

## No dejes que los datos de vibración te engañen.

### Realiza un análisis de la firma electrónica y un análisis de vibración para diagnosticar adecuadamente los problemas de motor.

Autores: Ettore Di Pasquale, Field Engineer socio de EasyTool, y Richard Scott, director general, ALL-TEST Pro, LLC.

#### La empresa

Easy Tool es un proveedor de soluciones de control de estado con servicio y representantes de asistencia técnica en Italia. Easy Tool, situado en la ciudad de Fabriano, en la provincia de Ancona, constituye instrumentos de ALL-TEST Pro y proporciona servicios de control de estado a una fábrica local de papel. Cada tres meses, un ingeniero de campo viaja a la fábrica de papel para probar sus equipos, como ventiladores, motores, rodillos y cajas de engranajes. Se recolectan los datos cuatro veces al año para tener un análisis predictivo de tendencia para mejorar la seguridad de la fábrica de papel y los programas de fiabilidad de equipos.

En septiembre de 2016, Ettore Di Pasquale, un ingeniero de campo, utilizó un enfoque multi-tecnológico para realizar un diagnóstico adecuado de un problema con un motor de inducción.

#### La aplicación

Este motor de inducción conductor VFD de 15 kilovatios se utilizaba para llevar un ventilador industrial a la cubierta de la sección de secado de una máquina productora de papel. Mientras la máquina produce papel, este ventilador industrial extrae los vapores de la máquina y los envía a través de un filtro antes de expulsarlos a la atmósfera.



### El análisis de vibración sugiere un desequilibrio del motor (¡pero el análisis de la firma electrónica muestra otra cosa!)

El análisis de vibración inicial muestra unos valores elevados de vibración (véase imagen 1) y un rango que podría haberse interpretado como un desequilibrio del motor (véase imagen 2). A pesar de que la primera parte del rango se parecía a un patrón de desequilibrio, el ingeniero de campo sabía que seguiría investigando.

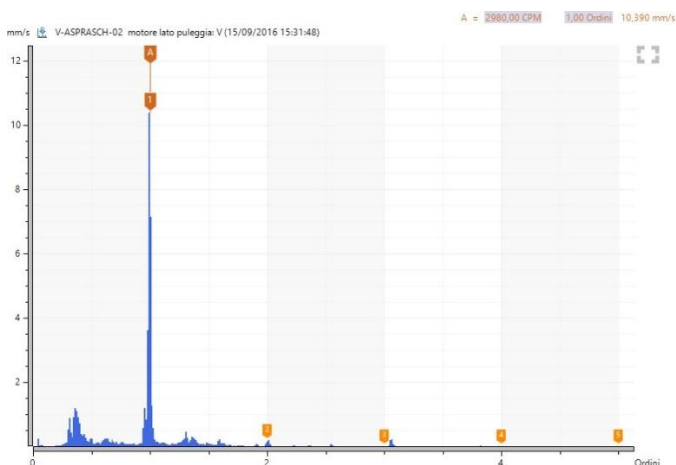


Imagen 1. El colector de datos portátil detectó altos valores de vibración de 1X como se veía en el rango.

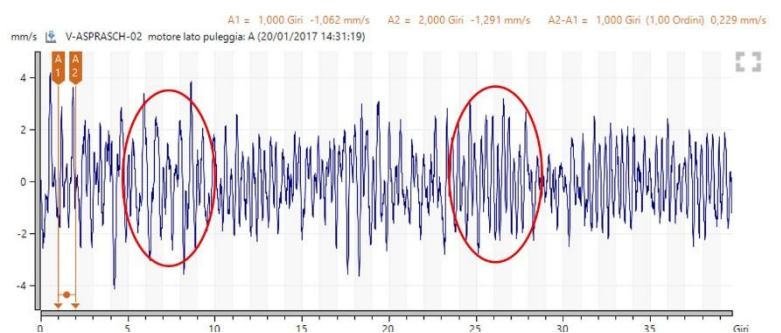


Imagen 2. La onda del tiempo en la dirección axial mostraba signos de modulación de frecuencia.

Se midió la velocidad con un estrobo y se vio que las revoluciones por minuto (RPM) habían cambiado muy rápido - a pesar de que el VFD estaba programado para hacer funcionar el motor a una velocidad fija de 1470 RPM. El cambio rápido de la velocidad del motor de inducción indica una rotura de las barras del rotor.

