

CURSO ANALISIS DE VIBRACIONES DE MÁQUINAS - CATEGORÍA III, ISO 18436-2

Fecha: Agosto 4, 5, 6 y 7 de 2009

Duración: 32 horas (4 días)

Lugar: SANTIAGO – HOTEL POR CONFIRMAR

Relator: Dr. Pedro Saavedra G.

Horario: 08:30 - 12:30 horas
14:00 - 18:00 horas

Código Sence: [2-37-7474-58](http://www.sence.cl)

Costo total: \$760.000.-

Inscripciones e Informaciones:

Srta. Clara Muñoz S.

Laboratorio de Vibraciones Mecánicas

www.dim.udec.cl/lvm

Universidad de Concepción

Rut.: 81.494.400-k

Fono: 56-41-2204327

Fax: 56-41-2251142

email: clarmuno@udec.cl

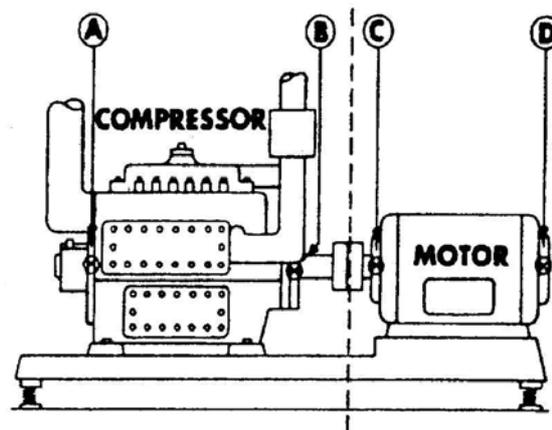
Casilla 160-C - Concepción.

Notas:

I. El curso está limitado a un número de participantes. Por tal motivo se recomienda efectuar la inscripción con 5 días de anticipación.

Los interesados en REPETIR el examen de certificación para las categorías I, II, III, IV; lo pueden hacer los días 24 de abril, 05 de junio, 07 de agosto, 02 de octubre, 14 de noviembre (08:30hrs.), 27 de noviembre. En horario de 16.00 a 18.00, previa inscripción con 10 días de anticipación. Valor del examen \$65.000.-

ANÁLISIS DE VIBRACIONES DE MÁQUINAS



CURSO ANALISIS DE VIBRACIONES, CATEGORÍA III, ISO 18436-2 Relator: Dr.Ing. Pedro Saavedra G.

OBJETIVO.

Este curso teórico-práctico está centrado fundamentalmente en capacitar en profundidad a los participantes en el diagnóstico de la condición de cualquier tipo de máquinas. Con este objeto el curso entrega por un lado conocimientos avanzados de diferentes técnicas de diagnóstico y por otro lado entrega conocimientos sobre el funcionamiento de algunas máquinas rotatorias comunes, sus problemas que presentan y algunas soluciones tecnológicas actuales a ellos.

Se entrega además, conocimientos sobre las capacidades de un analizador de vibraciones de varios canales en el diagnóstico de fallas en máquinas y una introducción a algunas técnicas usadas para reducir el nivel de vibraciones.

EXAMEN DE CERTIFICACIÓN.

La certificación es un examen escrito, sin apuntes, de cuatro horas de duración, adicional al curso para los participantes que quieran obtener un certificado de “Analista de vibraciones categoría III de acuerdo a ISO 18436-2”. Los postulantes que aprueben este examen se les reconoce que están capacitados para realizar y analizar mediciones de vibraciones en máquinas utilizando integradamente las técnicas que traen los analizadores de vibraciones comerciales. Esto incluye estar capacitado para establecer programas de monitoreo de vibraciones, especificar niveles de vibraciones y criterios de aceptación para máquinas nuevas, entender y dirigir el uso de técnicas complementarias a las vibraciones (ultrasonido, análisis de aceite, termografía), y recomendar acciones correctivas básicas para disminuir el nivel de vibraciones de máquinas y estructuras.

PRERREQUISITOS.

Para aprobar el examen de certificación de analista de vibraciones categoría III es conveniente haber aprobado el examen de categoría II y tener experiencia práctica en estas técnicas al menos de 3 años.

CONTENIDOS.

