

## **La Alineación de ejes por láser, un aliado del CBM**

*Por Juan C. Hidalgo B., BSEE, Especialista en Alineación por láser, Analista de Motores Eléctricos, Grupo TERMOGRAM, Costa Rica*

[juan.carlos@termogram.com](mailto:juan.carlos@termogram.com)

### ***Introducción***

La desalineación es sin duda una de las causas principales de problemas en maquinaria. Estudios han demostrado que un 50% de problemas en maquinaria son causa de desalineación y que un 90% de las máquinas corren fuera de las tolerancias de alineación permitidas.

Una máquina desalineada puede costar desde un 20% a un 30% de tiempo de paro no programado, partes de repuesto, inventarios y consumo de energía

Existen diversas técnicas de CBM (Condition Based Monitoring) que pueden ser usadas para detectar los problemas de alineación, entre ellas; Análisis por Vibraciones, Termografía IR y Análisis de Aceites. Es importante notar que pueden ser engañosas si no se entiende adecuadamente el mecanismo de la desalineación y como esta afecta a las máquinas rotatorias

El corregir un problema de alineación identificado puede ser en extremo frustrante, si se tiene un sistema de alineación incapaz de determinar la verdadera condición de la alineación u ofrece correcciones difíciles de ejecutar.

Una correcta alineación nos dará los siguientes beneficios:

- a. Reducción en las vibraciones
- b. Ahorros de energía
- c. Reducción en el desgaste de componentes asociados
- d. Capacidad de producción
- e. Calidad de producto

Este artículo aborda dos técnicas principales para detectar problemas de alineación como lo son el Análisis por Vibraciones y la Termografía IR, y se

discutirán diversos conceptos para que los programas de CBM basados en estas técnicas sean más eficaces.

### ***El Mantenimiento Basado en la Condición (CBM) y la alineación de ejes***

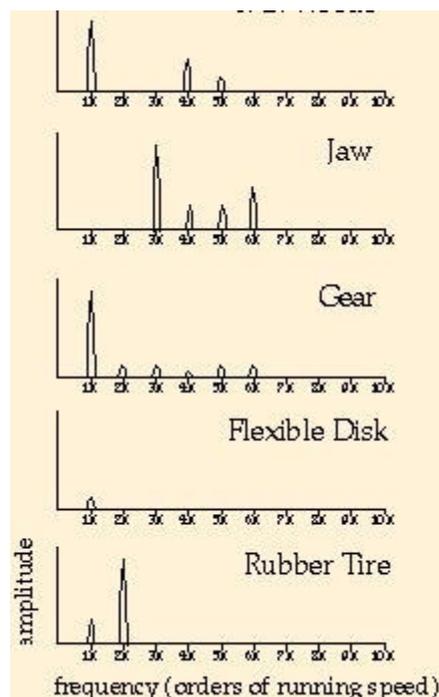
Por décadas las tecnologías de CBM como las discutidas anteriormente han sido ampliamente usadas para detectar problemas en maquinaria. Varios nombres se le han dado, Mantenimiento por Condición, Mantenimiento Basado en la Condición, Mantenimiento Predictivo o Pro-activo.

Para nuestro efecto, definiremos una tecnología de CBM como aquella que chequea la condición de una máquina o componente en intervalos regulares programados para detectar una falla inicial. Los intervalos regulares pueden ser en medidas en términos de meses, horas o microsegundos, tal es el caso de Sistemas de Monitoreo en Línea como los de Vibraciones, ampliamente usados en la industria.

Pero, han sido estas técnicas efectivas para detectar problemas de alineación?

### **Detectando desalineación usando Análisis por Vibraciones**

Nos han dicho en los cursos de Análisis por Vibraciones que un problema de alineación es manifestado a 1 X la velocidad de giro de la máquina con componentes a 2 X RPM y con mayor presencia en la dirección axial. Con una fase de 180 grados en el acople.



La figura 1, muestra diferentes espectros de vibración de una máquina desalineada pero con diferentes tipos de acoples.

Diversos ensayos controlados en laboratorio han demostrado de que NO siempre las frecuencias 1x y 2x están presentes y que dependerán del tipo de acople. Y que en

**Figure 1: Espectros de Vibración**

algunos casos bajo ciertas condiciones aún con desalineación moderada no se observó patrones de vibraciones.

En resumen, la desalineación es una función de la velocidad y de la rigidez del acople, y que el fenómeno de la alineación no es lineal sino complejo

Esto significa que después de alinear puede darse el caso de que aumenten las vibraciones.