Llegados a este punto, el ingeniero de campo continuó su enfoque multi-tecnológico y realizó un análisis de firma electrónica con el instrumento portátil de pruebas de motor energizado de ALL-TEST PRO On-Line II™ para comprobar la condición de las barras del rotor de los motores.

|                                    |               |              |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| <b>Max RPM</b>                     | Line Freq     | 2997,4 (RPM) |
| 3000 RPM                           | Running Speed | 1482.9 (RPM) |
| 1000 Hz                            | PPF           | 63,446 (RPM) |
| 20 Ordini                          | THD-I (Max.)  | 8.865 %      |
| Risoluzione: 0,63 Hz               | THD-V (Max.)  | 3.784 %      |
| 37,5 CPM                           |               |              |
| Tempo di acquisizione: 7,2 Secondi |               |              |
| N. di rivoluzionc 360              |               |              |

(Arriba) El ancho de banda FFT era de 37,5 RMP y el PPF era de 63,4 RMP. El rango no mostró pruebas de las bandas laterales PPF alrededor de 1X ni de armonía.



### El análisis de la firma electrónica confirmó que las barras de los rotores estaban rotas

El análisis de firma electrónica (ESA, por sus siglas en inglés) es una tecnología de diagnóstico que utiliza la tensión de alimentación del motor y la corriente de operación para identificar los fallos existentes y en desarrollo en todo el sistema del motor. El ATPOL II™ evalúa en modo ESA la condición de la potencia de entrada, el circuito de control, el motor en sí y la carga solicitada. El ESA de este motor de inducción mostró variaciones significativas de la corriente (véase Imagen 3 - cuando el motor acelera consume más corriente, cuando frena, consume menos corriente). Las grandes fluctuaciones en la corriente variaban alrededor del 30% porque el motor tenía una carga variable a causa de los cambios de velocidad.

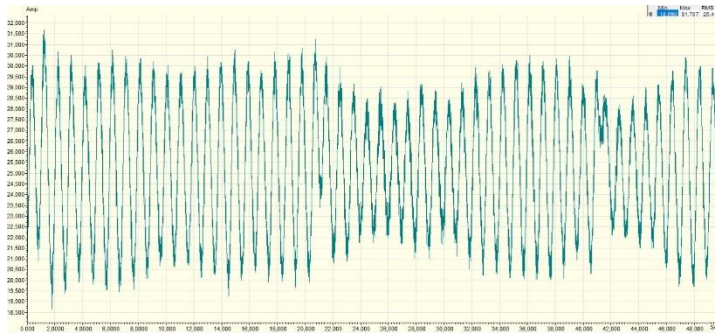


Imagen 3. ESA mostró unas variaciones muy fuertes de la corriente del motor conforme a las variaciones de velocidad con una modulación de la amplitud de corriente del 30%.

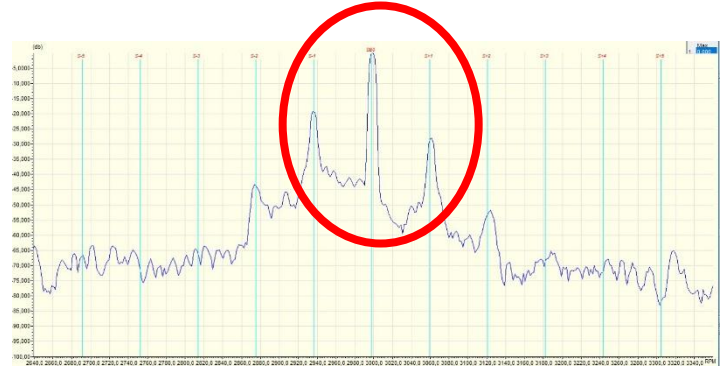


Imagen 4. ESA confirma que las barras del rotor rotas con valores de PPF de las bandas laterales del 20 db están relacionadas con los serios daños (condición 7).

| Time                    | Freq. | Phasors | Results                         | Extras |
|-------------------------|-------|---------|---------------------------------|--------|
| Power factor            |       |         | PF is below 0.85                |        |
| Current                 |       |         | OK                              |        |
| Voltage                 |       |         | OK                              |        |
| Load                    |       |         | OK [Ld:83.1%]                   |        |
| Vlt-GND ref.NOT neutral |       |         | OK                              |        |
| Connection              |       |         | OK                              |        |
| Rotor                   |       |         | RB health is questionable (C:7) |        |
| Stator (mechanical)     |       |         | OK                              |        |
| Air gap                 |       |         | OK                              |        |
| Harmonic distortion     |       |         | Too much [V]                    |        |
| Misalignment/Unbalance  |       |         | OK                              |        |
| Bearing/Unidentified    |       |         | OK                              |        |
| Bottom line             |       |         | Suspicious operation            |        |

| Condición | Valor de dB | Estado del rotor  | Solución  |
|-----------|-------------|---|---|
| 1         | >60         | Excelente   | Ninguna   |
| 2         | 54-60       | Buena   | Ninguna   |
| 3         | 48-54       | Moderada  | Tendencia   |
| 4         | 42-48       | Rotura del rotor o junta de alta resistencia                    | Aumentar los intervalos de las pruebas y la tendencia |
| 5         | 36-42       | Hay dos o más barras agrietadas o rotas                         | Confirmar con análisis del circuito del motor         |
| 6         | 30-36       | Hay varias barras agrietadas o rotas y problemas en el anillo   | Reparar   |
| 7         | <30         | Varias barras de rotor rotas y otros problemas graves del rotor | Reparar o reemplazar                                  |

