

ANÁLISIS DE VIBRACIONES: UNA HERRAMIENTA CLAVE EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Analysis of vibrations: a key tool in the predictive maintenance

RESUMEN

Este artículo describe la herramienta denominada “análisis de vibraciones”, muy empleada en el mantenimiento predictivo en las máquinas rotativas, la cual permite diagnosticar su estado y el de sus componentes mientras funcionan normalmente dentro de una planta de producción.

PALABRAS CLAVES: Vibración, amplitud, velocidad, aceleración, periodo, frecuencia, fase, espectro, falla, movimiento armónico.

ABSTRACT

This article describes the tool named “analysis of vibrations”, very used by the predictive maintenance in the rotating machinery, which allows diagnosing his condition and of his components while they work normally inside a plant of production.

KEYWORDS: Vibration, extent, speed, acceleration, period, frequency, phase, spectrum, fault, harmonic movement.

WILLIAM OLARTE C.

Profesor Departamento de Física
wolartec@utp.edu.co

MARCELA BOTERO A.

Profesora Departamento de física
maboar@utp.edu.co

BENHUR A CAÑÓN Z.

Profesor Departamento de Física
becaza@utp.edu.co

**UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA DE PEREIRA**

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento predictivo aplica técnicas no destructivas en las máquinas para predecir cuándo requieren operaciones de reparación o cambio de piezas. Una de las técnicas más utilizada es el análisis de vibraciones, que sirve para determinar el estado de cada uno de los componentes de los equipos con el fin de programar las actividades de mantenimiento respectivas, sin afectar el desarrollo normal de planta de producción.

El controlar y monitorear las vibraciones de las máquinas tomando correctamente los datos y aplicando técnicas de análisis conocidas y verificadas, permite descubrir los diferentes tipos de problemas que se pueden presentar en las piezas de un equipo a pesar de que la falla apenas esté en su etapa inicial.

Con el desarrollo de la tecnología, en el mercado se consiguen equipos analizadores de vibración y paquetes informáticos que agilizan y facilitan el análisis de vibraciones, porque entregan al usuario las gráficas de las señales de las vibraciones ya sea en el dominio del tiempo o la frecuencia para que se pueda realizar su interpretación y emitir un diagnóstico acertado.

Una parte esencial del diagnóstico de fallas y de la interpretación de resultados, es el conocimiento previo de la máquina en estudio, es decir, tener información referente a sus datos técnicos, sus características de operación, su historia de mantenimiento y sus espectros de referencia.

2. DEFINICIONES

A continuación se definen algunos conceptos técnicos encaminados hacia la mejor comprensión del tema desarrollado en el presente artículo.

2.1 Ciclo: Es la distancia que existe entre el punto inicial y final de una onda.

2.2 Eje: Es uno de los componentes que hacen parte de una máquina que sirve de soporte a las piezas giratorias sin transmitir ninguna fuerza de torsión.

2.3 Rodamiento o Cojinete: Es una de las piezas que conforman una máquina y que sirve para reducir la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, brindar soporte y facilitar su movimiento.

2.3 Chumacera: Es una parte de la máquina que tiene un orificio en su interior para que el eje descansa. Esta pieza puede ser de metal o de madera.

2.4 Desbalance: Falla presentada en las máquinas cuando el centro de masa de una de sus piezas no coincide con su centro geométrico.

2.5 Desalineamiento: Falla que se produce en una máquina cuando una pieza conductora y una pieza conducida no poseen igual línea de centro.

2.6 Holgura: Es la diferencia existente entre las superficies de dos piezas que se acoplan.

3. ANÁLISIS DE VIBRACIONES

Todas las máquinas generan vibraciones como parte normal de su actividad, sin embargo, cuando falla alguno de sus componentes, las características de estas vibraciones cambian, permitiendo bajo un estudio

detallado identificar el lugar y el tipo de falla que se está presentando, facilitando así, su rápida reparación y mantenimiento.

El análisis de vibraciones está basado en la interpretación de las señales de vibración tomando como referencia los niveles de tolerancia indicados por el fabricante o por las normas técnicas.

3.1 Vibración: En términos muy generales, una vibración es la oscilación de un cuerpo con respecto a un punto de referencia [1].

La representación más sencilla de una vibración se logra analizando el movimiento que experimenta una masa suspendida de un resorte cuando es soltada desde una distancia determinada como se muestra en la Figura 1.

