



Centro de Capacitación
e Investigación en Vibraciones

**Analista de Vibraciones
Categoría 2
Monitoreo de Estado y
Diagnóstico de Equipos**

6° Edición

Analista de Vibraciones - Categoría 2
Monitoreo de Estado y Diagnóstico de Equipos

Por Centro de Capacitación e Investigación de Vibraciones (**CeCIV**)

Led-On S.A

Calle 517 N° 2130 entre 16 y 17. (1897).

La Plata – Provincia de Buenos Aires Argentina.

www.ceciv.net

PREFACIO

En la actualidad ha surgido la gran necesidad de detectar y diagnosticar las vibraciones de las maquinarias y de los elementos rotantes las cuales han sido asociadas generalmente a fallas en las maquinas, desgaste, mal funcionamiento, ruido y daños estructurales, etc. Por ello dentro de las técnicas usadas en el mantenimiento predictivo se encuentra la de Análisis Vibracional la cual nos ayudara a obtener una solución para dicha problemática ya que la misma se relaciona al ahorro de grandes sumas de dinero debido a detección temprana de las futuras fallas.

La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una maquina o de sus elementos rotantes es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración, es decir, reducir el nivel de las fuerzas externas que originan las vibraciones.

De manera que, al analizar los espectros adquiridos, el interés principal se basara en la identificación de las amplitudes predominantes de las vibraciones de los distintos parámetros físicos, la determinación de las causas y la corrección del problema que ellas presentan.

Por ello todos los conocimientos físicos – matemáticos obtenidos durante el nivel I nos ayudaran a diagnosticar las diferentes causas de vibración y sus consecuencias, lo cual nos brindara una gran ayuda al momento de interpretar los datos obtenidos, determinando así las causas de la vibración y su posterior corrección.

Por lo que en el curso de categoría II se reafirmaran y ampliaran los conocimientos teóricos acerca de los principios de vibraciones, adquisición de datos, procesamiento de señales, técnicas de análisis, diagnósticos de fallas en los elementos rotantes y equipos para que de esta forma determinemos las acciones a seguir para su posterior solución.

Analista de Vibraciones - Categoría 2 Monitoreo de Estado y Diagnóstico de Equipos

Centro de Capacitación e Investigación de Vibraciones (**CeCIV**)
Calle 517 N° 2130 entre 16 y 17. (1897).La Plata – Provincia de Buenos Aires
Argentina.

www.ceciv.net

Analista de Vibraciones - Categoría 2

Monitoreo de Estado y Diagnóstico de Equipos

Temario:

- Teoría Vibracional Básica
- Adquisición de Datos
- Procesamiento de Datos
- Técnicas de Análisis
- Monitoreo de Estado
- Conocimientos Constructivos de Máquinas
- Diagnósticos de Fallas
- Balanceo Básico en Maquinas Rotativas
- Conocimientos Básicos de Alineación en Maquinas Rotativas

Índice

Capítulo 1: Teoría Vibracional Básica

Principios de Vibraciones Lineales

- Introducción
- Descripción Cualitativa
- Estudio Dinámico
- Diferentes Tipos de Movimientos Vibratorios
- Estudio de la Energía en el Movimiento Armónico Simple
- Dinámica Rotacional
 - Ecuación de movimiento
 - Vibraciones de rotores desbalanceados
 - Diagrama de Velocidades Críticas Laterales
- Caracterización de la amplitud de la Vibración

Capítulo 2: Adquisición de Datos

- Introducción
- Transductores
- Relación Señal Ruido. Rango Dinámico
- Convenciones de montaje para los sensores de proximidad
- Frecuencia Natural de Montaje
- Planeamiento y Procedimientos de Pruebas para determinar frecuencias naturales.

