



**TECHNICAL
ASSOCIATES**

ANALIZAR
RBM

10
AÑOS
Brindando confiabilidad

**CURSO “ANÁLISIS DE VIBRACIONES” CON DOBLE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL (ISO II & ASNT 2A)
INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE VIBRACIONES, Y AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Este seminario de cuatro días toma como base el seminario “NIVEL INICIAL (ISO I)”, provee la información esencial para la estructuración de un programa de Mantenimiento Predictivo (MP), y esta orientado para analistas con alrededor de un año de experiencia de campo. Es conducente a doble certificación internacional: ISO II conforme al estándar ISO 18436-2, y ASNT para el Nivel 2A.

Se enfatiza en la manera de detectar los diferentes problemas fundamentales de maquinaria que se detallan en la reconocida mundialmente “Carta Ilustrada para Diagnostico por Vibraciones”, la cual describe: (1) Desbalanceo, (2) Desalineamiento, (3) Rotor excéntrico, (4) Soltura mecánica, (5) Problemas en transmisión por correas, y, (6) Problemas de anclaje flojo, utilizando tanto análisis espectral como análisis de fase. Se brinda igualmente información introductoria para la detección de problemas de resonancia, rodamientos, engranajes, flujo, y problemas eléctricos.

Se explica el comprobado procedimiento tabulado “Cómo especificar adecuadamente niveles globales y bandas de frecuencia para una variedad de tipos de maquina y velocidades de rotación”, la forma de establecer niveles de alarma por bandas individuales de frecuencia; los limites inicial y final para cada una de las bandas de frecuencia disponibles; rangos recomendables de frecuencia; líneas FFT, numero de promedios y parámetros adecuados de vibración para cada punto, teniendo en cuenta el tipo de maquina, rango de velocidad de operación, componentes de maquina y tipo de transmisión.

Se discuten las dificultades para la medición, así como sus efectos para el correcto diagnostico y la valoración de severidad de los problemas detectados. Se presentan casos reales de estudio, los cuales ilustran los métodos de diagnostico enseñados, y como han sido utilizados para detectar y resolver los problemas que afectan la maquinaria, o como fueron descubiertas las causas raíces de los problemas (la sección de casos de estudio contiene 100 paginas).



Cartagena, Mayo 2014 (ISO II)



Cali, Agosto 2014 (ISO III)



Quito, Noviembre 2014 (ISO II)



Medellín, Febrero 2015 (ISO II)

Centro Comercial Alfaguara – Oficina 201 y Local 18 - Jamundí (Valle) - PBX (2) 516-2331

info@analizar-rbm.com - www.analizar-rbm.com



1. DESCRIPCIÓN DEL SEMINARIO
2. QUE ES VIBRACIÓN Y CÓMO PUEDE SER USADA PARA EVALUAR CONDICIONES DE MAQUINARIA?

Qué es Frecuencia de Vibración, su relación con una forma de onda en el tiempo
 Qué es Desplazamiento de la vibración?
 Qué es Velocidad de la Vibración?
 Qué es Aceleración de la Vibración?
 Qué es la Fase de la Vibración?
 Qué es Espectro de Vibración (También llamado "FFT" o "Firma")
 Diferencia entre RMS, Pico y Pico-a-pico en la Amplitud de Vibración?
 Cuándo usar Desplazamiento, Velocidad, o Aceleración?
 Cuánta Vibración es mucha Vibración?
 Comprendiendo un espectro de Vibración
 Efecto de la cantidad de líneas FFT usadas en la precisión de la Frecuencia
 Efecto de la escala de Frecuencia usada en la precisión de la Frecuencia
 Cuál es la vibración global (valor global Digital y Análogo)?
 Fundamentos de Adquisición Digital de Datos y Procesamiento de Señal
 Propiedades de FFT
 Muestreo y Digitalización
 Falseado
 Falseado en el Dominio del Tiempo
 Falseado en el Dominio de la Frecuencia
 Necesidad de un Filtro Anti-Falseado
 Selección de Ventanas
 Necesidad de usar Selección de Ventanas
 Qué es Selección de Ventana?
 Ventana Hanning
 Ventana Uniforme
 Ventana de Tope Plano
 Filtros de Paso-Alto, Paso-Bajo, Pasa-Banda y Seguimiento
 Filtros de Paso-Alto, Paso-Bajo y Pasa-Banda
 Filtro de Seguimiento
 Promediado