### Detectando desalineación usando Termografía Infrarroja

Un estudio controlado se llevo a cabo para ver las diferencias de temperatura sobre diferentes tipos de acoples bajo diversas condiciones de alineación. La figura 2 muestra el estudio.

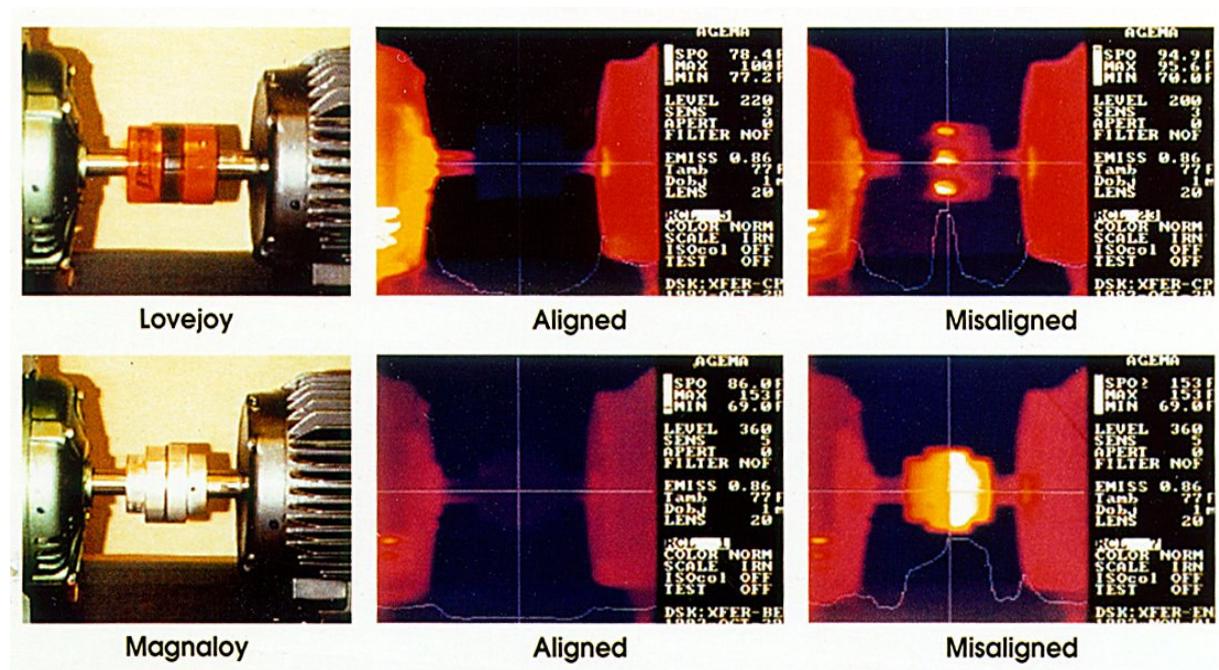


Figure 2: Imágenes Térmicas de acoples

Ahora es importante anotar de que no todos los acoples exhiben la misma característica, puede claramente observarse, el acople flexible amortigua mas el estrés provocado por una desalineación que uno rígido. Y en algunos casos puede ser imperceptible para la cámara.

Una desventaja para la técnica son las guardas de los acoples las cuales tienen que ser removidas

## **Proceso de Corrección**

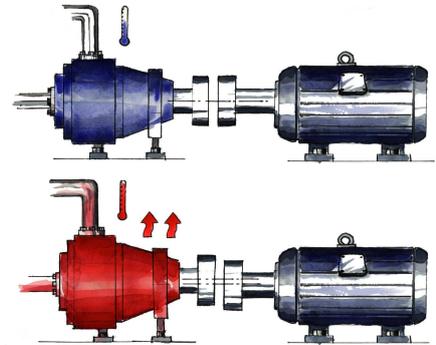
La alineación de ejes es esencial para los programas de mantenimiento de las plantas y deberá ser realizado de forma regular, cuando se cambia un motor, cuando se tengan paros, etc.

