

# Tendencia de Vibraciones en rodamientos de baja velocidad utilizando VibWorks y Cortex.

Las máquinas de baja velocidad se consideran activos críticos en las líneas de producción, que generalmente son grandes y tienen inercias de alta rotación. Los rodamientos funcionan en estas máquinas bajo cargas pesadas y en condiciones difíciles. Un cierre no planificado debido a fallas en los rodamientos puede causar tiempo de inactividad y costos de reemplazo enormes, lo que puede llevar a pérdidas masivas de producción. A bajas velocidades, las fallas de los cojinetes en las primeras etapas generalmente se ocultan en el ruido.

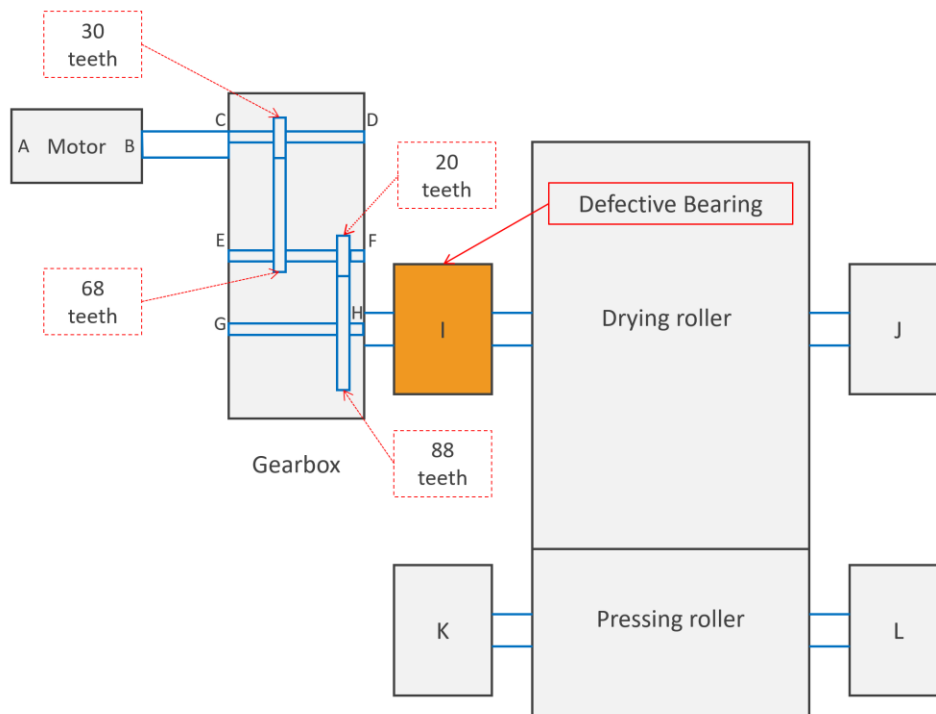
La tarea de detectar fallas en los rodamientos a bajas velocidades con vibraciones no es fácil en una etapa temprana de degradación. El defecto está enterrado en el ruido. Por lo tanto, es importante desarrollar técnicas de procesamiento de señales para detectar el valor predeterminado inundado y mostrar la firma característica en las señales de espectro. Se desarrollaron muchas técnicas utilizando la emisión acústica y mostraron su efectividad (Canada y J. C., 1995; Hou y otros, 2010; McFadden y Smith, 1983; Yong-Han Kim, 2006). Mba y otros (Jamaludin et Mba, 2002) realizaron una revisión completa de las emisiones acústicas aplicadas al rodamiento y explicaron que las vibraciones no detectan los valores característicos a velocidades muy bajas en comparación con las emisiones acústicas.