(Múltiples Armónicas Debido a la No-Linealidad, a Veces Inducido por Eventos de Impulso)
 Seguimiento a Etapas de Falla en Rodamientos Usando Vibración y Envoltente de Alta Frecuencia y Técnicas de Demodulado Espectral
 Parámetros Óptimos de Vibración para Evaluar la Condición de Rodamiento (Aceleración, Velocidad o Desplazamiento)
 Tipos de Espectro de Vibración Causado por Rodamientos Defectuosos Espectros Típicos para el Seguimiento de Etapas de Falla que se Presentan En un Rodamiento
 Introducción a Detección de Problemas de Engranaje
 Configuración Espectral para Detectar Desgaste en Engranaje
 Indicaciones de Desgaste en los Dientes del Engranaje
 Introducción a Detección de Problemas Eléctricos
 ¿Por Que Muchos Problemas Eléctricos Ocurren a 2X Frecuencia de Línea
 Problemas del Estator
 Rotor Excéntrico y Entre-Hierro
 Problemas de Rotor
 Comentarios Finales Importantes en Mediciones Eléctricas
 Problemas de Correas de Transmisión
 Correas Desgastadas, Seltas o No-Apareadas
 Desalineación de Correa o Polea
 Poleas Excéntricas
 Resonancia de Correa
 Vibración Excesiva en el Motor a la Velocidad del Ventilador debido a Resonancia en la base
 Soltura en la Polea o en el Cubo del Ventilador

7. MÉTODO COMPROBADO PARA LA ESPECIFICACIÓN DE NIVELES DE ALARMAS EN BANDAS ESPECTRALES Y RANGOS DE FRECUENCIAS, UTILIZANDO SISTEMAS CON SOFTWARE PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO
 Resumen
 Introducción a la especificación de alarmas en banda espectral y rangos de frecuencia



Promediado Lineal (Espectro)
Promediado RMS (Potencia)
Promediado Exponencial
Promediado Sincrónico en el Tiempo
Efecto del Rango Dinámico en la Gráfica de Frecuencia y Amplitud
Comprendiendo las Fases y sus Aplicaciones
Definición de Fase
Cómo hacer Medición de Fase
Uso del análisis de la Fase en el Diagnóstico de Vibración
Evaluando el Movimiento Axial de una Caja de Rodamiento para revelar un posible Rodamiento ladeado o un Eje torcido

Comportamiento de la Fase debido al desbalanceo
Comportamiento de Fase debido a la Soltura/Flojedad
Comportamiento de la Fase debido a la Desalineación
Uso de Análisis de Fase para encontrar la forma de Deflexión en Operación de una Máquina y su estructura de soporte
Referencias

3. DESCRIPCIÓN DE LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS INSTRUMENTOS TÍPICOS PARA MEDIR VIBRACIÓN

Comparaciones de Instrumentos
Capacidades generales de cada tipo de instrumento de vibración
Medidores de valores de vibración Global
Colectores de datos FFT programables
Analizadores de Espectro en Tiempo Real
Instrumentos de Grabación de Señal de Alta Calidad por Banda Magnética

4. DESCRIPCIÓN DE VARIOS TRANSDUCTORES DE VIBRACIÓN Y CÓMO SELECCIONARLOS DE MANERA CORRECTA

Tipos de Transductores de Vibración y sus Aplicaciones Óptimas
Acelerómetros
Sensores de Velocidad
Sensores de desplazamiento de No-Contacto por Corrientes de Eddy

