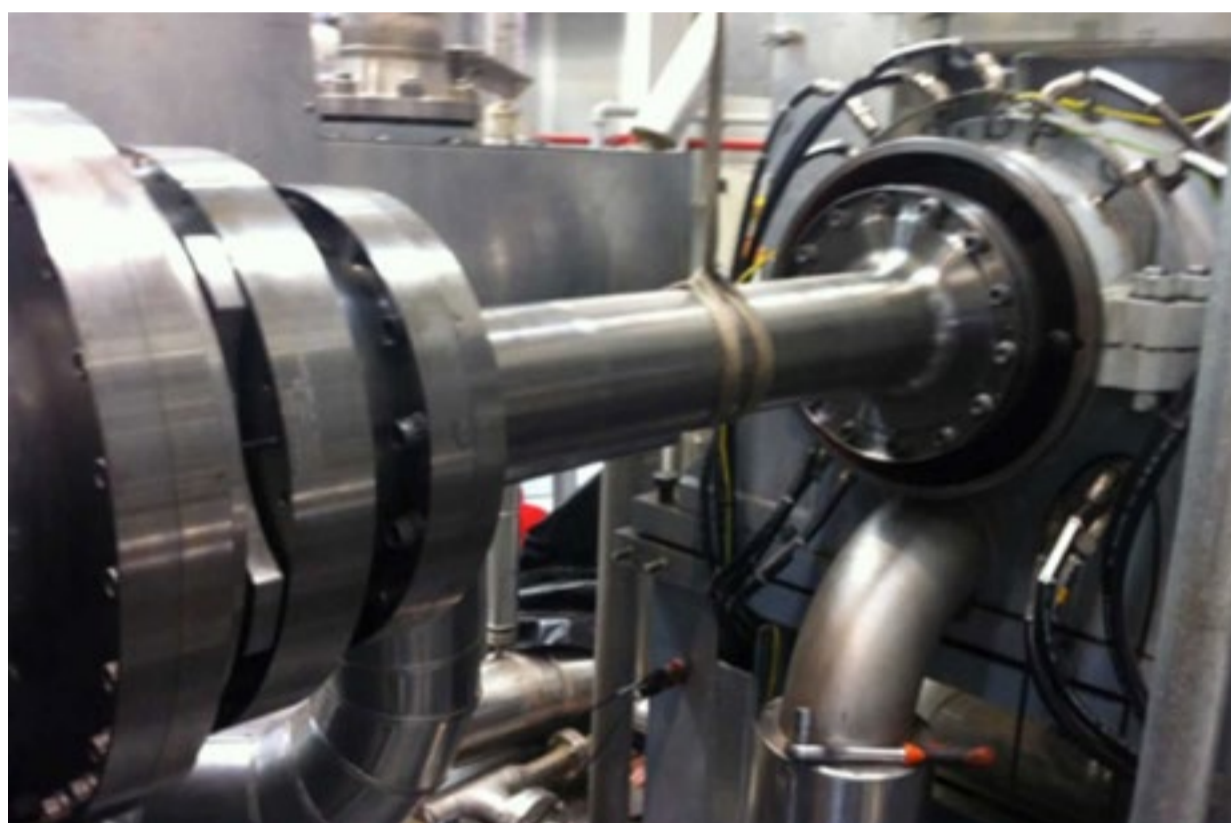


Caso de análisis de resonancia en turbina de vapor



Antecedentes

En una planta termosolar prototipo se instalan dos turbinas de vapor de General Electric. Ambos turbogrupos, capaces de producir una potencia máxima de 15 MW presentan incrementos notables de nivel de vibración cuando operan a baja carga que, aun permaneciendo dentro de los límites marcados por la normativa ISO 7919-3 no son aceptados por la empresa que gestionará la planta, retrasando el comisionado de la misma.

Cabe señalar que, debido a las características del ciclo de una central termosolar, los periodos de funcionamiento a baja carga son muy numerosos.

Francisco Sánchez Climent
Ing. de Cálculo y Ensayos Dinámicos
fsanchez@irm.es



Síntesis

Se identificó la causa del incremento de nivel de vibración como un fenómeno de resonancia no lineal provocado por las relaciones de masa y rigidez y amortiguamiento (estos dos últimos no lineales) del sistema eje dirigido más acoplamiento elástico apoyado en cojinete de entrada a la reductora.

Los cambios en la rigidez dinámica y amortiguamiento de la película de aceite del cojinete para diferentes valores de carga y provocan la aparición de un fenómeno de resonancia para ciertas condiciones de operación que es excitado fácilmente por las fuerzas dinámicas características de desequilibrio residual y leves desalineaciones.