Un rodamiento defectuoso en la etapa inicial, cuando se opera en máquinas de baja velocidad, a menudo es difícil de detectar mediante técnicas convencionales (por ejemplo, vibración o análisis acústico) debido a la débil señal de defecto del rodamiento y la fuerte interferencia del ruido de funcionamiento de la máquina, así como la presencia de otras fuentes de vibración (eléctrica, desequilibrio, desalineación...). El análisis de vibración y acústico para el

monitoreo de condición de máquinas de baja velocidad también sufre por un largo tiempo de instrumentación y limitaciones de sensores para mediciones de baja frecuencia (Mba, Bannister et Findlay, 1999).

Esto nos lleva a buscar una herramienta para la detección temprana de la falla, para no tener tiempos de inactividad no deseados. El principal inconveniente de la máquina de monitoreo a baja velocidad es la gran cantidad de datos difíciles de manejar que esta produce, lo que podría representar un problema para la transmisión de datos inalámbrica o por Internet para los programas de monitoreo de condición. El problema es aún más importante en el caso de una máquina de baja velocidad. Cuando giramos a una velocidad muy baja, necesitamos más tiempo de adquisición para cubrir suficientes revoluciones del eje en un conjunto de datos para un diagnóstico de fallas bueno y preciso. También se necesita un tiempo de grabación más largo para garantizar una buena resolución de frecuencia y para permitir una separación adecuada de los componentes.