Imagen 5 (Izquierda). ATPOL II™ mostró que «la salud de las barras del rotor era dudosa (C:7)». Como indica la tabla de arriba, C7 informa de que hay serios daños en las barras del rotor.

## ¡Resolución del problema para prevenir un fallo del motor y conservar la seguridad de los empleados!

El ingeniero de campo revisó todo su análisis con el responsable de mantenimiento preventivo y fiabilidad de la fábrica de papel, y se plantearon cambiar el motor. Se instaló rápidamente el nuevo motor durante un apagado previsto y se realizó otro análisis de la vibración en el nuevo motor para asegurarse que el motor funcionaba como previsto.

El análisis de vibración del nuevo motor mostró que la vibración había disminuido significativamente. Donde el motor dañado original había mostrado valores elevados de vibración de 11mm/sec., el análisis de vibración del nuevo motor mostró valores de al rededor de 0,35 (30 veces menos de vibración).

Aun más importante, el nuevo motor operaba a una velocidad constante, asegurando que el ventilador industrial evacuase los vapores de la máquina de producción de papel con un flujo de aire constante. Mantener la velocidad y el flujo de aire para la succión de los vapores significa crear un entorno de trabajo saludable y seguro para los empleados de la fábrica.



(Arriba) Análisis del motor con barras del rotor rotas (las barras del rotor rotas no se ven en esta imagen)

### Lecciones aprendidas

1. Si no se hubiese detectado que las barras del rotor estaban rotas, el motor habría fallado. El fallo del motor habría generado unas condiciones de trabajo peligrosas dentro de la fábrica. Los programas de condición de estado y de mantenimiento preventivo (PdM, por sus siglas en inglés) son iniciativas muy importantes que todas las fábricas deberían implementar.
2. Los análisis de vibración, aunque son muy importantes y aportan mucha información, no identifican siempre de manera clara los fallos de los motores. Se deben realizar pruebas de vibración junto a un análisis de firma electrónica. Es muy importante realizar un enfoque multi-tecnológico al examinar la condición de sus motores, porque una sola técnica normalmente no es suficiente para diagnosticar la salud del motor.
3. Son instrumentos fáciles de utilizar, como el instrumento de pruebas para motor energizado ALL-TEST PRO On-Line II™, que puede ayudarle a comprobar el estado de sus motores. El ATPOL II™ es una herramienta de control de estado y de diagnóstico que puede ayudarle a ver lo que le ocurre realmente a su equipo. Asegúrese de que tiene las herramientas adecuadas para programar el control de estado.

Para más información sobre cómo las pruebas de motor le pueden ahorrar tiempo, dinero y dolores de cabeza visite [www.alltestpro.com](http://www.alltestpro.com).

### Acerca de ALL TEST PRO, LLC

Desde 1985, ALL-TEST Pro, LLC ha brindado a la industria las pruebas más avanzadas de mantenimiento predictivo y herramientas para solucionar problemas de motores de CA y CC, baterías, bobinas, transformadores, generadores y mucho más, a un amplio rango de industrias en todo el mundo. Con una línea completa de instrumentos para pruebas, software, accesorios y programas de capacitación, ALL-TEST Pro tiene las herramientas que usted necesita para llevar a cabo pruebas de motores avanzadas y no destructivas y análisis tanto de circuitos de motores desenergizados como análisis de firma eléctrica energizada y de potencia. Las amplias capacidades de los instrumentos, junto a la seria capacitación y soporte técnico, aseguran la mejora de la productividad, la reducción del tiempo de inactividad y una rápida recuperación de la inversión. Más información en [www.alltestpro.com](http://www.alltestpro.com).

### Sobre el instrumento SPM

El instrumento SPM tiene unos 40 años de experiencia en el control de estado de máquinas, trabajando en varias industrias de más de 50 países para proveer servicios técnicos, apoyo y formación en las prácticas de control de estado. SPM ofrece una amplia gama de productos, desde instrumentos portátiles de alta tecnología hasta sistemas online y programas completos de control de estado. El instrumento de soluciones inteligentes de SPM es rentable, útil y completo. Para saber más visite [www.spminstrument.us/](http://www.spminstrument.us/).