Existen tres etapas en el proceso de alinear una máquina

### I. Pre-alineación

Involucra actividades como:

- Seguridad, bloqueo de paneles
- Pie cojo (soft foot)
- Crecimiento térmico
- Movimientos dinámicos OL2R
- Chequeos visuales
- Revisión del run-out del eje y del acople



**Figure 3: Crecimiento Térmico**

### II. Alineación aproximada

Involucra poner los ejes dentro del campo de juego, acá los sistemas de doble láser llevan la ventaja, porque permiten mediante el principio del cono y sin necesidad de utilizar métodos mecánicos acercar los centros de rotación de cada máquina a un punto donde la alineación láser de precisión puede aplicar.

### III. Alineación de precisión

Se recomienda el uso de un sistema láser de doble haz para medir y corregir la alineación, son más versátiles, extremadamente más precisos y fáciles de usar, y proveen resultados casi libres de error humano. Aunque pueden usar indicadores para esta tarea con buenos resultados también se requiere mayor entrenamiento y experiencia par lograr los mismos resultados.

Nuestra experiencia en el campo nos ha demostrado que muchos técnicos que usan indicadores no conocen al fondo el método correcto a utilizar y no corrigen por el fenómeno de pandeo de barra (Bar Sag).

## Movimientos dinámicos OL2R

Esto es algo que el personal de mantenimiento que realiza las alineaciones deja por de lado, quizá por desconocimiento; ellos realizan Análisis por Vibraciones, tienen equipos de alineación láser, usan sellos y acoples especiales, compran los mejores rodamientos....y aún así tienen problemas de fallas en las máquinas, como: Fallas en los rodamientos, fallas en los acoples, sellos con desgaste, altos niveles de vibración, etc.

Obviamente les está causando paros no programados, capacidad de producción reducida, aumento en los costos de mantenimiento, etc.

Y esto se resume en problemas de **ALINEACION**.

Existen varios factores que provocan que una máquina recién alineada se desalinee una vez en operación, podemos mencionar a:

- crecimiento térmico
- fatiga en la tubería
- movimientos en la fundación
- procesos cercanos
- presión de fluidos
- sol, viento, efectos ambientales
- sistemas de enfriamiento (ventiladores, aceite de enfriamiento, etc.)

La mayoría de las máquinas tendrán un cambio de posición desde su arranque hasta en operación normal.

Con el fin de que los ejes sean co-lineales durante operación normal, es necesario conocer cuanto y en que dirección se mueven, y posicionar la máquina adecuadamente en su condición fría (Off Line o Not

Running) para compensar por este cambio. Esta medición se le conoce como OL2R (Off Line To Running) o sea de frío a caliente.



Figure 4: Sistema OL2R

En un porcentaje de casos los movimientos exhibidos por la máquina son despreciables pero en otros hacen la diferencia entre una máquina que se conduce en forma suave a una plagada de problemas.

Por lo tanto la medición OL2R deberá de medirse con el fin de evaluar si se ignora.

### **Conclusión**

Las técnicas de CBM pueden arrojar falsos resultados respecto a la desalineación de una máquina. En diferentes estudios se ha comprobado que aún con condiciones de desalineación severa, se observan variaciones ligeras en las vibraciones y temperatura de una máquina

La vibración de una máquina no es lineal y es una función de su velocidad y del tipo de acople utilizado. Acoples flexibles aparentan amortiguar más los efectos de la desalineación que aquellos rígidos.

Se debe ser metódico a la hora de corregir la alineación y corregir aquellos fenómenos como pie cojo, OL2R y run-out antes de empezar el proceso de alineación. Estos fenómenos complican en mucho los trabajos de alineación. Más aún de tomar en cuenta es la medición correcta del OL2R para dejar completamente alineada la máquina en condiciones normales de operación. Existen abrazaderas de fácil instalación que permiten medir este fenómeno a una fracción del costo de sistemas más caros del mercado.

Por lo tanto, es nuestra recomendación el realizar verificaciones de alineación de maquinaria de forma periódica como si fuera una técnica de CBM, la alineación se convierte ahora en un aliado más de estos programas.

### **Referencias**

'A Cost Effective, Pro-Active Method to Find, Prioritize and Correct Coupling Misalignment Using Infrared Thermography and Laser Alignment Technologies', Infrasppection Institute, 1994

Piotrowski, John D., *Shaft Alignment Handbook - Second Edition*, Marcel Dekker Inc., New York, NY, ISBN # 0-8247-9666-7. Lynn, Daniel, "Soft Foot : A Fairy Tale?", P/PM Technology, Vol. 9, Issue 5, Oct. 1996.

The Truth behind Misalignment Vibration Spectra of Rotating Machinery, SpectraQuest, Inc.