## MAQUINA ESTUDIADA

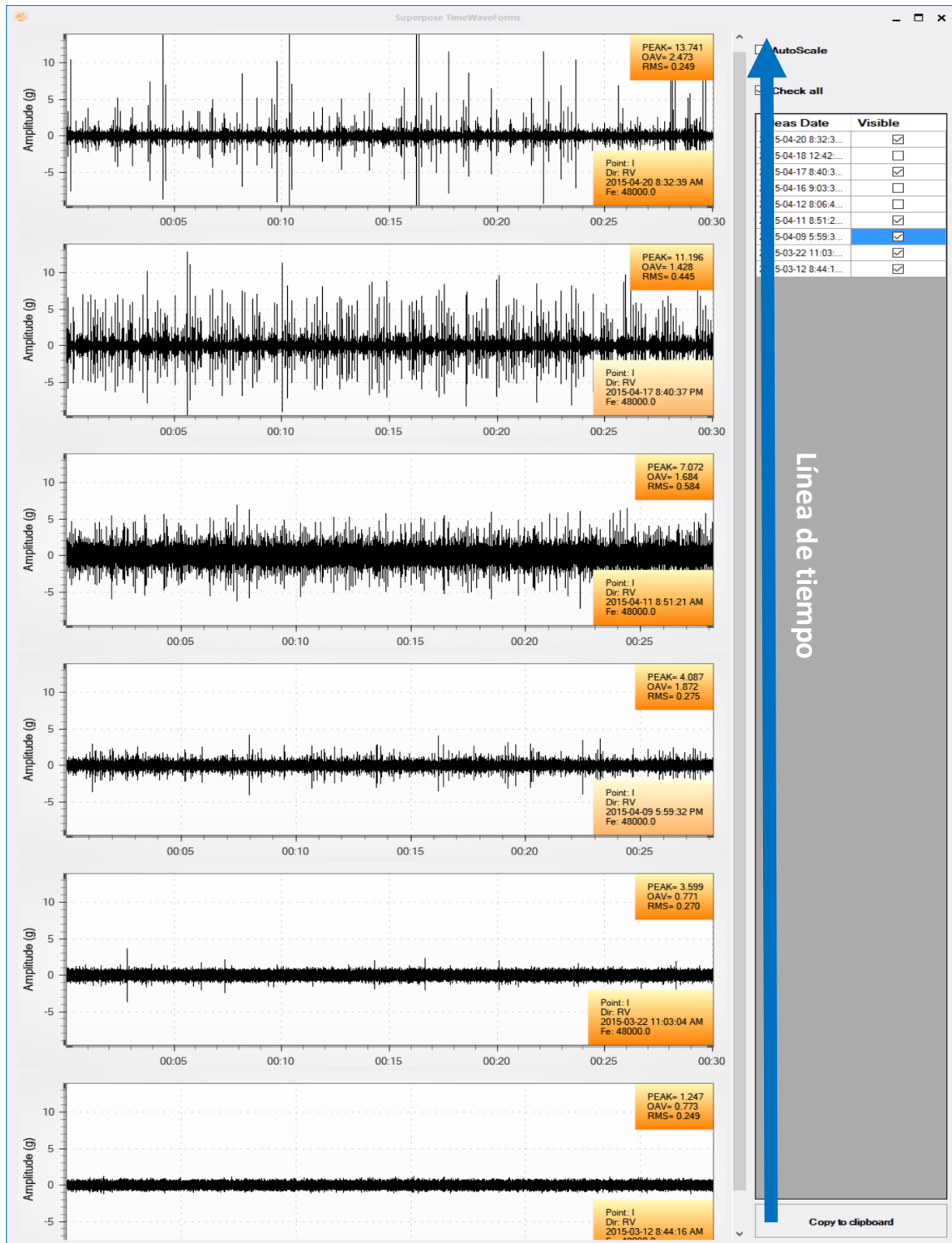


El rodamiento bajo investigación es el **rodamiento I**, que funciona entre 40 y 50 RPM después de la salida de la caja de engranajes. Este rodamiento fue recolectado<sup>1</sup> y su falla monitoreada desde la etapa inicial hasta la falla completa.

En la siguiente sección, verá la propagación predeterminada y cómo afecta la firma de vibración. El análisis de las formas de onda de tiempo muestra claramente cómo los impactos en las primeras etapas de la falla del rodamiento comienzan a elevarse desde el piso de ruido / otras fuentes, en el caso investigado, tomó un máximo de 38 días para que la falla inicie, propague y destruya el rodamiento.

---

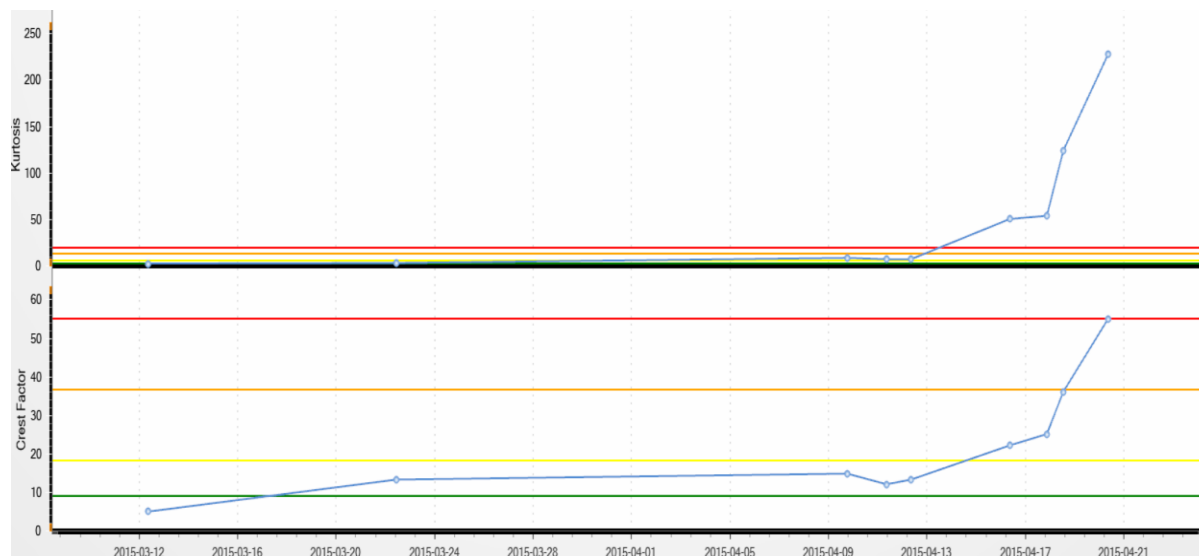
<sup>1</sup> Recomendamos recolectar -cuando su aplicación lo permita- 20 revoluciones (10 revoluciones si la velocidad es inferior a 20 CPM).