Dos Tipos de Bandas de Alarma Espectral
Cuál Parámetro de Vibración Usar es Bandas de Alarma Espectral - Desplazamiento, Velocidad o Aceleración?
Revisión de Problemas Detectables con Análisis de Vibración
Especificación de alarmas de vibración global y explicación acerca del origen de la Tabla II "Calificación de la Vibración Global"
Especificación de Niveles de Alarma Espectral y Bandas de Frecuencia usando la Tabla III
Caso A – Maquinaria general apoyada en rodamientos, sin alabes rotativos: (Motores, Usillos, Mediciones a bajas frecuencias en Cajas de Engranajes, etc.)
Caso B – Maquinaria general apoyada en cojinetes de deslizamiento, sin alabes rotativos: (Motores, Mediciones a bajas frecuencias en Cajas de Engranajes, etc.)
Caso C – Puntos de alta frecuencia en Cajas de Engranajes, con numero de dientes conocido
Caso D – Puntos de alta frecuencia en Cajas de Engranajes, con numero de dientes desconocido
Caso E – Puntos de frecuencia de paso de barras en motores eléctricos (un solo punto usualmente capturado en el rodamiento lado libre)
Caso F – Punto de medición en motor eléctrico a 12,000 CPM ((un solo punto usualmente capturado en el rodamiento lado acople)
Caso G – Tipos especiales de maquinas
Tipo 1 – Maquinaria Centrifuga con numero de alabes conocido (o aspas), y apoyada en rodamientos
Tipo 2 – Maquinaria Centrifuga con numero de alabes desconocido (o aspas), y apoyada en rodamientos
Tipo 3 – Maquinaria Centrifuga con numero de alabes conocido (o aspas), y apoyada en cojinetes de deslizamiento
Tipo 4 – Maquinaria Centrifuga con numero de alabes desconocido (o aspas), y apoyada en cojinetes de deslizamiento
Ejemplos - Especificación de Bandas de Alarma Espectral por tipos de Maquina
Revisión periódica de la configuración de las alarmas de bandas espectrales para cada familia de maquinas
Procedimiento para evaluar la efectividad de los niveles de alarma tanto en valores globales como en bandas espectrales



Sensores de desplazamiento por Contacto en el Eje

Por Seguidor en el Eje

Por Montura en el Eje

Criterios de selección

Montaje de Transductores

Aplicaciones para diferentes tipos de montaje

Anexo - Especificaciones para Varios Transductores de Diferentes tipos de Fabricantes

5. FUNCIÓN DE ENERGÍA DE PULSO, DETECCIÓN DE ALTA FRECUENCIA (HFD), IMPULSO DE CHOQUE (SPM) Y ESPECIFICACIÓN DE SUS NIVELES DE ALARMA A DIFERENTES VELOCIDADES

Filtrando las Vibraciones de Orden Inferior

Procesamiento por Envolvente

Filtro Paso-Bajo

Ejemplo de Caso Real

Detección y Seguimiento de Fallas

Información Práctica sobre Montaje de Sensores y Condiciones de Maquinaria en las cuales el Envolvente HFE no responda

Detección de Aceleración de Alta Frecuencia (HFD)

Notas Finales

6. USO DEL ANALISIS DE SEÑALES DE VIBRACIÓN PARA DIAGNOSTICAR PROBLEMAS EN MAQUINARIA

Descripción de la "Tabla Ilustrada de Diagnóstico por Vibración "

Desbalanceo de Masa

Desbalanceo Tipo Fuerza

Desbalanceo Tipo Cupla

Desbalanceo Tipo Dinámico

Desbalanceo Tipo Rotor Voladizo

Sumario para Balanceo Tipo Rotor Voladizo

Desbalance residual Admisible y Calidad de Balanceo de acuerdo a ISO

Rotores excéntricos

Desalineamiento

Ejemplo: "Análisis Estadístico de Velocidad de Vibración Global en 4 plantas generadoras, utilizando el procedimiento explicado en el punto anterior

Conclusiones

8. GUÍA PARA PRUEBAS DE ACEPTACIÓN POR VIBRACIÓN PARA EQUIPOS NUEVOS Y REMANUFACTURADOS

Introducción

Procedimiento General de las Pruebas de Aceptación

Especificaciones y Estándares de las Pruebas de Aceptación

Aceptación, Certificación y Reporte

9. OPERACIÓN BÁSICA DE MAQUINAS COMUNES, Y LOCALIZACIÓN RECOMENDADA PARA LA TOMA DE MEDIDAS DE VIBRACIÓN

Introducción

Ventiladores

Ventiladores Típicos

Operación básica en ventiladores de flujo axial

Operación básica en ventiladores centrífugos

Bombas

Bombas típicas

Operación básica en bombas de lóbulos

Operación básica en bombas centrífugas

Compresores

Compresores típicos

Operación básica en compresores de tornillos rotativos

Operación básica en compresores alternativos

Operación básica en compresores centrífugos

Localización de las mediciones

Localización de las mediciones – En línea, en ventiladores de flujo axial

Localización de las mediciones en bombas centrífugas

Localización de las mediciones en bombas de lóbulos

Localización de las mediciones en compresores rotativos (una etapa)