Tras los ensayos, se constató que un cambio en la temperatura de aceite en el cojinete logró reducir la amplitud del nivel de vibración en baja carga un 20% en los casos más desfavorables. Adicionalmente, con objeto de reducir la amplitud de las fuerzas dinámicas de entrada al sistema dinámico, se recomendó realizar un equilibrado 'in situ' del mismo en plato de acoplamiento

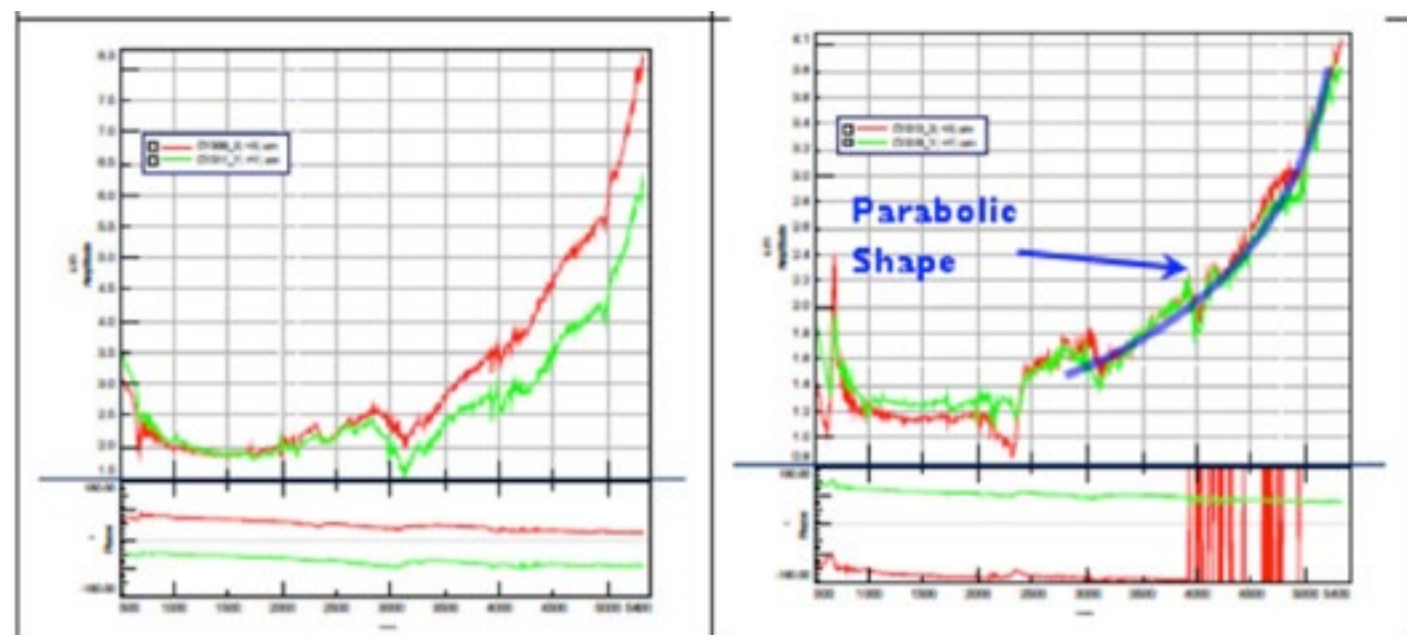


Ilustración 7: 1st Order (main excitation). Turbine and Gearbox HSS bearings.

Ensayos realizados

El turbogrupo se encuentra conformado por una turbina de vapor que, tras acondicionar la velocidad de giro a 3000 RPM mediante una reductora de ejes paralelos acciona un generador eléctrico. La bancada consiste en dos vigas de acero sobre las que descansan Turbina y Reductora y otras dos vigas de acero sobre las que descansa el Generador.

El conjunto se encuentra soportado por una bancada de hormigón. Para discernir las posibles causas del incremento de nivel de vibración a bajos regímenes de carga, se realizó el registro de la señal de vibración durante diferentes condiciones de operación, arranques y paradas de las sondas de no contacto instaladas en los cojinetes y de acelerómetros instalados en puntos significativos de la carcasa de la reductora, bancada y soportes de Turbina.

Tras el análisis de los datos obtenidos, se comprobó que los valores de vibración en el cojinete de entrada a Reductora, eje rápido, duplicaban su valor a carga 3 MW, respecto de los obtenidos a plena carga (15 MW).

El estudio de la evolución del nivel de vibración durante el arranque, permitió identificar un posible fenómeno de resonancia causante de la importante amplificación del nivel vibratorio inducido por las fuerzas dinámicas de desequilibrio residual de las partes giratorias asociadas a ese segmento ó subsistema dinámico del turbogrupo.