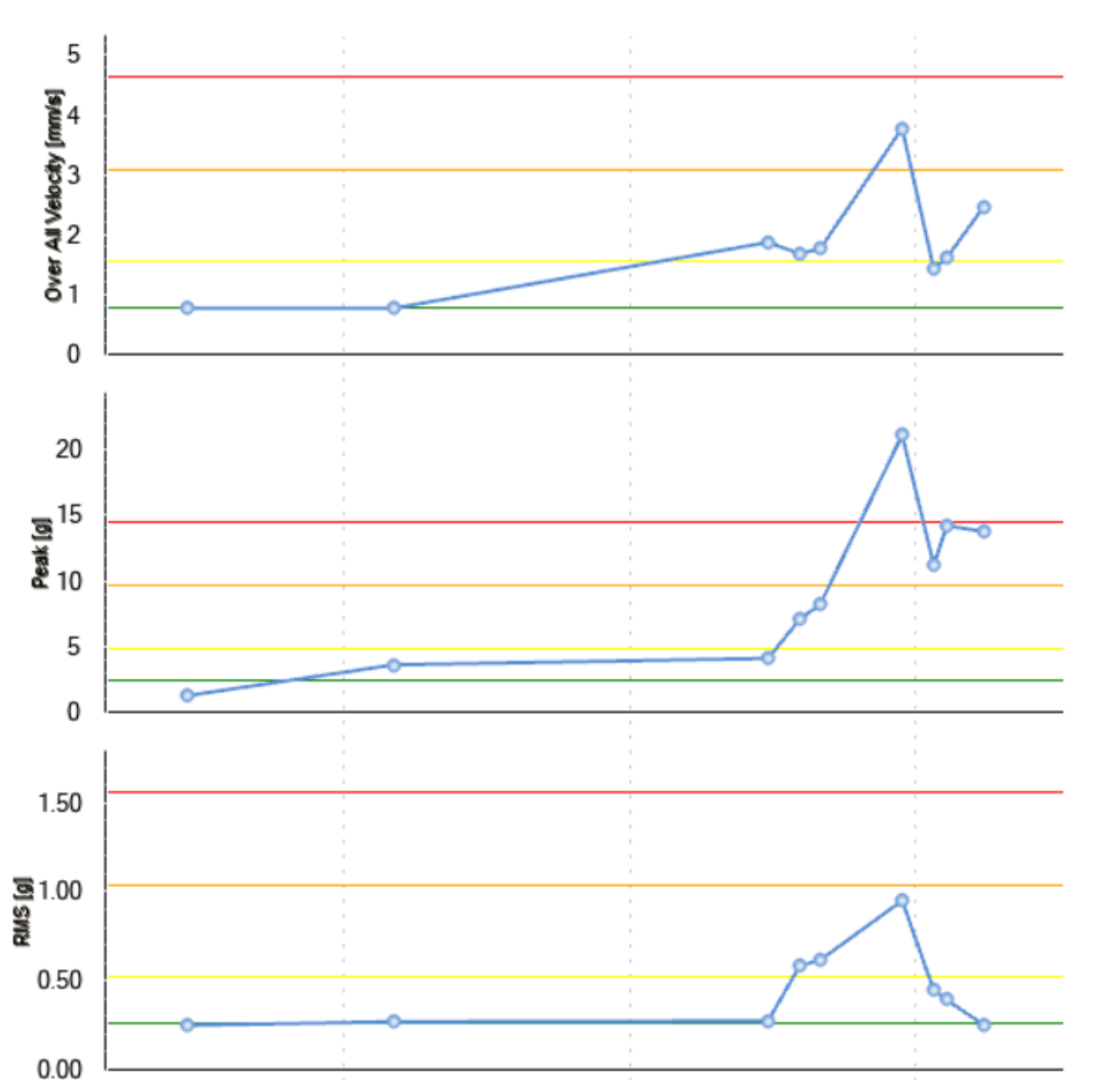
Para mejorar este comportamiento y permitir el despliegue de un sistema de manejo de excepciones (umbrales codificados por color según el estado de la máquina), se pueden usar varios indicadores de tiempo para medir el "Pico" de la señal de vibración. El factor de cresta y el factor de impulso pueden producir datos valiosos, pero en este estudio nos centraremos en la kurtosis, ya que es el parámetro más sensible a la presencia y evolución de los pulsos.

