

## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS

**Instructor:** Juan Ignacio Hidalgo - M.Sc. Ingeniero Mecánico.  
Universidad Nacional de San Juan, Argentina. University of Wisconsin - Milwaukee, USA.

**Intensidad Horaria:** 24 horas.

**Lugar y Fecha:** Hotel Juan María, Tuluá, Valle - Colombia. Noviembre 20, 21, y 22 de 2019.

## 1. OBJETIVOS Y ORIENTACIÓN

El objetivo del presente curso es capacitar y fortalecer a sus participantes en el diagnóstico y solución de problemas de vibraciones en turbomáquinas. Está orientado al personal de mantenimiento e ingeniería de turbomáquinas de gran tamaño tales como las encontradas en centrales eléctricas, hidráulicas o térmicas, estaciones de bombeo, y plantas compresoras.

## 2. PRERREQUISITOS

El curso está orientado a toda persona que se desarrolle en el área de vibraciones, confiabilidad en turbomáquinas y que tenga una actitud crítica y analítica de los problemas.

## 3. TEMARIO

### PRIMERA SESIÓN

**Intensidad:** 12 horas

**Tema:** Introducción a las Vibraciones Mecánicas y la Rotodinámica en Turbomáquinas.

1. Introducción a las vibraciones mecánicas.
2. Definición y clasificación de rotores. Clasificación según ISO (1973), rotor de Jeffcott en cojinetes flexibles (cojinetes de aceite), rotor de Jeffcott con efecto giroscópico.
3. Métodos de cálculo y simulación de vibraciones y rotores (simulación numérica).
4. Análisis típicos en rotodinámica: frecuencias naturales o velocidades críticas, respuesta a esfuerzos sincrónicos (desbalanceo), mapa de estabilidad y respuesta a esfuerzos asincrónicos (Oil whirl, Oil whip).
5. Análisis transitorio (pérdida de alabes, rotura de cojinetes, etc), cojinetes de aceite (tipos y características), modelado de cojinetes en rotodinámica.
6. Inestabilidad en cojinetes y sellos de turbomáquinas, criterios de inestabilidad: masa crítica, criterio de la relación de velocidades críticas, sellos hidráulicos, de gas, de vapor, tipos y características.



## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS

### SEGUNDA SESIÓN

**Intensidad:** 4 horas

**Tema:** Medición de Vibraciones.

1. Tipos de sensores y sus usos, acelerómetros, velomitros, proximitors, celdas de carga, celdas de presión, extensiómetros, etc.
2. Montaje y verificación del correcto funcionamiento de los sensores (polaridad y cableado).
3. Medición y adquisición de datos, frecuencia de muestreo, seteo de los equipos.

### TERCERA SESIÓN

**Intensidad:** 8 horas

**Tema:** Interpretación de las Mediciones y Gráficos.

1. Diagrama de forma de onda.
2. Tendencia (trend), órbitas, bode, polar, cascada, gráficos de espectros (full and half spectrum plots), centros de eje (shaft centerline).

**Tema:** Problemas típicos durante la operación de turbomáquinas y su corrección, estudios de casos reales.

1. Vibraciones torsionales en el sincronizado y durante el rechazo de carga de los generadores.
2. Golpe de ariete en turbinas hidráulicas y grandes bombas.
3. Desbalance, fenómenos sub-sincrónicos (whip, whirl) de inestabilidad en turbinas.
4. Fenómenos súper-sincrónicos (2X, 3X, etc) en turbinas y generadores.
5. Roces del rotor y estator, sensibilidad térmica en generadores, flechado de ejes, desalineación, cavitación de turbinas y bombas.
6. Test de evaluación de conocimientos.
7. Clausura del seminario.

## 4. MODALIDAD

El curso es de carácter presencial teórico práctico con especial énfasis en la resolución de problemas reales. Los participantes reciben un libro de notas con problemas y casos de estudio para desarrollar durante el cursado.