3.1 Conceptos de dinámica vibratoria.

- Sistemas de un grado de libertad. Ecuación del movimiento. Uso y significado del factor de amortiguamiento. Vibraciones libres y forzadas. Funciones respuestas. Sistemas equivalentes de un grado de libertad.
- Conceptos básicos de rotodinámica. Descansos hidrodinámicos.
- Vibraciones paramétricas: desalineamiento con acoplamientos flexibles, ejes agrietados “barring” en máquinas papeleras.
- Introducción a las vibraciones torsionales.
- Cálculo de frecuencias naturales de vibrar de rotores montados entre descanso y en voladizo.

3.2 Adquisición y procesamiento de señales.

- Vibraciones aleatorias y pseudoaleatorias. Densidad espectral de potencia. Explicación del ruido propio de los acelerómetros. Disminución de la amplitud en el espectro con mejor resolución en frecuencia.
- Analizadores de vibraciones de dos canales.
- Ventajas de un analizador de vibraciones de dos canales respecto al de un canal en el diagnóstico de fallas y en la corrección de problemas.
- Potencia de una señal vibratoria. V_{RMS} digital y analógico.
- Densidad espectral de potencia.
- Medición de funciones respuestas. Excitadores (shakers) y martillos de impacto. Transductores de fuerza. Uso de las funciones de coherencia y las funciones de correlación en el diagnóstico de fallas.
- Casos históricos de aplicaciones para detectar el origen del ruido y vibraciones.

3 Técnicas de diagnóstico avanzadas.

- 3.1 Análisis espectral avanzado. Como determinar las componentes espectrales que son normales en una máquina cualesquiera. Aplicación a rodamientos, bombas de lóbulos, motores Diesel, turbomáquinas con impulsores asimétricos, desalineamiento de acoplamientos flexibles.
- 3.2 Análisis avanzado de la forma de onda. ¿Cómo analizar una forma de onda o vibración?. Problemas que son detectados en el análisis de la forma de onda y no son aparentes en el espectro. Análisis de la forma de onda por bandas de frecuencia. Integración analógica versus la integración digital.
- 3.3 Análisis de órbitas y de la posición del eje en el descanso. Instrumentación requerida. Interpretación de diferentes tipos de órbitas. Interpretación de la posición del eje en el descanso. Aplicación al control del desgaste y de la inestabilidad en un descanso hidrodinámico. Ejemplos donde el análisis de órbitas presenta ventajas respecto a otros análisis: descansos precargados, rozamientos, resonancias.
- 3.4 Técnicas para determinar las frecuencias naturales de vibrar de máquinas y estructuras.
 - Ensayos de golpe (bump test). Como determinar los parámetros de configuración del equipo. Errores frecuentemente cometidos.
 - Uso del “peak-hold”. Configuración del equipo
 - Análisis de vibraciones partidas y paradas de máquinas. Interpretación de las mediciones.
 - Medición experimental de las funciones respuesta.

- 3.5 Análisis de vibraciones de máquinas de alta velocidad. Instrumentación requerida. Errores frecuentemente cometidos en el análisis de este tipo de máquinas. Ejemplo ilustrativo.
- 3.6 Introducción al análisis de la forma de deflexión. (Deflection Shape Analysis, ODS). Definición del análisis de la forma de deflexión. Instrumentos y transductores requeridos. Como ODS ayuda a detectar problemas que con las otras técnicas pueden pasar desapercibidos. Casos históricos usando ODS.
- 3.7 Análisis de vibraciones en máquinas de muy baja velocidad. Instrumentación y técnicas requeridas. Errores frecuentemente cometidos en el análisis espectral de las vibraciones en este tipo de máquinas. Ejemplos ilustrativos. Utilización de los análisis Peak-Vue y SST (Slow Speed Technologie) de CSI y análisis de la envolvente y ULS(Ultra Low Speed) de SKF. Utilización de strain-gauges para analizar vibraciones en máquinas de muy baja velocidad (bajo 10cpm).
- 3.8 Introducción al Análisis de vibraciones en máquinas de velocidad variable. Seguimiento de ordenes (order tracking) y transformadas tiempo-frecuencia. Instrumentación requerida y alternativas que ofrece el mercado. Como computarizar estas mediciones. Ejemplos ilustrativos.
- 3.9 Normas de severidad vibratoria. Análisis en profundidad de las normas de severidad vibratoria en máquinas y estructuras.