$$Kurtosis = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{RMS^4}$$

La siguiente tendencia mostrará cómo la Kurtosis [KU] y el CrestFactor [CF] evolucionarán durante las diferentes etapas de la vida del rodamiento.



Observe cómo los indicadores generales convencionales no modifican de manera eficiente la salud del rodamiento. Vemos una evolución en algún punto -no pronunciado como un parámetro que se enfoca como pulsos-, pero en los últimos 3 registros, los niveles generales (velocidad y aceleración) ya no son relevantes para marcar adecuadamente la situación del rodamiento.



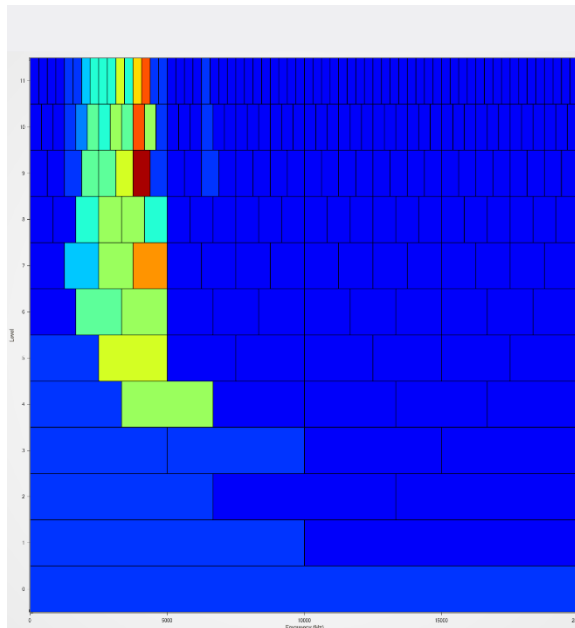
## NECESITA MÁS POTENCIA: KURTOGRAM:

