



Solución de Mantenimiento Prescriptivo para motores eléctricos basadas en IA



George Szyszko (Jorge Cisco) -
Gerente de Soluciones SaaS -
AMERICAS
Analog Devices Incorporation –
<https://otosense.analog.com>
george.szyszko@analog.com,
+1 626 252 2156



Santiago Medina - Gerente de
Soluciones de integración y
automatización.
OMC Colombia
ventassms@omc.com.co
+57 322 681 9604





Analog Devices, Inc.(ADI) en un vistazo...

Fundada **1965**

Headquarters **Wilmington, MA**

Empleados **~16,400**

Países **30+**

Productos **~45,000 SKUs**

Clientes **125,000+**

Listada en **S&P 500 and NASDAQ 100**

Centros de diseño **~44**

Manufactura Global **Massachusetts, California,
Washington, Ireland, Philippines,
and Malaysia**

©2022 Analog Devices, Inc. All rights reserved.



Más de **4700**
patentes y **USD\$4B** R&D
invertidos en los últimos
10 años.

Foco ampliado en
la **Inteligencia Artificial**
y el aprendizaje de máquinas
aplicado a la gestión de activos y
la optimización
de recursos.



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™



Los motores industriales de hoy – Estadísticas



>450,000,000
Motores instalados
mundialmente



30% de
la energía total
es utilizada por
Industria



>50,000,000
nuevas instalaciones
anualmente



69% de la Energía
consumida por **Industria**
es utilizada por **motores**

Los motores industriales consumen >20% del total de energía producida

- **No funcionan con eficiencias óptimas**, en parte debido a los intervalos entre las inspecciones de mantenimiento programadas.
- **Se mantienen con medidas preventivas rutinarias de forma manual** que tienen sus limitaciones y margen de mejora.

Tenemos una gran oportunidad para reducir las emisiones y el consumo de energía y emisiones mediante la implementación de mejoras sostenibles en la eficiencia del motor a través del monitoreo continuo de la salud.



El mantenimiento de motores industrial de hoy

- Hoy en día, los motores eléctricos funcionan a ciegas sin monitoreo de diagnóstico en tiempo real. **Se realizan comprobaciones periódicas manuales y, en ocasiones, análisis manuales** de los datos en bruto para determinar si el motor muestra signos de desgaste a lo largo de su vida útil.
- En muchos casos, **los motores se reconstruyen/reemplazan prematuramente** como un medio para administrar el riesgo.
- Este enfoque preventivo se utiliza hoy en día imponiendo altos costos de mantenimiento con reducción de la utilización de la vida útil de los activos.

¿Qué beneficios podríamos obtener con información 24/7 sobre el estado de los componentes de nuestros motores...recibiendo notificaciones de degradaciones tempranas para tomar decisiones de ahorro de costos minimizando el riesgo?



Métodos de mantenimiento de activos

Mantenimiento reactivo:

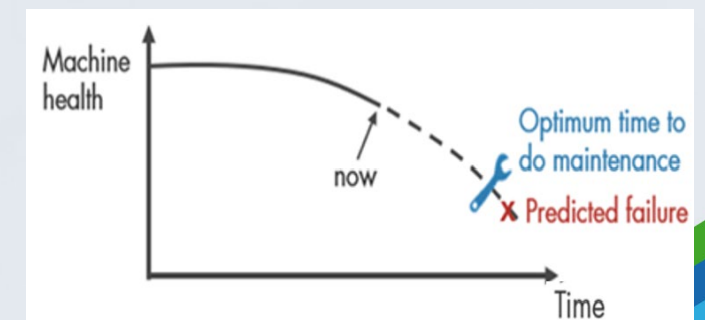
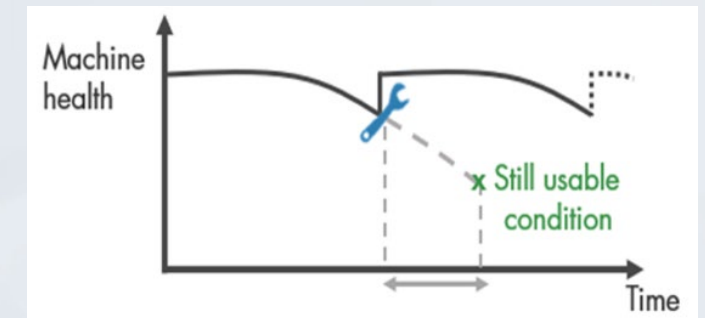
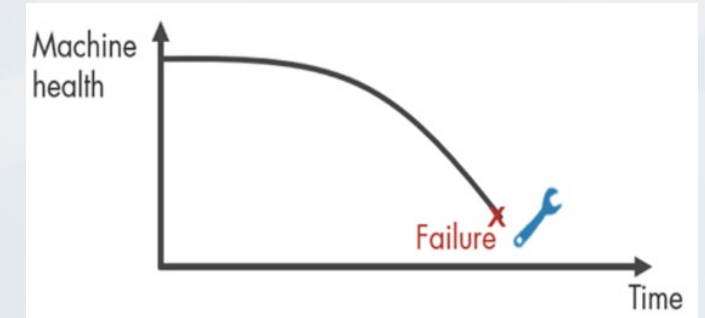
- Realizar el mantenimiento una vez que haya un problema
 - **Problema con esta método:**
 - Hay una avería inesperada y la reparación puede ser costosa y potencialmente peligrosa.

Mantenimiento preventivo (programado):

- Realizar mantenimiento de manera periódica - más común
- **Problema con este método :**
 - El mantenimiento innecesario puede generar más costos y no asegura eliminar todas las averías.

Mantenimiento predictivo:

- Realizar mantenimiento basados en la necesidad, con anticipación
- **Requisitos para este método :**
 - Mejoras en los procesos de Operaciones y Mantenimiento
 - Aplicar acciones a través del monitoreo 24/7 del estado de la máquina utilizando los análisis avanzados de datos mecánicos e eléctricos.
- **Beneficios de este método :**
 - Optimización de recursos, extensión del uso de activos, prevención de interrupciones no planificadas





La Solución del Smart Motor Sensor (SMS)

Una Solución de Mantenimiento Predictivo basada en **Suscripción**.