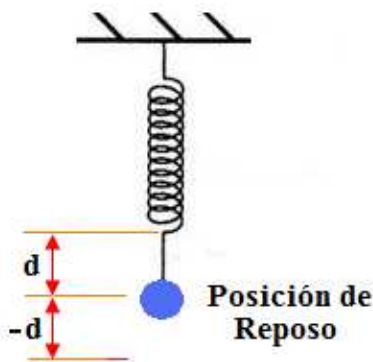


Figura 1. Experimento Masa - Resorte

En condiciones normales, el resorte de la Figura 1 se mantiene en una posición de reposo, pero cuando el resorte se estira para soltar la masa desde una distancia d , ésta se mueve por encima y por debajo del punto de equilibrio por medio de la extensión y compresión del resorte tardándose el mismo tiempo en subir que en bajar, por lo cual se puede decir que este movimiento es un movimiento armónico simple.

La gráfica del desplazamiento de la masa en función del tiempo tiene forma sinusoidal como se muestra en la Figura 2.

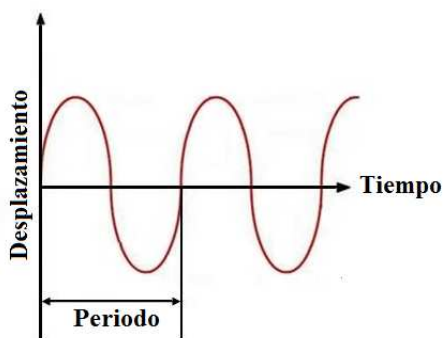


Figura 2. Desplazamiento en Función del Tiempo

Los parámetros característicos de las vibraciones son:

- *Desplazamiento:* Indica la cantidad de movimiento que la masa experimenta con respecto a su posición de reposo.
- *Periodo:* Es el tiempo que tarda la masa en realizar un ciclo completo.
- *Frecuencia:* Es el número de ciclos que ocurren en una unidad de tiempo.
- *Velocidad:* Se refiere a la proporción del cambio de posición con respecto al tiempo.
- *Aceleración:* Proporciona la medida del cambio de la velocidad con respecto al tiempo.

Debido a que las máquinas están formadas por múltiples piezas que trabajan en conjunto para lograr determinado objetivo, las vibraciones presentes en éstas, no son más que la suma de todas las señales de vibración provenientes de cada una de sus partes. En la Figura 3 se muestra la señal de vibración generada en una máquina cualquiera.

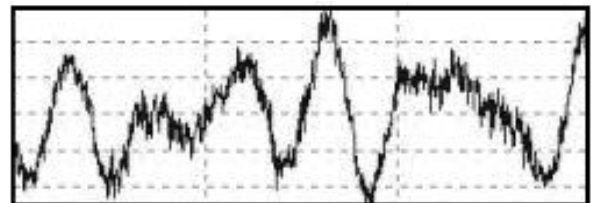


Figura 3. Señal de Vibración en una Máquina [2]

Debido a la complejidad que presentan las señales de las vibraciones, muchas veces, es necesario convertirlas en señales más sencillas para facilitar su análisis e interpretación. Esto se consigue transformando la señal al dominio de la frecuencia a través de la Transformada Rápida de Fourier (FFT), la cual captura la señal en el tiempo, la transforma en una serie de señales sinusoidales y finalmente las conduce al dominio de la frecuencia [3]. En la Figura 4 se muestra el proceso de transformación de una señal desde el dominio del tiempo hasta el dominio de la frecuencia.

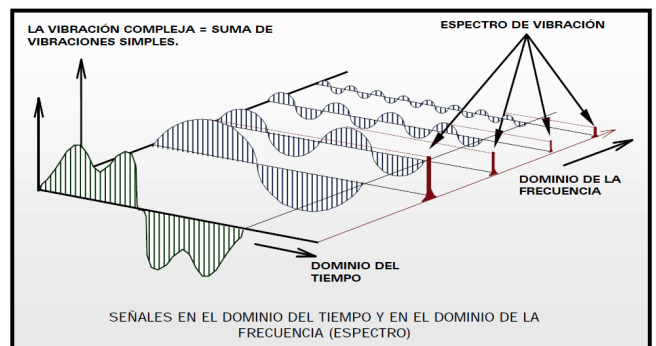


Figura 4. Transformación de una vibración al dominio de la frecuencia [3]

Debido a que la conversión de una señal de vibración en un espectro de frecuencias requiere de un manejo matemático un poco complicado, en las industrias modernas, cuentan con instrumentos especializados que miden las vibraciones entregando los espectros de frecuencia y la magnitud de sus parámetros.

En la Figura 5 se muestra un instrumento analizador de vibraciones con el espectro de frecuencias de la vibración producida por una máquina.



Figura 5. Analizador de Vibraciones

3.2 Medición de las Vibraciones: Los instrumentos analizadores de vibración capturan las señales por medio de sensores. Estos sensores se colocan directamente sobre la máquina en aquellos puntos que son susceptibles a fallas.