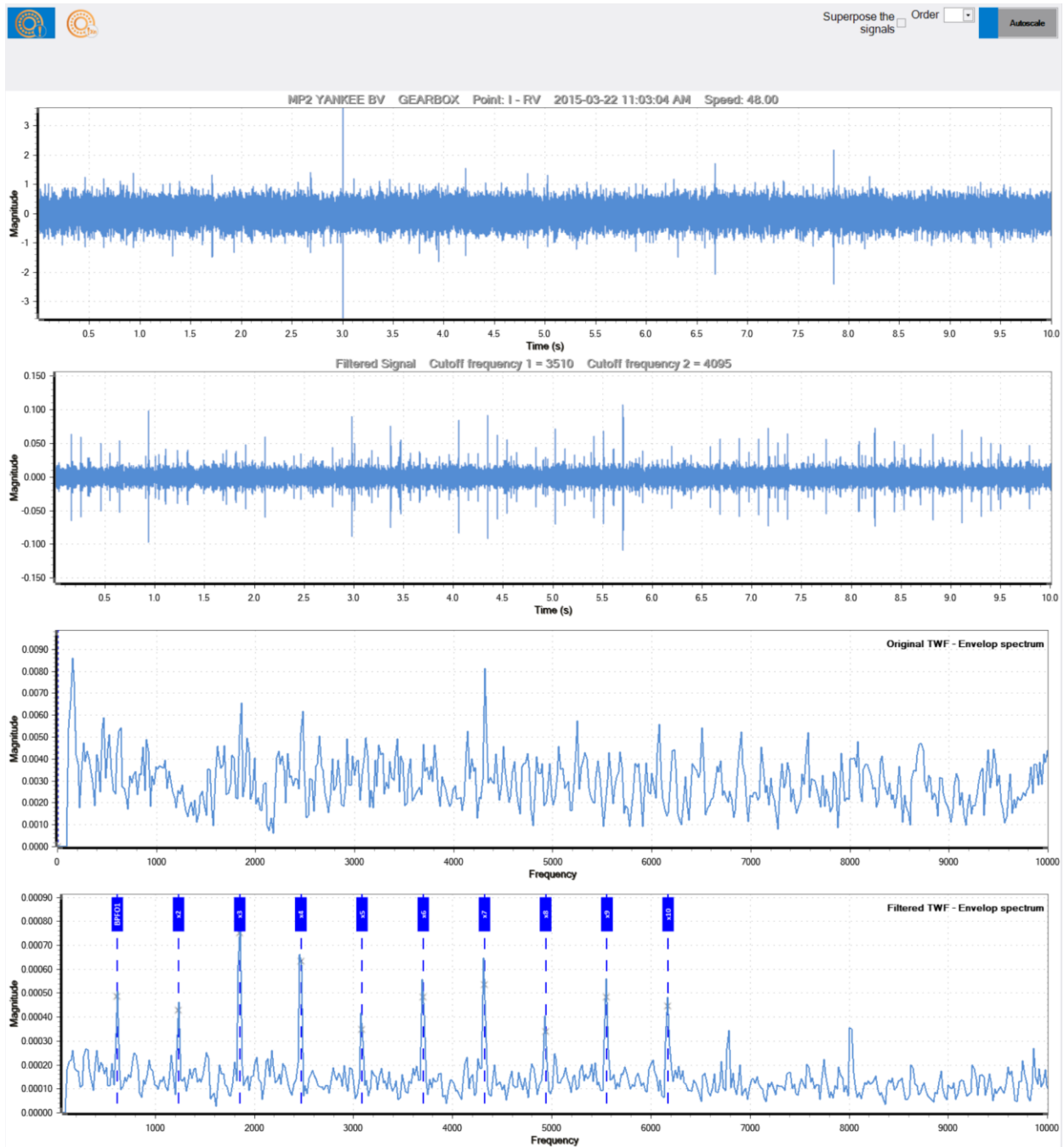
Kurtogram es una técnica de procesamiento de señales que utiliza filtros recursivos complementarios para ubicar la banda de frecuencia óptima (maximizando la impulsividad) donde aplicar la demodulación y obtener automáticamente la forma de onda de tiempo generada por el pequeño impacto generado por el componente defectuoso.

El color de cada celda del gráfico es una representación de su nivel de impulsividad, la banda de demodulación óptima se identifica por el punto de celda más oscuro (como el punto más alto de una montaña).

Simplemente haga clic en cualquier celda del Kurtogram para mostrar el TWF correspondiente y el espectro demodulado.

En la siguiente figura, analizaremos la señal en una etapa muy temprana (segunda medición tomada, 22 de marzo), donde todos los métodos convencionales (demodulación, espectros, overalls, etc.) no pueden detectar la presencia del defecto (estamos en el punto más bajo). primeras etapas). Más adelante, cuando las fallas aumenten de tamaño, el impacto será lo suficientemente alto y surgirá primero en los espectros de demodulación, luego en los niveles regulares de FFT y en general.



