.
- **Confiabilidad**. Incurra en menos fallas inesperadas o catastróficas, ya que las zonas problemáticas se pueden anticipar antes de que fallen.
- **Tranquilidad**. Genere confianza en las planificaciones de mantenimiento, la planificación del presupuesto y las estimaciones de productividad.



Mecánica de la comprobación de vibraciones

Un transductor capta las señales de vibración de los rodamientos y las transmite a un dispositivo recopilador de datos. A continuación, se indican algunos puntos importantes acerca de la mecánica de la comprobación de las vibraciones:

- Todos los equipos rotativos generan una señal de vibración o firma única.
- Estas señales únicas se capturan normalmente en serie, con la amplitud de la señal (eje y) representada en función del tiempo (eje x). Esto se denomina forma de onda temporal.
- La forma de la onda contiene información acerca de la máquina en el punto de medición. La vibración proviene del eje rotativo, las máquinas adyacentes, la base, el ruido, los componentes rotativos, las resonancias estructurales, las turbulencias de flujo y otras fuentes.
- Sin embargo, los patrones de distintos eventos se superponen y se mezclan. Separar y aislar una señal de vibración de otra es complicado.
- Los análisis de frecuencia realizados en el recopilador de datos simplifican la forma de onda en algunos patrones repetitivos. La transformada rápida de Fourier (FFT) es un algoritmo matemático que aplica la herramienta de comprobación de las vibraciones para separar señales individuales de vibración.
- El espectro es el gráfico de cada una de estas señales individuales en un simple gráfico de amplitud (eje y) en función de la frecuencia (eje x).

Podemos simplificarlo en un proceso de tres etapas.

1. Identificación de los picos de vibración, ya que estos se relacionan con el componente de origen de la máquina.

2. Búsqueda de patrones en los datos basados en las reglas de vibración.

3. Medición de la amplitud del pico de vibración para determinar la gravedad de la falla. Una vez que se determinan la falla y la gravedad, puede recomendar una reparación y generar una orden de trabajo.

Fallas en los rodamientos

Un estudio realizado por SKF Group analizó la vida útil de 30 rodamientos idénticos y descubrió que existe una gran diferencia. Esto excluye el uso de un programa efectivo de mantenimiento conforme a un calendario.

Otro estudio descubrió que las fallas en los rodamientos pueden representar alrededor del 60 % de fallas mecánicas.

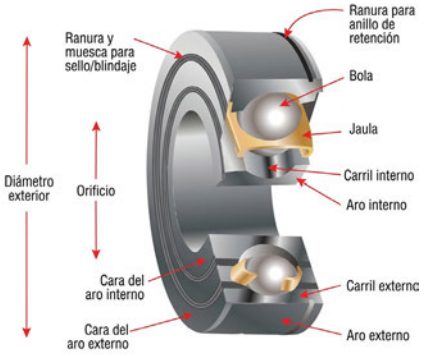
Aunque los rodamientos son un factor principal en los problemas mecánicos, a veces las fallas en los rodamientos son la consecuencia de un problema fundamental diferente, como un desequilibrio.

Algunos clientes reemplazan los rodamientos cada varios meses hasta que aprenden a equilibrar y alinear la máquina; esto se traduce en una mayor vida útil de los rodamientos.

Las causas de las fallas de los rodamientos son:

- aislamiento deficiente
- lubricación deficiente
- contaminación
- fatiga por desgaste
- otras fallas

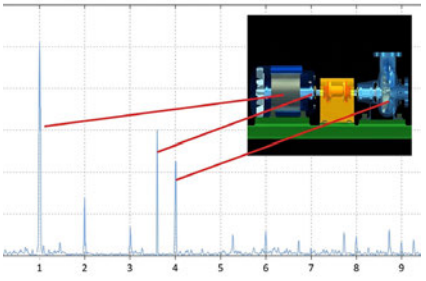
Un rodamiento de bolas (también llamado “cojinete”) transporta una carga mediante la colocación de elementos redondos entre las dos piezas. En la actualidad, la mayoría de las máquinas tienen rodamientos de bolas.



Análisis de las fallas de los rodamientos de bolas

Las frecuencias de los rodamientos no son sincrónicas. La geometría de las bolas, la jaula y las pistas se muestran a diferentes velocidades; estas velocidades no son un múltiplo de la velocidad del eje. En la mayoría de los casos, los picos no sincrónicos son los rodamientos de bolas. La mayoría de los programas de vibraciones utilizan las siguientes frecuencias de rodamientos:

- pista interior
- pista exterior
- jaula
- giro de la bola



En el gráfico se muestra un ejemplo de los datos con una falla de los rodamientos. Tenga en cuenta que la vibración máxima del eje es de 1 vez la velocidad del eje (1775 RPM). Cuatro paletas del impulsor de la bomba y siete aspas del ventilador de enfriamiento se encuentran dentro del sistema. Un gran pico de vibración ocurre 3.56 veces la velocidad del eje. No puede tener 3.56 aspas del ventilador o 3.56 paletas del impulsor.