Instalación **No Intrusiva**, sin interrupción operativa

- Se basa en la detección de **temperatura(2)**, **vibración(2)** y **campo magnético(1)** para diagnosticar fallas motoras críticas.

Proporciona visibilidad **en tiempo real** del estado de salud del **motor** a través de la suscripción a Cloud SaaS

- Proporciona actualizaciones de **diagnóstico a través de aplicaciones web, móviles y / o API** para permitir el monitoreo del estado del motor en tiempo real, **alarmas y notificaciones predictivas con receta** para la corrección del fallo potencial.

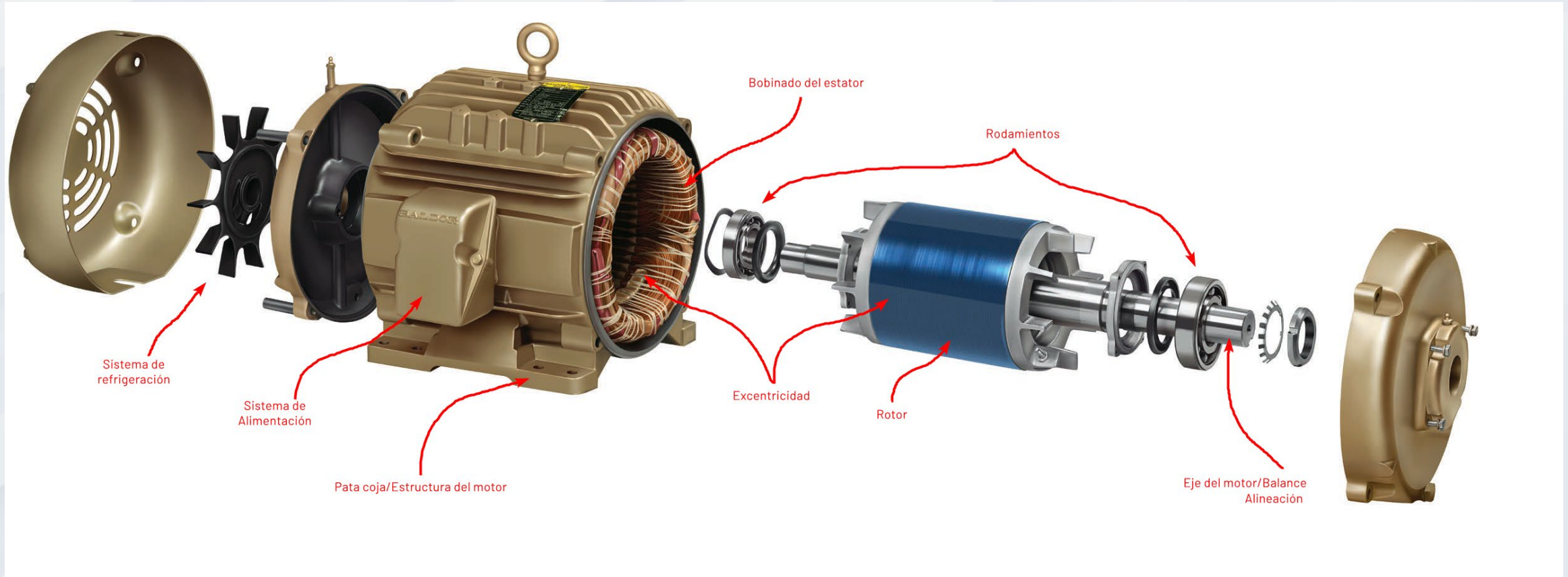
SMS entrega:

- Prevención del tiempo de inactividad no planificado**
 - Detección/Notificación de anomalías de Rendimiento antes que falle.
- Optimización de Recursos Operativos**
 - Ahorre tiempo en inspecciones rutinarias y diagnósticos manuales del estado del motor.
- Extensión de la utilización de activos.**



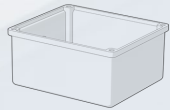


Diagnósticos - Degradaciones eléctricas y mecánicas



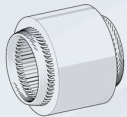


Diagnósticos - Degradaciones eléctricas y mecánicas



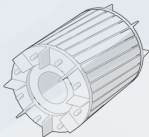
Sistema de Alimentación

Eléctrico: Problemas en las tres fases de la fuente de alimentación ([desequilibrio de las tres fases](#), [corriente](#)), fase perdida.



Bobinado del Estator

Eléctrico: Cortocircuito dentro de una fase del motor, [problemas de aislamiento entre las bobinas](#), aumenta las corrientes y crea un desequilibrio en las tres fases.



Rotor

Eléctrico: [Barra de rotor rota](#); [Burbujas de aire detectadas](#) en la estructura del material del rotor.

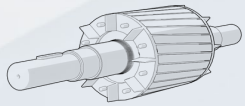


Excentricidad

Mecánico y Eléctrico: Espacio entre los cambios del rotor / estator, (dinámico) potencialmente desde el [eje doblado](#); [Instalaciones de rodamientos \(estáticas\) inadecuadas](#) que crean algunos problemas de alineación internos del motor.



Diagnósticos - Degradaciones eléctricas y mecánicas



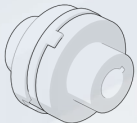
Eje de Motor / Balance

Mecánica: Distribución desigual de la masa que hace que la carga se desplace del centro de rotación. [Flexión del rotor](#).



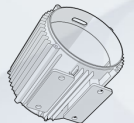
Rodamientos

Mecánica: [Las tensiones mecánicas](#) o [la contaminación](#) pueden provocar pequeñas grietas o defectos que se producen en el rodamiento, creando vibraciones.



Alineación

Mecánica: Ocurre cuando dos ejes giratorios (el motor y la carga) no están alineados, [desalineación externa](#). Diferente de la excentricidad que es interna al motor.