Capítulo 3: Procesamiento de Datos

- Relación entre Movimiento Armónico Simple y Circular Uniforme
- Representación vectorial del movimiento vibratorio
- Vibraciones Mecánicas
- Superposición de varios movimientos vibratorios simples
- Acondicionamiento de la señal
 - Amplificación
 - Integración
 - Filtrado
 - Atenuación
 - Tiempo de respuesta del filtro
- Análisis de Fourier
 - Transformada Discreta de Fourier (DFT)
 - Transformada rápida de Fourier (FFT)
 - Ínter modulación ó Aliasing
 - Escurrimiento ó Leakage
 - Ventaneo ó Windows
 - Efecto de rendija
 - Promediado

Capítulo 4: Técnicas de Análisis

- Amplitud vs. Frecuencia
- Amplitud vs. Frecuencia en función del tiempo
- Amplitud y fase vs. Velocidad de rotación
 - Diagrama cartesianos o de Bodé
 - Diagrama en coordenadas polares o diagrama de Nyquist

- Forma de ondas en el tiempo
- Figuras de Lissajous u órbitas
- Análisis de fase
 - Luz estroboscópica
 - Fasímetro
 - Osciloscopios

Capítulo 5: Monitoreo de Estado

- Introducción
- Tipos de sistemas de monitoreo
- Establecimiento de las condiciones del programa de monitoreo
- Detección de fallas
- Análisis de Tendencia
- Instrumental
- Tipos de ponderaciones
 - AutoSpectrum
 - Envolvente (envelope spectrum)
 - Power Spectral Density (PSD)
 - Cross Spectrum
 - Análisis Cepstrum
 - Factor de Cresta (Overall)
 - Spyke Energy
 - Pruebas de Impacto y Respuesta Forzada

Capítulo 6: Conocimientos Constructivos de Máquinas

- Acoplamientos
- Motores Eléctricos
- Generadores y Drivers
- Drivers
- Bombas
- Ventiladores
- Compresores
- Rodillos de Laminación
- Máquina de Papel
- Cajas de Engranajes
- Recomendación de los puntos de adquisición
- Ubicación del acelerómetro piezoeléctrico
- Fijación del acelerómetro piezoeléctrico
- Aspectos Prácticos en la Medición de Vibración
- Ubicación de los Puntos de Prueba
- Ubicaciones de Acelerómetros
- Orientación de los Sensores de Vibración
- Puntos de medición
- Medidas de Seguridad durante la recolección / adquisición de datos

Capítulo 7: Diagnósticos de Fallas

- Introducción
- Fallas Comunes en Máquinas Rotatorias
 - Desbalanceo de Rotores
 - Desalineamiento de acoplamientos

- Soltura Mecánica
- Resonancia
- Vibraciones en correas
- Ejes doblados
- Vibraciones generadas por fuerzas hidráulicas o aerodinámicas
- Vibraciones debidas a rodamientos defectuosos
- Análisis vibratorios de máquinas específicas
 - Bombas Centrífugas
 - Caja de engranajes
 - Motores de inducción o asincrónicos

Capítulo 8: Balanceo Básico en Maquinas Rotativas

Concepto de Desbalanceo

- Concepto de Balanceo
- Causas del Desbalanceo
- Efectos del Desbalanceo en la Producción
- Efecto sobre los rodamientos
- Fuerza Ocasionada por el Desbalanceo
- Vibraciones Ocasionadas por el Desbalanceo
- Tipos de Desbalanceos
 - El desbalanceo estático
 - El desbalanceo de cupla
- Tipos de Desbalanceo según NORMA ISO–1925
- Identificación del Desbalanceo
- Confirmación del Desbalanceo
 - Análisis de espectros de vibración
 - Forma de Onda
 - Fase 1X
- Rotores en voladizo
- Desbalanceo Existente y Límite
- Determinación de la Calidad de Balanceo
- Procedimiento de Balanceo
- Balanceo en un Plano
- Balanceo en Dos Planos
- Anexo 1 Norma de Balanceo VDI 2060
- Anexo 2: Balanceo de los Rotores de Motores Eléctricos
- Anexo 3: Balanceo de Rotores de Molinos
- Anexo 4: Hoja para Método de un Plano con Cuatro Mediciones

Capítulo 9: Conocimientos Básicos de Alineación en Maquinas Rotativas

- Introducción
- Tipos de Acoplamientos
 - Acoplamientos dentados
 - Acoplamientos a diafragma (Ljungström)
 - Acoplamientos de láminas
 - Acoplamientos de Grilla
 - Acoplamientos elastoméricos
 - Acoplamientos a Cadena
 - Acoplamientos de manguito entero

Acoplamientos de manguito partido
Técnicas de alineación
Controles previos a la alineación
Métodos de aproximación
Método de Borde y Cara (Radial – Axial)

Anexo: Normas de Severidad en Vibraciones
Glosario