Por lo general, los ejes, son una de las piezas que se dañan con mayor frecuencia, por tal razón, un buen sitio para colocar los sensores está sobre los apoyos de los rodamientos puesto que por éstos se transmiten las vibraciones.

Un factor que influye en la calidad de las medidas, es la conexión de los sensores de forma tal que haga un buen contacto con la estructura de la máquina para que puedan tomar lecturas en las tres direcciones, dos radiales: vertical y horizontal y una axial. Cuando el lugar en el que se debe colocar el sensor es de difícil acceso, se instalan sensores permanentes con conectores accesibles que permitan tomar las medidas fácilmente y sin peligro.

La toma de medidas debe ejecutarse manteniendo iguales las condiciones de operación de la máquina, la ubicación de los sensores y el tiempo entre una medición y otra con el fin de que los datos obtenidos se puedan comparar entre sí.

3.3 Interpretación de los Resultados: Con los datos obtenidos de las mediciones, se realiza su interpretación usando técnicas de análisis que permitan conocer el estado de la máquina. Las técnicas básicas que más se utilizan, son:

3.3.1 Análisis de Frecuencia: Este análisis se hace en base al espectro obtenido de la señal de vibración. El espectro está conformado por una gráfica cuyo eje horizontal corresponde a la frecuencia y el eje vertical a cualquiera de los siguientes parámetros: desplazamiento, velocidad o aceleración. Aunque la gráfica de estos tres parámetros son equivalentes entre sí, en alguna de ellas es más sencillo hacer su interpretación, en el caso de las máquinas rotatorias, la gráfica que más se utiliza es la de la velocidad [4]. En este tipo de gráficas, la frecuencia es un indicativo de la causa que produce la vibración mientras que la amplitud indica la gravedad de la falla.

Para llevarlo a cabo este estudio, se siguen los siguientes pasos:

- Se definen las bandas de frecuencia de aquellos puntos de medición que sean importantes.
- Se aplica cualquiera de los criterios de evaluación para determinar el sitio y tamaño de la falla en caso de que existan.
- Se identifican las fallas que se están presentando partiendo del conocimiento de sus vibraciones y su banda de frecuencia.

3.3.2 Análisis de Tiempo: Este análisis es un complemento al análisis de frecuencia puesto que sirve para confirmar diagnósticos en aquellas fallas que poseen espectros muy parecidos, estos problemas pueden ser, el desbalance, el desalineamiento y la holgura.

También se utiliza cuando se presentan impactos, frotación y holgura, además de las máquinas de baja velocidad y cajas de cambio [5].

3.4 Fallas que se pueden detectar con un análisis de vibración: Las fallas que se pueden identificar en las máquinas por medio de sus vibraciones son los siguientes [6]:

- Desbalanceo
- Desalineamiento
- Defecto de rodamientos
- Ejes torcidos
- Desajuste mecánico
- Defecto en transmisiones por correa
- Defectos en engranajes
- Problemas eléctricos

4. CONCLUSIONES

El incremento de las vibraciones en las máquinas indica que algo anormal está sucediendo y por tal razón en las industrias implementan dentro de su plan de mantenimiento predictivo, el análisis de vibraciones con el fin de controlar y monitorear las máquinas rotatorias para poder realizar una buena programación de las tareas de mantenimiento sin detener el funcionamiento de la planta de producción y sin poner en riesgo la vida útil de las máquinas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] García P. J. Mantenimiento Predictivo en la Industria. Colombia. 2000
- [2]
<http://vibraciones.net23.net/index.php/Capitulo_I
> [citado el 10 de mayo de 2010]
- [3] A-MAC. Análisis de Maquinaria
<<http://www.a-maq.com/tutoriales/Tutorial%20Vibraciones%20para%20Mantenimiento%20Mecanico%20A-MAQ%202005.pdf>> [citado el 11 de mayo de 2010]
- [4] Azimadli. Introducción al análisis de vibraciones.
<<http://www.maquinadevibracion.com/downloads/IntroVibEspanol.pdf>> [citado el 13 de mayo de 2010]
- [5] Confiabilidad.net. Incrementando la confiabilidad de su análisis de vibración.
<<http://confiabilidad.net/articulos/incrementando-la-efectividad-de-su-analisis-de-vibracion/> [citado el 14 de mayo de 2010]
- [6] Vibraciones Mecánicas. Mantenimiento predictivo y las vibraciones mecánicas.
< <http://vibracionesmecanicas01.blogspot.com/> > [citado el 15 de mayo de 2010]