Pata Coja

Mecánica: [La holgura estructural](#) ocurre cuando la base del motor o la conexión a la base del motor no son seguras. Esta mala conexión resulta en un exceso de vibraciones.

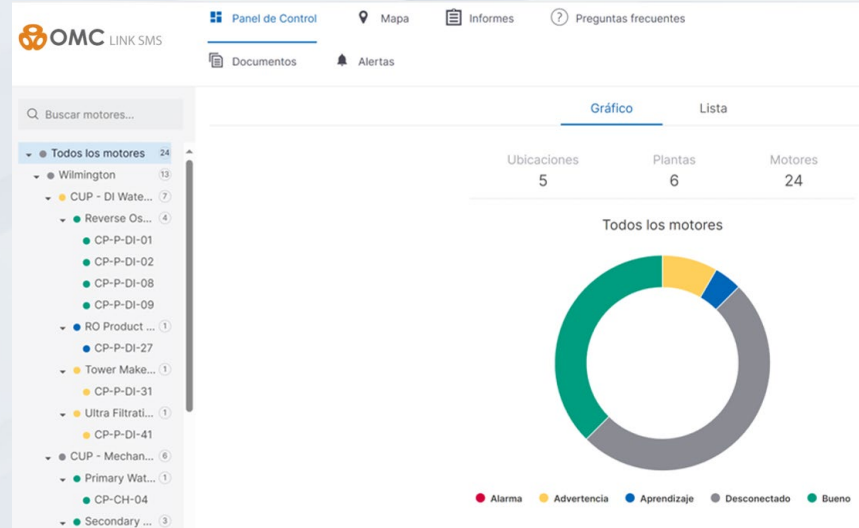


Sistema de Refrigeración

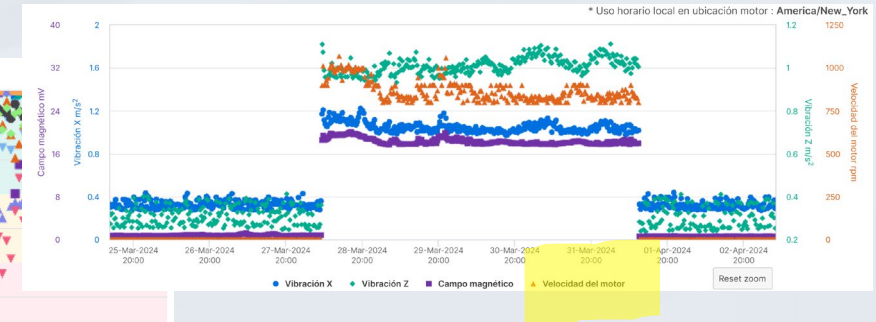
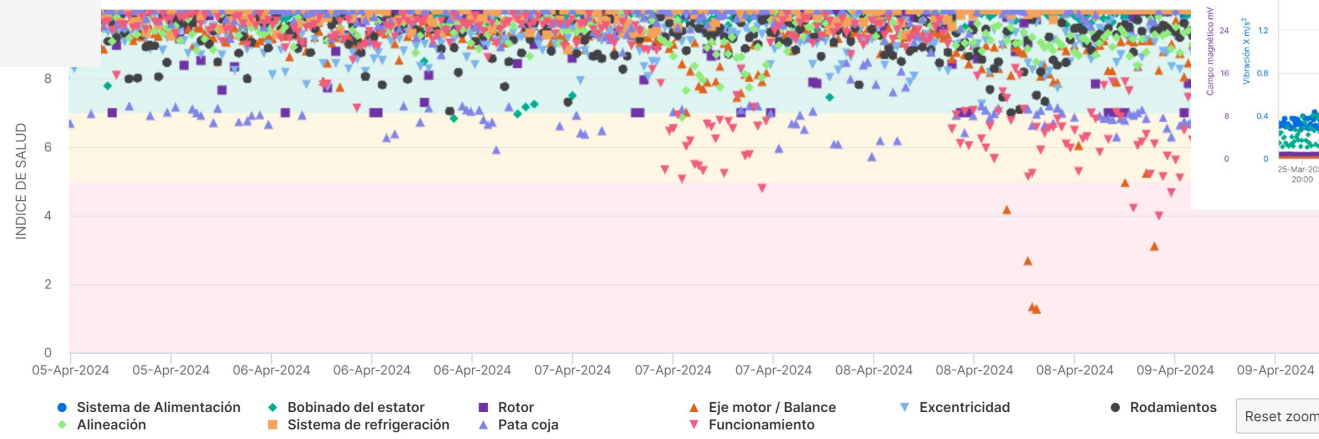
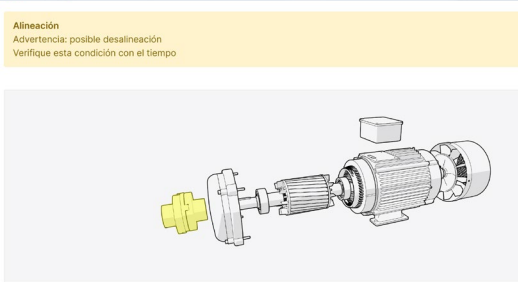
Temperatura: Aplicable a motores refrigerados con un ventilador externo; puede [determinar el problema con los ventiladores](#) conectados al eje o conectados externamente al motor.