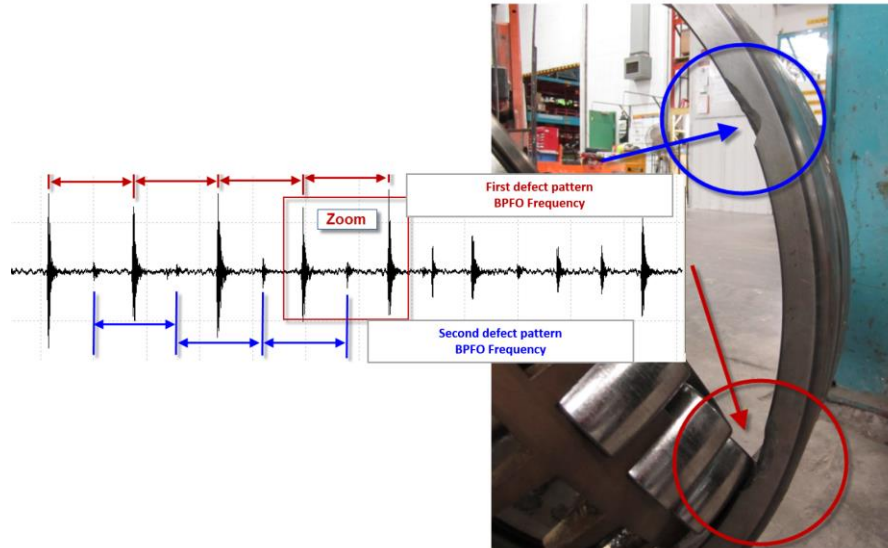


El espectro de la señal extraída indica claramente la presencia de la frecuencia de falla (BPF0) y sus armónicos, mientras que el espectro de demodulación convencional original filtrado alrededor de las frecuencias naturales del rodamiento no tiene ninguna utilidad aquí.

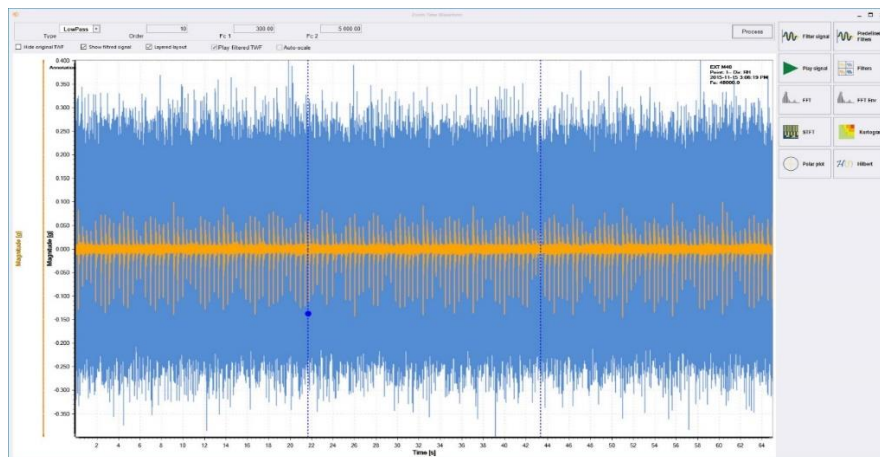


## ANÁLISIS DE FORMA DE ONDA DE TIEMPO:

Si bien el componente BPFO es fácilmente visible en el espectro de demodulación extraído, el análisis de forma de onda de tiempo revela la presencia de una segunda falla y más pequeña en el anillo exterior. Esto se confirmó cuando se retiró el rodamiento.



El siguiente TWF tiene un nuevo estudio de caso en el que la velocidad de salida es solo 0.2Hz (12 CPM), y podemos ver fácilmente cómo Kurtogram puede ser muy efectivo para separar y aislar el impacto de los rodamientos, mientras que eliminamos Componentes de vibración provenientes de otros. Fuentes (eléctricas, armónicas, desequilibrios...).



## CONCLUSIÓN:

Este documento técnico presenta cómo se utiliza la tecnología BETAVIB para rastrear, aislar y monitorear la contribución de fallas de los rodamientos en las señales de vibración, especialmente en aplicaciones de operación de baja velocidad. Todas estas herramientas están integradas tanto en nuestras soluciones portátiles (VibWorks) como en nuestras soluciones permanentes de monitoreo en línea (Cortex), lo que permite a los usuarios finales realizar un seguimiento adecuado del estado de sus activos utilizando indicadores de tiempo significativos y útiles, con umbrales implementados.