## 5. ORIENTADO A:

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



## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS



## 6. CONFERENCISTA

**Juan Ignacio Hidalgo, M.Sc. Ingeniería Mecánica.**

Recibió el grado de ingeniero mecánico en la Universidad Nacional de San Juan y posteriormente el grado de Master of Science in Mechanical Engineering de la University of Wisconsin-Milwaukee.

El Ing. Hidalgo se ha especializado en el área de dinámica de rotaciones con especial énfasis en detección de fallas en turbogeneradores y equipos rotativos en general. A lo largo de su carrera ha desarrollado numerosos softwares especializados en optimización de ensamblaje de turbinas, análisis de vibraciones y mecánica de fracturas. Consta de una vasta experiencia en la industria de servicios para la generación de energía y es autor de numerosas publicaciones especializadas en el área de balanceo y detección de fallas en turbinas y generadores. Se desempeñó como director del departamento de Análisis Dinámico y Balanceo de Alta Velocidad de **TOSHIBA** en EEUU.

Actualmente es consultor independiente en Latinoamérica en el área de vibraciones en turbogeneradores y Lead Engineer en Electromechanical Engineering Associates de EEUU.

### Experiencia en la Industria:

**4/2003 - 9/2010 Manager of Dynamic Analysis, REGENCO LLC – TOSHIBA. Wisconsin, USA.**

Responsable del área de análisis dinámico y balanceo de rotores.

**Incumbencias:** análisis dinámico, análisis de vibraciones, análisis modal, diagnóstico de fallas en turbogeneradores, balanceo de alta y baja velocidad de turbinas de gas y vapor, compresores y generadores de hasta 800 MW y 200 toneladas, alineación de turbogeneradores, diseño de cojinetes de aceite, reingeniería de componentes de turbinas y generadores, desarrollo de software para uso interno y distribución.

**1/2001 - 7/2002 Production Engineer Internship, Owens Industries Inc. Wisconsin, USA.**

Responsable de producción, operación y puesta a punto de equipos CNC de alta precisión fresadoras tornos EDM. Control de calidad, programador CAD-CAM, operador de CMM.

### Proyectos Destacados:

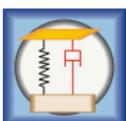
Más de 12 años de experiencia en la reparación de grupos turbogeneradores: GE, Allis-Chalmer, Westinghouse, Siemens, EM, Brush, Toshiba, Parson, Mitsubishi.

Dirección técnica de overhaul en turbina de vapor y generador. CTM, Argentina.

Análisis de vibraciones en turbinas hidráulicas, CEMPPSA, Argentina.

Balanceo de alta velocidad (in-situ y en banco) de más de 200 generadores y turbinas de vapor de entre 15 y 800 MW para REGENCO LLC – TOSHIBA.

Balanceo de baja velocidad de más de 50 turbinas para REGENCO LLC – TOSHIBA.



## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS

Responsable de diseño, instrumentación y construcción de 2 bancos de balanceo de baja velocidad para turbinas de gas y vapor capacidad máxima 60 toneladas y 400 rpm, 200 toneladas y 300rpm. Para REGENCO LLC – TOSHIBA.

Responsable de diseño, instrumentación y construcción del banco de balanceo estático para álabes de turbinas de gas y vapor capacidad máxima 3000Kg. Para REGENCO LLC – TOSHIBA.

Ingeniería de rebobinado de 20 estatores y posterior prueba de resonancia.

Autor de diversos software para el óptimo reensamblaje de turbinas de gas y compresores, balanceo dinámico de turbogeneradores, evaluación de excentricidades en turbogeneradores. REGENCO LLC – TOSHIBA

Desarrollo del software de Elementos Finitos “HERON” para el análisis de comportamiento dinámico de turbogeneradores y simulación de cojinetes.

Desarrollo de software para la ingeniería de reversa de perfiles de álabe de turbinas de vapor y compresores.

Modelado por computadora y análisis de comportamiento dinámico de más de 40 turbogeneradores. Análisis de vibraciones y comportamiento lateral y torsional Upgrade de los alabes del compresor de refrigeración del generador Siemens V82.4. para MidWest Generation (MWG).