Los datos y análisis de la suscripción de SMS



Estado del motor		Parámetros		Historia	
ESTADO DE LA BATERÍA		ESTADO DE LA CONEXIÓN		Conectado	
HORAS DE OPERACIÓN		Jan 1, 2024 - Apr 9, 2024		NÚMERO DE ARRANCADAS	
346.5				3	
ETIQUETA	CP-CH-04	REFERENCIA DEL SENSOR	00020206Y	FABRICANTE	General Electric
POTENCIA NOMINAL (KW/HP)	29.4 / 39.4	NÚMERO DE POLOS	4	MODELO	5KS324AS2B5D22
NIVEL DE EFICIENCIA		TENSIÓN NOMINAL (V)	460	CORRIENTE NOMINAL (A)	48.7
CONEXIÓN	Star	CONDUCIR	VFD	FRECUENCIA (HZ)	60
VELOCIDAD NOMINAL	1780	EFF @ 100%	94.5	DE RODAMIENTO	6312ZC3



Utilizando los datos y análisis de la suscripción de SMS

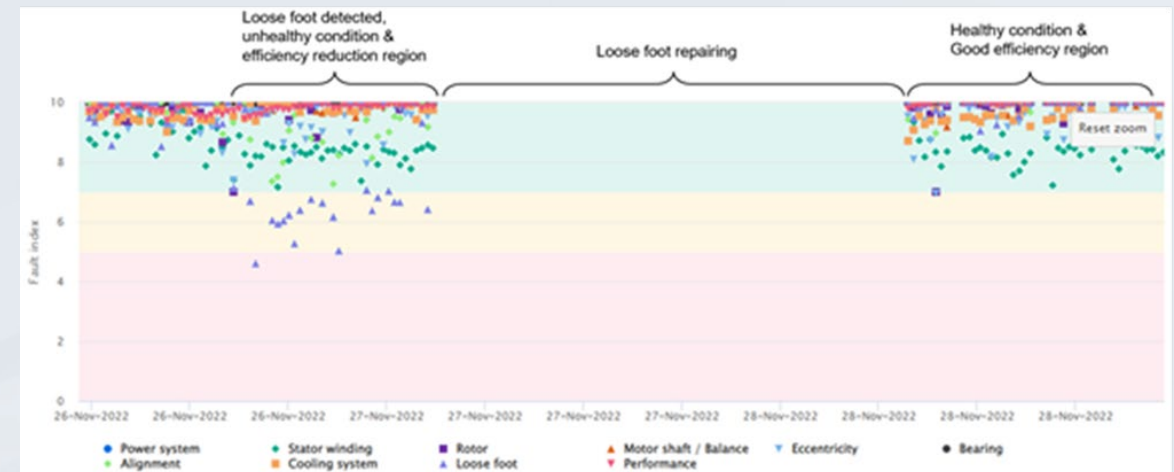
Las mejores tecnologías de detección y el análisis de datos basado en IA de última generación,

cuando se aplican a un programa de mantenimiento efectivo,

son las herramientas para el éxito.

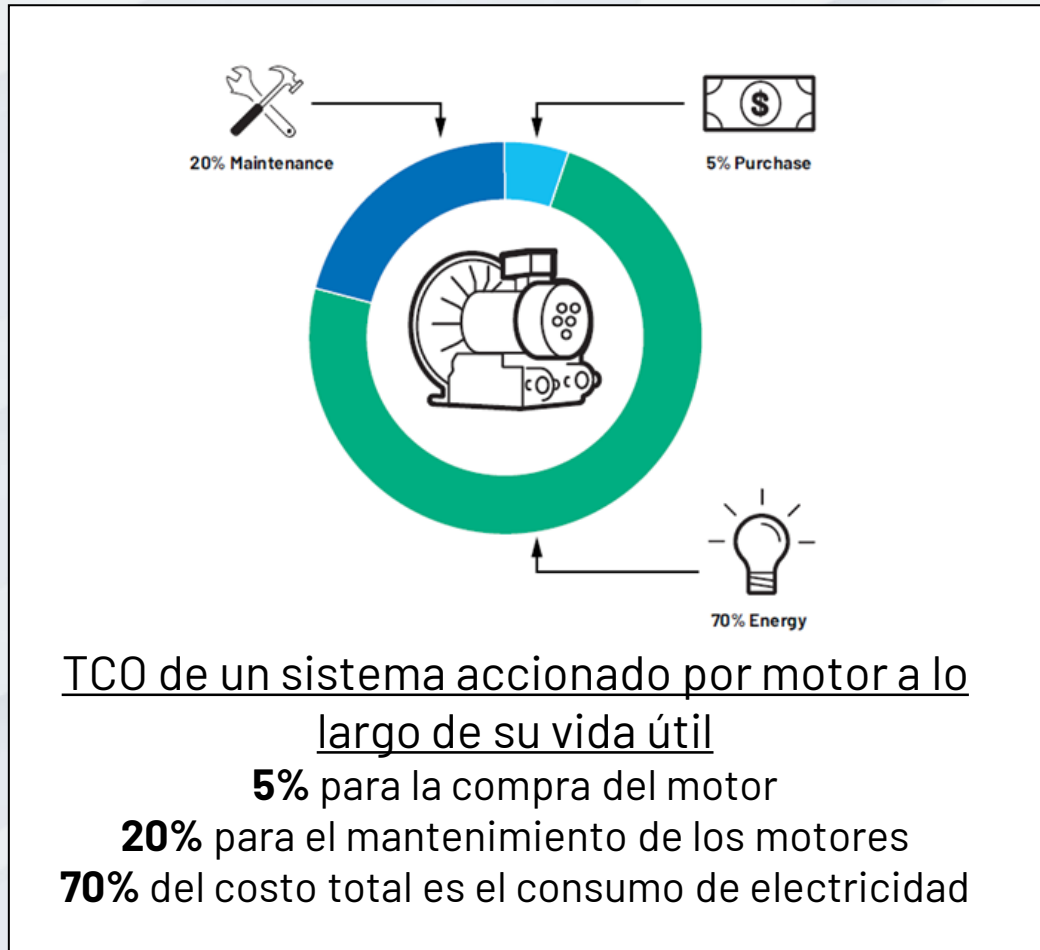
Los equipos de O&M ahora pueden identificar las degradaciones más típicas del motor **en una etapa temprana** y remediarlas, evitando interrupciones no planificadas y aumentando la eficiencia energética.

EJEMPLO: El pie blando del motor (pata coja) se detecta en la etapa temprana y se emite una notificación de ADVERTENCIA. Se recibe la notificación y se ejerce la acción correctiva recomendada para restaurar la condición y eficiencia óptima del motor.