Las nueve etapas de desgaste de los rodamientos

Existen más de 4700 reglas para las fallas de máquinas. Estas reglas se basan en el análisis de patrones detectados en la maquinaria giratoria y están integradas en el motor de diagnóstico del Comprobador de vibraciones Fluke 810. Las fallas más comunes son por desequilibrio, desalineación, holgura y fallas de los rodamientos.

Las nueve etapas que se indican a continuación muestran los cambios en los patrones a medida que avanza el desgaste de los rodamientos.

• Etapa 1: Desgaste prematuro del rodamiento solo en el rango alto.

• Etapa 2: Picos no sincrónicos en el rango bajo.

• Etapa 3: Incremento del pico no sincrónico.

• Etapa 4: Armónico del tono del rodamiento (Leve).

• Etapa 5: Holgura - armónicos del eje del motor.

• Etapa 6: Tono del rodamiento y bandas laterales del eje del motor (Moderado).

• Etapa 7: Protuberancia de ruido cerca del tono del rodamiento (Serio).

• Etapa 8: Incremento de todo el piso de ruido (Extremo).

• Etapa 9: Falla del rodamiento.

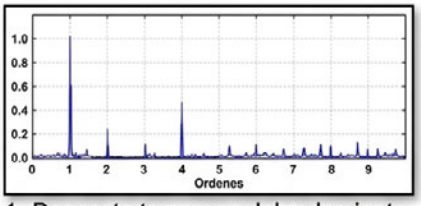
Análisis tradicional de los rodamientos

¿Cómo detecta un analista de vibraciones los rodamientos que presentan fallas? Primero, el analista observa las formas de onda temporal. Se requiere de muchos años de entrenamiento y años de experiencia en análisis de formas de onda temporal para hacer esto. Existe otra técnica, pero exige mucho tiempo: Póngase en contacto con el fabricante de los rodamientos y obtenga una tabla de frecuencias del rodamiento.

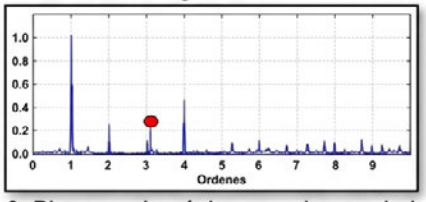
Luego puede comparar las frecuencias para ver si corresponden con los picos no sincrónicos que encuentre en los datos. Si estos corresponden, entonces ha encontrado la falla de los rodamientos. Si no corresponden, probablemente tenga un rodamiento diferente a lo esperado. Si esto es así, determine si algún tercero reemplazó el rodamiento con uno de otro proveedor sin actualizar los registros de mantenimiento.



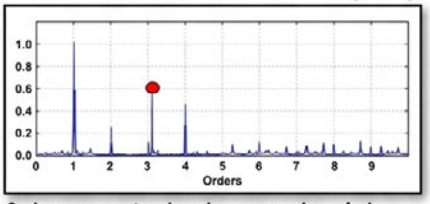
Un analista examina una bomba con un Comprobador de vibraciones Fluke 810.



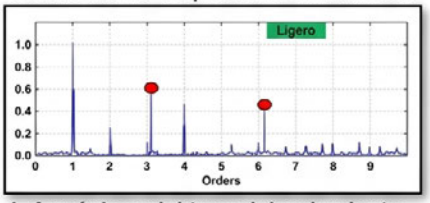
1. Desgaste temprano del rodamiento solo en el rango alto



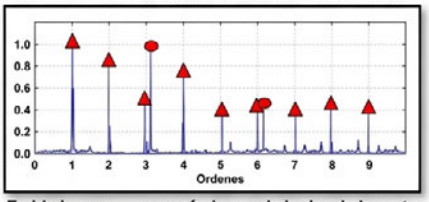
2. Picos no sincrónicos en el rango bajo