Análisis de falla y consideraciones mecánicas, turbocompresor axial GE – 30Mw de 17 etapas, para Watson Cogen, British Petroleum

Diseño y análisis de estabilidad cojinetes de aceite del banco de balanceo de turbinas de alta velocidad para REGENCO LLC – TOSHIBA, diámetros variables 150mm a 450mm.

Análisis torsional y de integridad mecánica, generador Westinghouse 85 MW,

Análisis de vibración laterales del tren de generación de alta presión, unidad cross-compound Allis-Chalmer 175 MW, para MWG Fisk Power Station.

Análisis de vibración torsionales y laterales del tren generador de alta y baja presión unidad Simens 850 MW, para Lacygne Power Station.

Análisis de vibraciones y causa raíz del tren generador GE de 850 MW para Limestone Power Station.

Análisis modal de la integridad estructural del estator del generador de 90 MW, para Weston Power Station.

Verificación de línea base y pruebas de sensibilidad térmica de la unidad de cogeneración GE para Ashmore, Estación Generadora Puerto Plata, República Dominicana.

### **Educación:**

Máster en Ingeniería Mecánica 2004, University of Wisconsin - Milwaukee, Wisconsin, USA.

Ingeniero Mecánico 2000, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

### **Experiencia Académica:**

12/2005 Dictado del cursillo de actualización “Introducción a la Dinámica de Rotaciones”, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

11/2008 Dictado del seminario “High Speed Balancing in the Service Industry – Deformed Rotors”, CEATI conference, thermal generation interest group, Milwaukee, EEUU.

2009 Profesor adjunto de la cátedra de “Mechanical Vibration in Design”, University of Wisconsin – Milwaukee, Wisconsin EE.UU. 10/2011 Dictado del curso de capacitación en medición de vibraciones en turbinas hidráulicas. Cemppsa Argentina.



## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS

### Publicaciones:

Enhancing the Balancing Operation of Large Rotating Machinery. 2004, Master thesis University of Wisconsin Milwaukee.

High-Speed Balancing of Rotors with Overhangs: When is Overhang Likely to Cause Problems? Journal of Testing and Evaluation. 2005.

The Effect of Applied High Speed Balancing Method On Flexible Generator Rotor Response in Operation, 4th International Symposium on Stability Control of Rotating Machinery ISCORMA 4, Calgary, Canada, 27-30 August 2007.

Practical Balancing of Flexible Rotor for Power Generation, Proceedings of the ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2007 September 4-7, 2007, Las Vegas, Nevada, USA.

Diagnosis and treatment of bowed, misalign, and eccentric rotor trains, Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE 2009, August 30 - September 2, 2009, San Diego, California, USA.

## 7. CUPO

Máximo 25 participantes.

## 8. FECHA

Noviembre 20, 21, y 22 de 2019.

## 9. LUGAR

### HOTEL JUAN MARÍA

Cra. 28 # 27-10.

Tuluá, Valle - Colombia.

Tel: (2) (2244562) Cel. 300-6078808

E-mail: administracion@hoteljuanmaria.com, mercadeo@hoteljuanmaria.com

## 10. VALOR

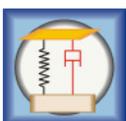
Valor de la inscripción por participante al seminario es de:

**\$3.850.000 + IVA** (tres millones ochocientos cincuenta mil pesos más iva), para Colombia.

Valor de la inscripción por participante del exterior al seminario es de **USD1.250.00**, libres de impuestos.

### El valor del seminario incluye:

- Material didáctico.
- Certificado de asistencia al seminario.
- Almuerzos y refrigerios.



**SERVIANÁLISIS S.A.S.**

**MECANALISIS**

## CURSOS DE CAPACITACIÓN 2019

# CURSO INTERNACIONAL AVANZADO EN ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TURBOMÁQUINAS

## 11. INSCRIPCIONES

### SERVIANÁLISIS SAS

Calle 42 A Nro 24 - 47

Tel: 2258511

Cel: 313 7191739

TULUÁ - VALLE DEL CAUCA

areatecnica@servianalisis.co, servianalisisltda@yahoo.com

Web: www.servianalisiscolombia.com



## SERVIANÁLISIS S.A.S.