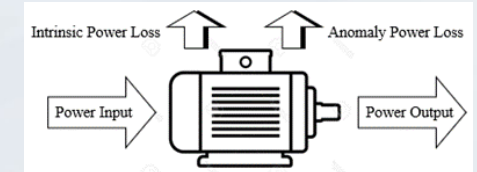


¡CbM en acción!

Mantener una eficiencia óptima es fundamental para la reducción del costo total durante la vida útil de un motor industrial



Las dos principales pérdidas de potencia del motor:



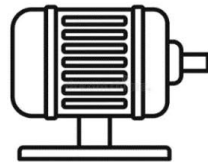
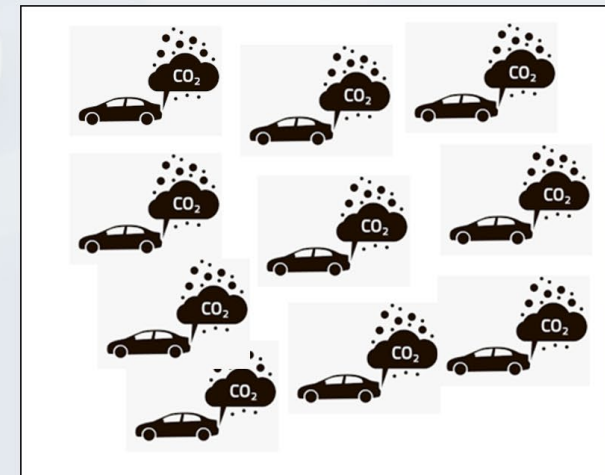
- **Pérdida de potencia intrínseca**

- Pérdidas de cobre (resistivo, efecto piel), pérdidas de hierro (corrientes de Foucault, histéresis) y pérdidas mecánicas (fricción, viento).
- Las pérdidas de potencia intrínsecas se pueden reducir en la fase de diseño del motor.

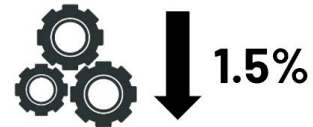
- **Pérdida de potencia por anomalía**

- Condiciones motoras insalubres como una o varias degradaciones motoras
- Las pérdidas de potencia por anomalías se pueden minimizar manteniendo el funcionamiento del motor en condiciones óptimas

El impacto de sólo un motor en consumo eléctrico y en las emisiones de carbono.



Motor de 373 kW
funcionando 24/7
durante un año



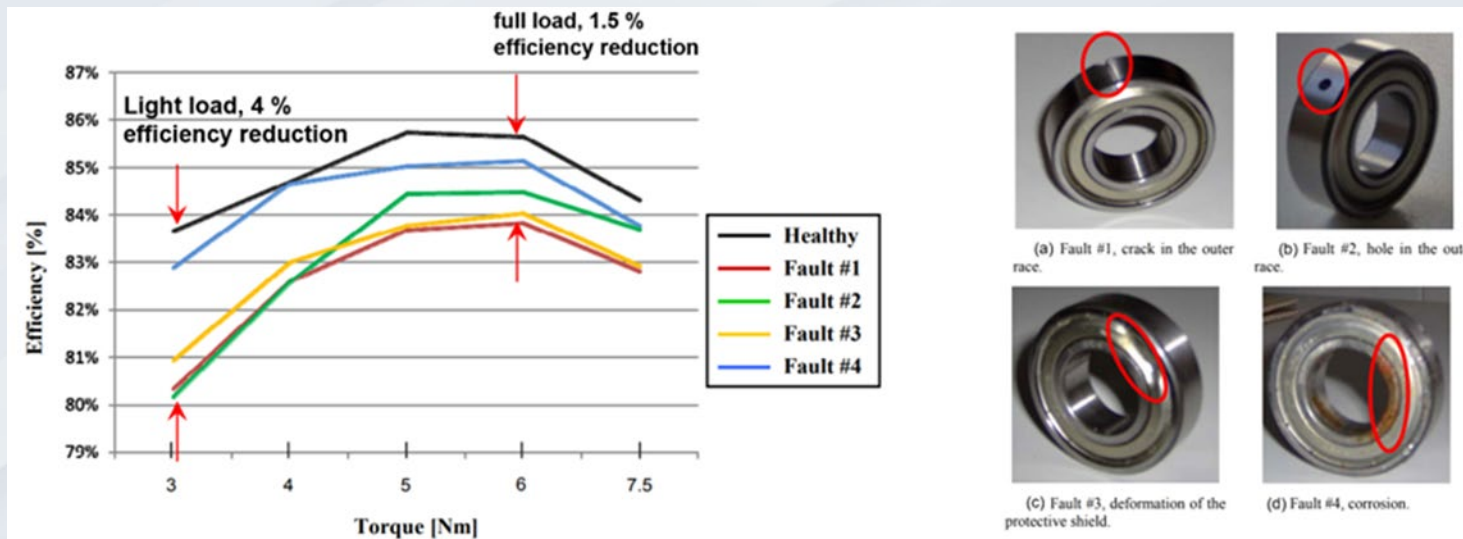
Los rodamientos
defectuosos pueden
comprometer la eficiencia
del motor en un 1,5%

La energía requerida para
mitigar el 1,5% de ineficiencia
genera 14.000 Kg de CO₂ y
equivale a 10 coches con motor
de combustión funcionando
continuamente durante 1 año

Rodamientos – Impacto en el consumo de energía

Los estudios sobre la eficiencia del motor eléctrico han demostrado que si un motor funciona en una condición insalubre, la eficiencia del motor será menor que la eficiencia nominal. Y, por lo general, una degradación del rodamiento puede no conocerse durante mucho tiempo y, a veces, solo se revela en caso de fallo.