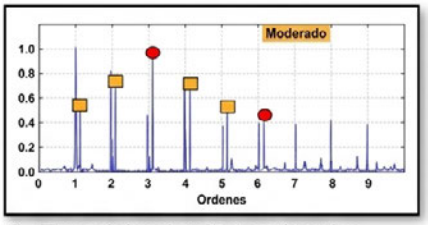
3. Incremento de picos no sincrónicos



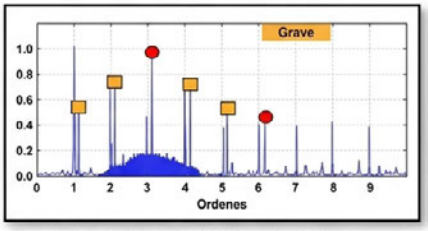
4. Armónicos del tono del rodamiento



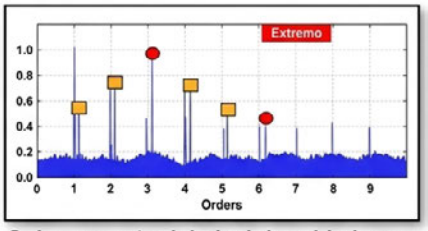
5. Holgura — armónicos del eje del motor



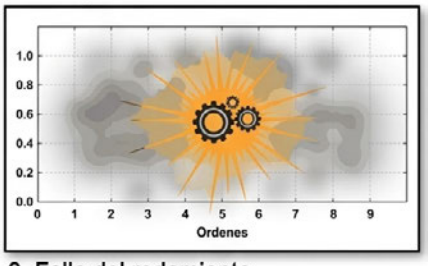
6. Tono del rodamiento y bandas laterales del eje del motor



7. Joroba de ruido cerca del tono del rodamiento



8. Incremento del nivel de ruido base completo



9. Falla del rodamiento

Lápices medidores, medidores y comprobadores de vibraciones

La herramienta más básica para medir la vibración es el lápiz medidor de vibraciones. Con un lápiz medidor de vibraciones, puede medir las variables específicas, como la condición y la temperatura del rodamiento. Cuando se cambie al medidor de vibraciones, tendrá la capacidad de medir la vibración general, además de las variables específicas. El medidor de vibraciones Fluke 805 tiene una punta con sensor combinado de vibración y fuerza, que compensa las variaciones introducidas por el usuario (fuerza o ángulo) proporcionando lecturas precisas y repetibles. Este medidor tiene una escala de gravedad de cuatro niveles y un procesador integrado que evalúa el estado de los rodamientos y las vibraciones generales con alertas de lectura sencilla (Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio, Inaceptable). Los sensores pueden leer un extenso rango de frecuencias (de 10 a 1000 Hz y de 4000 a 20 000 Hz), lo que cubre gran parte de los tipos de máquinas y componentes. La interfaz de usuario directa del modelo 805 minimiza las entradas del usuario al rango RPM y al tipo de equipo.

Esto le brinda al personal de mantenimiento de la primera línea y a los operadores una herramienta de decisión para determinar qué equipos están bien y cuáles necesitan una resolución de problemas ulterior.

Tal como se describió anteriormente, la herramienta de prueba de vibración avanzada, el Comprobador de vibraciones Fluke 810 tiene un motor de diagnóstico que combina algoritmos con una base de datos de mediciones de experiencias del mundo real.

VISITÁ
NUESTRA
WEB

CONEXTUBE

DISTRIBUIDOR
EXCLUSIVO



CANALIZACIONES METÁLICAS

Sistema CONEXFLEX

La línea más completa del mercado.

LA ELECCIÓN DE LOS PROFESIONALES

SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA

Vefben

INDUSTRIAS ELECTROMECÁNICAS

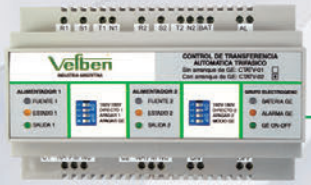
Productos
Industria Argentina



Seccionadores ITC y CTC



Conmutadoras rotativas a levas



Control de Transferencia Automática



Selector automático de fases



Elementos para señalización luminosa con tecnología LED



Voltímetro enchufable



Secuencímetro



Protector portable contra sobretensiones y descargas atmosféricas



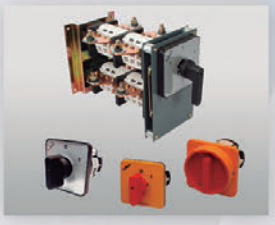
Control de secuencia de fases

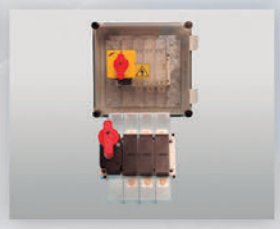
Voltimetro y Amperimetro digital para tablero y DIN

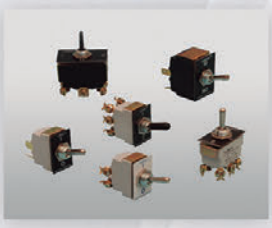




Protector de tensión monofásico y trifásico









www.vefben.com