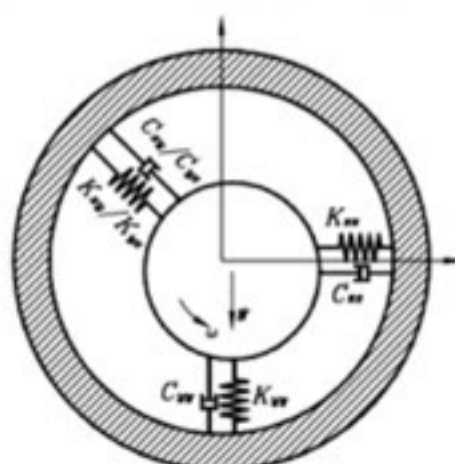
Tras analizar los datos obtenidos de los acelerómetros instalados en carcasa de Reductora, se constató que el sistema dinámico cuya frecuencia de resonancia coincidía con la de excitación venía dado por las condiciones de rigidez-amortiguamiento no lineales que provee la capa de aceite de lubricación existente entre eje y cojinete.

Éstos, para una misma masa giratoria (en este caso el eje rápido) varían dependiendo de la posición del eje (de ahí la no linealidad) y en este caso, eran desfavorables desde un punto de vista de la estabilidad del sistema para valores de operación a baja carga.

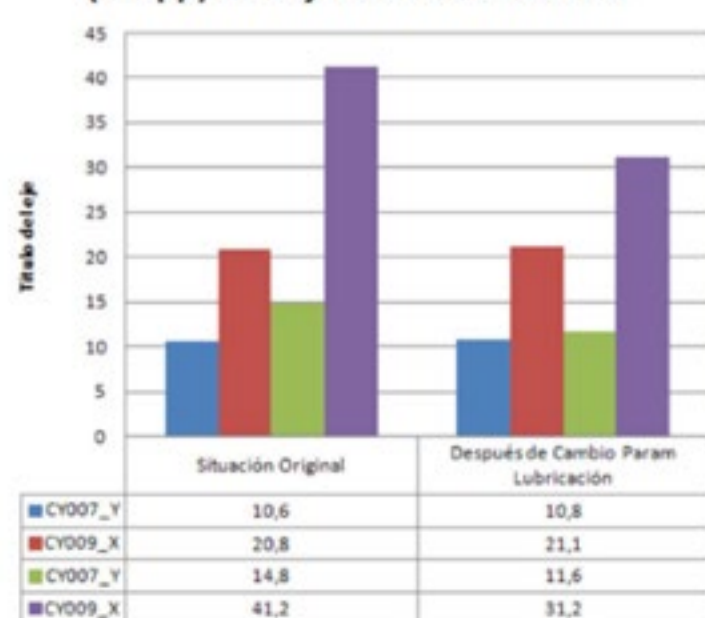
Como primera contramedida, se modificaron los parámetros del mencionado sistema dinámico mediante la variación de la temperatura de aceite de lubricación, obteniendo descensos de hasta el 20% del valor máximo de vibración registrado en cojinete de Reductora, eje rápido.

Adicionalmente, se recomendó el equilibrado 'In situ' del Plato de Acoplamiento con objeto de reducir los valores de las excitaciones dinámicas por desequilibrio residual de entrada al sistema.

$$\begin{Bmatrix} F_x \\ F_y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} \\ K_{yx} & K_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{Bmatrix} - \begin{bmatrix} C_{xx} & C_{xy} \\ C_{yx} & C_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\Delta x} \\ \dot{\Delta y} \end{Bmatrix}$$



Evolución Nivel Global de Vibración (um pp) en Cojinete HSS GBox Side



Vídeo Caso análisis de resonancia en turbina de vapor.



Patrones de deformación dinámicos dados durante la rampa de subida de vueltas. La observación del comportamiento del conjunto permite discernir las causas de los elevados niveles de vibración. En este caso la excitación por desequilibrio es claramente amplificada por el mencionado fenómeno de resonancia.

HEAR MORE SDT270
the evolution of ultrasound

El detector de ultrasonidos más evolucionado para el mantenimiento predictivo

Varios pasos por delante

- Una precisión sin precedentes en la detección y medición
- Grabación de archivos de ondas dinámicas y sonido
- Dos canales de entrada
- Tacómetro láser y pirómetro integrados
- Integración de bases de datos SQL
- Transferencia de datos a través de USB y conexión Ethernet
- Software de diagnóstico amigable
- Sistema modular ampliable

Aplicaciones... fuentes de ahorro inmediato

- Detección de fugas de aire comprimido
- Inspección de purgadores de vapor
- Supervisión del estado de los rodamientos
- Control de la lubricación en tiempo real
- Detección de cavitación en bombas
- Detección de fugas internas en válvulas
- La detección de fallos eléctricos

Ex II 1 G Ex Ia IIC T3/T2 Ga

¡Pónganos a prueba! GRATIS
Elija una o dos aplicaciones en sus instalaciones y realizaremos una demostración gratis y sin compromiso

SDT International s.a.
Bd de l'Humanité 415
B-1190 Bruxelles
info@sdtd.be - www.sdtd.be