Por ejemplo, el impacto causado por la degradación del rodamiento:



Tipos de fallos en los rodamientos

Falla #1: una grieta/rajadura en la pista exterior

Falla #2: un agujero en la pista exterior

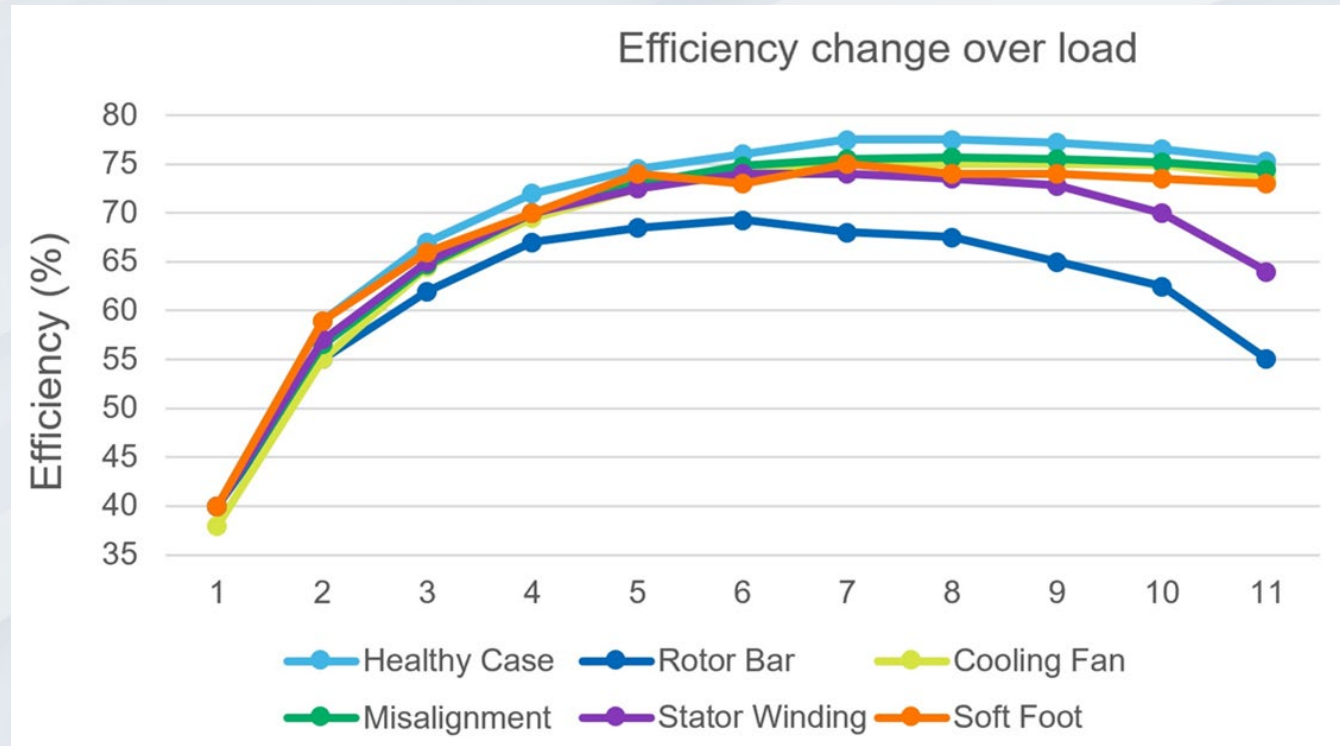
Falla #3: deformidad del escudo protector

Fallo #4: corrosión del rodamiento

Se ha demostrado que las degradaciones de los rodamientos causan una reducción de la eficiencia del 1,5 % en condiciones de carga completa y del 4 % en condiciones de carga más ligera.



Otros Componentes – Impacto en el consumo de energía



- Degradación de la barra del rotor
- Degradación del estator
- Desalineación del eje del motor
- Aflojamiento de la montura / la pata coja
- Rendimiento del ventilador de refrigeración

TODOS contribuyen a reducciones adicionales de la eficiencia del motor



Caso de Estudio – Eficiencia de Motores Eléctricos

► Problema

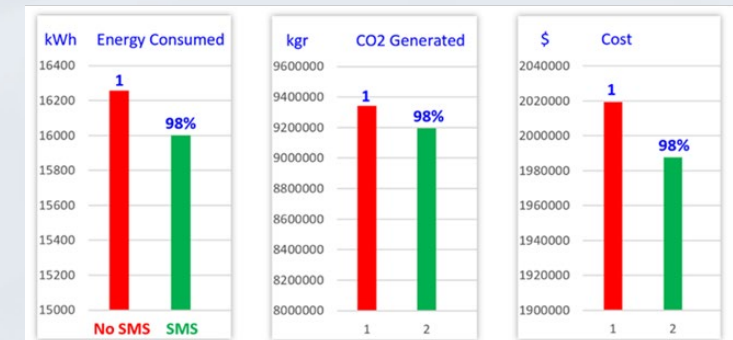
- Pérdida de producción: interrupciones continuas no planificadas de compresores (400 kW) que funcionan las 24/7, causadas por fallas indetectables en los rodamientos.
- Consumo de energía: eficiencias del motor del compresor que requieren una mayor cantidad de energía para mantener un funcionamiento uniforme

► Solución

- Se aplicó una solución de monitoreo del estado del motor CbM para realizar un monitoreo continuo las 24 horas del día, los 7 días de la semana, de todos los compresores para detectar la degradación de los componentes en etapa temprana.
- Permitió al equipo realizar el mantenimiento y las interrupciones programadas en función de las necesidades validadas, así como identificar la degradación temprana de los rodamientos que afecta la eficiencia de los motores.