4. Introducción a técnicas de reducción de vibraciones.

- Amortiguamiento como técnica para reducir las vibraciones. Diferentes formas de amortiguamiento. Cuando y como el amortiguamiento es efectivo para reducir las vibraciones. Casos históricos.
- Aislamiento de vibraciones y choques. Diferentes tipos de aisladores de vibraciones y como ellos funcionan. Como seleccionar un sistema aislador de vibraciones para evitar que se transmitan fuerzas dinámicas de una máquina a una estructura, o se transmitan vibraciones desde su base de sustentación a un instrumento, computador, o máquina. Ejemplos.
- Absorbedores de vibraciones. Como funcionan y cuando son efectivos. Ejemplos.

5. Análisis de vibraciones avanzado y principio de funcionamiento en diferentes tipos de máquinas. Diagnóstico de los problemas específicos que ellas presentan y sus soluciones.

- Bombas centrífugas horizontales. Principios de funcionamiento. Fuerzas radiales y axiales sobre el rodete y formas de equilibrarlas. Operación a flujo reducido. Problemas de operación y sus síntomas: Cavitación, recirculación, "stall", desgaste, pulsaciones de presión. Problemas de origen hidráulico. Ejemplos históricos.
- Motores eléctricos de corriente continua. Rectificación de la corriente. Problemas y soluciones. Ejemplos históricos.
- Engranajes. Teoría de funcionamiento. Superficies conjugadas. Tipos y usos de engranajes. Principales fallas en los dientes: Picado, "scoring", ruptura, desgaste, lubricación. Corrección del perfil de los dientes para disminuir el desgaste. Otros tipos de problemas y sus soluciones. Ejemplos históricos. Normas de calidad y normas de aceptación (severidad vibratoria) para los engranajes.
- Sistemas de transmisión de potencia. Funcionamiento y tipos de correas, cadenas, juntas universales. Efecto de la tensión y alineamiento, y desgaste de poleas. Frecuencias naturales en correas y como solucionar resonancias en ellas. Tipos de cadenas y vibraciones inherentes a su funcionamiento. Funcionamiento de juntas universales y vibraciones que generan: Vibraciones torsionales, inerciales, y por cupla secundaria.
- Otras máquinas. Molinos de barras y bolas, bombas verticales, compresores alternativos, agitadores, máquinas papeleras, motores Diesel, harneros vibratorios.

- Vibraciones generadas por un rotor con eje agrietado. Análisis espectral, análisis de la forma de onda, análisis de la fase de componentes, análisis de partidas/paradas. Sistemas comerciales utilizados para detectar el problema. Determinación de grietas analizando la variación de las frecuencias naturales. Ejemplos históricos.

METODOLOGÍA.

Las clases teóricas se realizarán con exposición oral, con ayuda de transparencias y se le proporcionará a cada participante un libro de los contenidos del curso y un conjunto de ejercicios que los participantes desarrollarán durante el curso. Los ejemplos analizados son casos históricos tomados en máquinas reales.

ORIENTADO A.

Profesionales y técnicos mecánicos, eléctricos e instrumentistas relacionados con mantenimiento de máquinas y solución de problemas vibratorios.

RELATOR.

DR.-ING. PEDRO SAAVEDRA G.

Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Concepción, Doctor en ENSAM (París, Francia) en Ingeniería Mecánica con especialización en vibraciones mecánicas. Es autor de varias publicaciones internacionales y numerosos cursos en diagnóstico de fallas mediante análisis de vibraciones. Ha sido relator de Naciones Unidas. Consultor en diagnóstico de fallas durante los últimos 20 años de numerosas empresas: ENAP, PETROX, CODELCO - División Chuquicamata, Celulosa Arauco y Constitución, Forestal e Industrial Santa Fe, Empresa Eléctrica Colbún Machicura, Empresa Colombiana de Petróleo, CODELCO - División Andina, Papeles Bío Bío, Fábrica Celulosa Laja, CODELCO - División El Teniente, ASMAR - Talcahuano, EDYCE, INFORSA, Cía. Acero del Pacífico, Cía. Minera Disputada Las Condes, EDELMAG, etc.