Localización de las mediciones en compresores alternativos



**TECHNICAL
ASSOCIATES**

ANALIZAR
RBM



Desalineamiento Angular
Desalineamiento Paralelo
Desalineación por Rodamiento ladeado en el Eje
Problemas de Acoplamiento
Frecuencias Naturales y Resonancia
Frecuencias Naturales
Resonancia
Soltura Mecánica
Tipo A – Soltura de la Base (1X RPM)
Tipo B - Soltura debido a Movimiento Oscilante o Fisura en el Pedestal de la Estructura/Rodamiento (2X RPM)
Tipo C – Rodamiento Suelto/Flojo o Ajuste Inapropiado entre las Partes de los Componentes

Localización de las mediciones en compresores centrífugos

10. CASOS REALES DE ESTUDIO

Importante: A cada estudiante que se inscriba formalmente se le envía con anticipación el libro base del curso, titulado en inglés “Analysis I”, traducido al idioma Español, y escrito originalmente por Jim Berry, Presidente de Technical Associates of Charlotte

PERFIL DEL INSTRUCTOR

Juan Carlos Chaparro es ingeniero mecánico con más de 20 años trabajando en los campo del Análisis de Vibraciones, y Mantenimiento Predictivo a nivel nacional e internacional. Durante este tiempo ha realizado trabajos de campo en análisis de vibraciones en maquinaria rotativa y en estructuras, análisis de condición eléctrica en máquinas rotativas, alineaciones de precisión en: turbo maquinas, plantas papeleras, generadoras eléctricas, industrias petroquímicas, navieras, cementeras, ingenios azucareros, siderúrgicas, entre otras. Ha dictado más de 40 cursos y seminarios en diversos países de Latinoamérica. También ha liderado proyectos que incluyen el aprovechamiento de sistemas portátiles y en línea para el monitoreo de condición en plantas industriales; ha brindado soporte para la estructuración y mejoramiento de programas de mantenimiento predictivo en varias empresas.



Actualmente es parte del staff de instructores en Análisis de Vibraciones de **Technical Associates of Charlotte** (www.technicalassociates.net); ha recibido entrenamientos en EEUU, Alemania, Suiza, Argentina y Brasil, por parte de fabricantes y desarrolladores de diversas tecnologías para análisis de maquinaria. Ha complementado su formación recibiendo capacitación en Análisis Modal y ODS, Monitoreo En Línea y Protección de Turbo-Maquinaria, entre otras.

OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL CURSO EN “ANÁLISIS DE VIBRACIONES” CON DOBLE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL (ISO II & ASNT 2A)

Este curso es correspondiente al seminario **ANALYSIS I** (ISO II & ASNT 2A), dictado por **Technical Associates of Charlotte** a nivel mundial; se rige enteramente por los lineamientos exigidos por **Technical Associates of Charlotte**, avalados por ISO y ASNT. El material bibliográfico que se entrega a cada estudiante es el original de la última versión del libro **ANALYSIS I** traducido al idioma español, aunque algunas tablas y gráficas se conservan en su versión original en inglés.

Examen de Certificación: El instructor **Juan Carlos Chaparro** se encuentra avalado por **Technical Associates of Charlotte** para dictar sus cursos en idioma español, y para aplicar el examen de certificación en los países de habla hispana. Este seminario es conducente a doble certificación internacional (**ISO II & ASNT 2A**). El examen escrito para lograr la certificación es también en idioma español, y tiene una duración máxima de tres (3) horas; contiene 100 preguntas y para su aprobación se requiere un puntaje mínimo del 70%. El aspirante a la certificación (**ISO II & ASNT 2A**) debe contar previamente con certificación vigente **ISO I**, o evidenciar al menos un (1) año de involucramiento y/o formación en análisis de vibraciones.