► Resultados

- Interrupciones no planificadas reemplazadas por interrupciones cortas y programadas utilizando mantenimiento basado en diagnóstico en tiempo real... **evitando daños permanentes en los rodamientos/equipos y aumentando el tiempo de producción.**
- **Reducción del consumo de energía del >2%** en todas las aplicaciones de compresores



Prevención de Inactividad no planificado - Utilización Optimizada de activos - Eficiencia Energética Mejorada



Caso de Estudio – Costo Total - mercado de nutrición para animales

• Problema

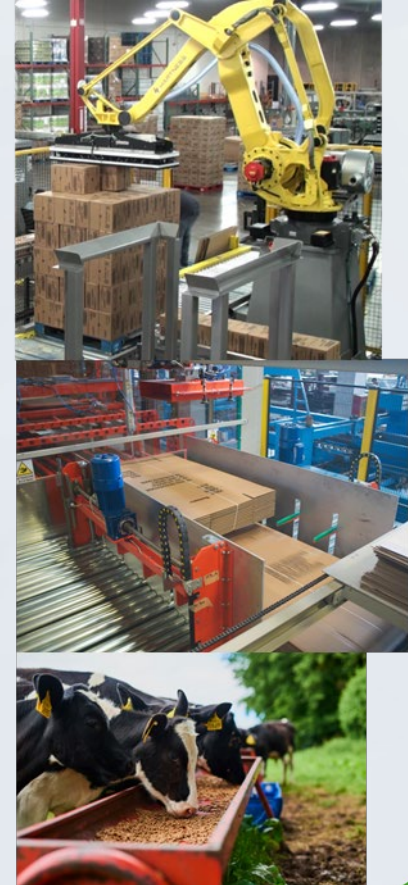
- Pérdida de Producción: no se pueden evitar tiempos de inactividad no programados causados por fallas en los equipos del motor

• Solución

- Se instaló y activó una solución SMS de CbM en un motor de 250 HP de 7 años de antigüedad en el paletizador de una planta de procesamiento de alimentos
- Ingeniero de Planta aplicó CbM al Programa de Mantenimiento de rutina

• Resultado

- Dentro de los primeros dos meses en el monitoreo, una alarma de "pata coja" les notificó que apretaran los tornillos de montaje.
 - Con estas medidas correctivas **evitaron fallas en el equipo y evitaron una interrupción no programada.**
- Al monitorear los datos del motor, la temperatura de la piel del motor superaba los 50 ° C, lo que estaba fuera de las expectativas normales: el ingeniero de planta programó una inspección y descubrió una fuga de corriente del arrancador suave asociado ... Una señal temprana de falla de arranque junto con una pérdida adicional de eficiencia energética.
 - Se realizó una reparación programada. **Se logró un ahorro de costos de >50 veces a la reparación + prevención de pérdidas de producción.**
- Poco después, la solución SMS de CbM detectó una degradación temprana del bobinado del estator.
 - Esto permitió programar una reparación del motor, **evitando otra costosa interrupción no programada.**





Caso de Estudio – Valores en costos de mantenimiento

ADI OtoSense™
SMART MOTOR SENSOR

otosense.analog.com/pdm

Caso Estudio del sector Alimentación:

Optimización del proceso de producción y mantenimiento gracias a SMS ADI OtoSense

Impacto del SMS en la Industria Alimentaria

ADI OtoSense SMS monitorea constantemente el estado de los motores que accionan los equipos clave en la fabricación de la industria alimentaria como máquinas centrifugadoras, bombas, mezcladores, enfriadores, compresores, etc. Envía advertencias/alertas tanto de desgastes como de averías. Detectado a tiempo, se evitan las averías.

Además, la información proporcionada sobre el nivel de gravedad y origen de la avería permite una mejor planificación del mantenimiento y evita parones en la línea de producción o pérdidas de producción.

El valor para el cliente que ofrece la instalación del SMS en el mercado alimentario:

80% EVITÓ TIEMPO DE INACTIVIDAD NO PLANEADO
Detección temprana de fallos potenciales permite planificación del mantenimiento

65% AÑADIÓ TIEMPO ENTRE REVISIONES DEL EQUIPO
El mantenimiento y reparaciones se realizan sólo cuando es necesario

85% RECORTAR MANTENIMIENTOS INNECESARIOS
El equipo de mantenimiento optimiza su tiempo e intervenciones

CASO DE ÉXITO:

Compañía multinacional alimentaria y bioquímica

CASO
Monitorización en tiempo real del proceso de producción del ácido láctico.

RETO
Debido a un defecto de diseño, un elemento/una pieza clave del equipo – una potente centrifugadora – se rompe al menos una vez al año por problemas de lubricación de los rodamientos. Cada vez, la máquina se para unas 3 semanas, con los costes significativos que ello conlleva:

- Reparaciones: materiales como grúa, horas de trabajo, etc.
- Impacto en la producción: por el tiempo de inactividad de la máquina.

SOLUCIÓN
ADI OtoSense Smart Motor Sensor se adelanta y alerta al equipo de mantenimiento antes de que el sistema de lubricación falle. El equipo de mantenimiento para la máquina y efectúan el mantenimiento de la misma. Evitando así la rotura de los rodamientos y del eje principal.

SIGUIENTE PASO
La precisión y la facilidad de manejo de la solución convencieron a la empresa para su uso en más máquinas.



Beneficios de integrar sus motores en un Programa de Mantenimiento Predictivo

Con ADI OtoSense, sus motores de inducción críticos ahora pueden **integrarse en un programa de mantenimiento predictivo** que permite:

- Optimización de la utilización de activos y recursos
- Reducción de costos operativos
- Mejoras de sostenibilidad

- Elimine la necesidad de inspecciones rutinarias de los motores
- Prolongue la vida útil de sus motores
- Evite interrupciones no planificadas causadas por fallas en el motor
- Planifique las reconstrucciones/reemplazos de motores en función de las necesidades, no en función del cronograma
- Gestione y optimice la eficiencia del motor corrigiendo los componentes en los primeros signos de degradación

Resultados

Un aumento de la Producción... Reducción de riesgos... y Mejoras generales en la Eficiencia Operativa





Aplicaciones en tiempo real en Medellín - OMC

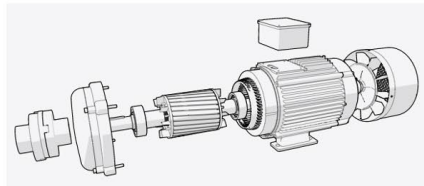
- Frio industrial en empresa de alimentos.
- Molino de producción en empresa de concentrados.
- Bombeo Principal de agua en institución de educación superior.
- Smart Utility.

TRES GRANDES DIFERENCIADORES DE NUESTRA SOLUCIÓN

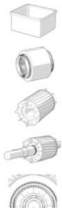


Diagnósticos procesables

Diagnostica 9 fallas mecánicas y eléctricas del motor



1. Power System
2. Stator Winding
3. Rotor
4. Motor Shaft / Balance
5. Eccentricity



6. Bearing
7. Alignment
8. Cooling System
9. Soft Foot
10. Performance

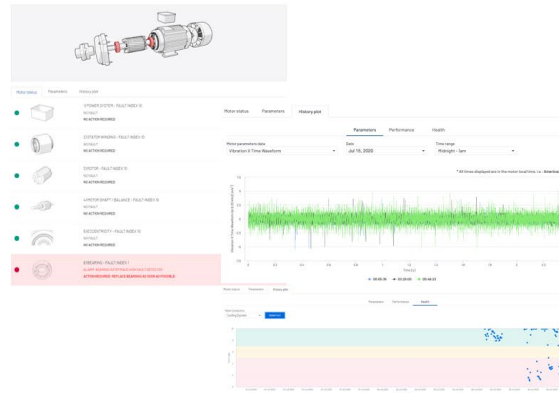


- Incluye la gravedad de los fallos y las acciones recomendadas
- El rendimiento indica posibles problemas con la carga o un cambio en el proceso que podría requerir una acción adicional



Automatizado

Diagnósticos y alarmas prescriptivas generados automáticamente personalizados para su motor

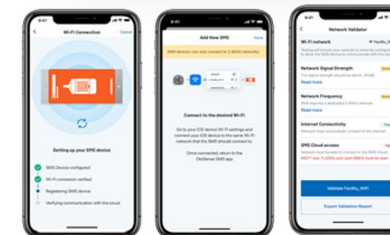


- No es necesario configurar manualmente las alarmas
- No se requiere entrenamiento manual del dispositivo
- No se requieren expertos para el análisis inicial



Escalable

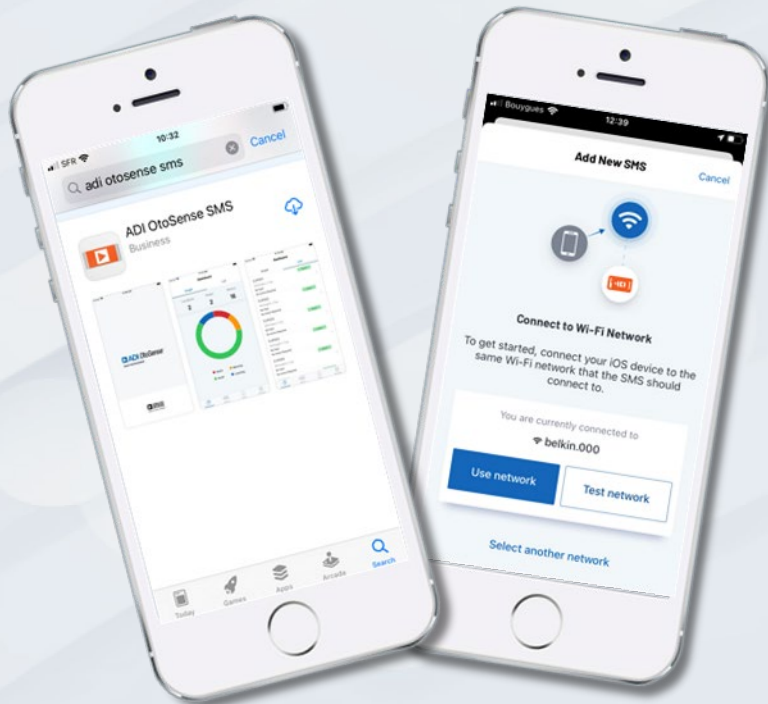
Rápido de configurar, fácil de usar



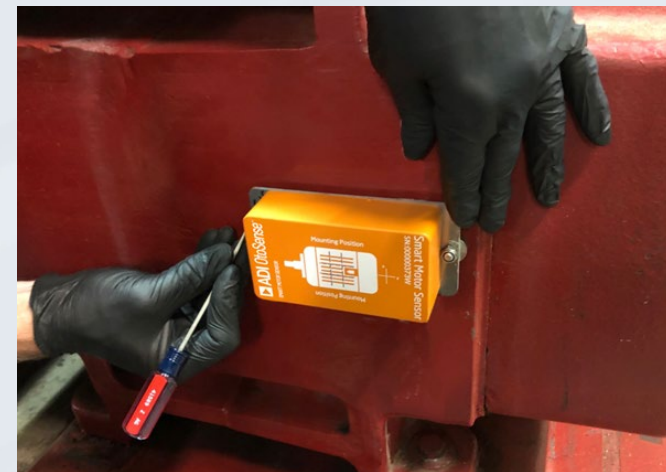
- Marca de Motor Agnóstico
- La interfaz fácil de usar reduce la capacitación y el mantenimiento del dispositivo
- Integración con la automatización de la planta a través de REST-API

Fácil instalación y configuración

- No invasivo, rápido y fácil de montar, el SMS se puede implementar en cualquier motor de bajo voltaje, nuevo o usado, en cuestión de minutos, incluso mientras está en funcionamiento.
- Puesta en marcha con una aplicación móvil dedicada



SMS montado en un motor que tiene costillas de enfriamiento, utilizando abrazaderas.



SMS montado en un motor que no tiene costillas de enfriamiento, utilizando imanes pegados al motor.



Los invitamos a una conversación como próximo paso

- ▶ Consulta personalizada sin costos
- ▶ Desarrollo de beneficios y ahorros
- ▶ Selección de la(s) aplicación(es)
 - ▶ Para pruebas/piloto.





CONVERSEMOS SOBRE COMO NUESTRA SOLUCIÓN LOGRA IMPACTAR SUS RESULTADOS DE NEGOCIO...

Ponte en contacto con nosotros para atención personalizada:

Santiago Medina – OMC -
Representante ADI Otosense



+57 322 681 9604

E mail: ventassms@omc.com.co

ADI *Otosense*TM



Conoce más en nuestra web de la aplicación, haciendo clic aquí:

<https://otosense.analog.com/es/>