



Chacabuco 1085, of. 502. Concepción, Chile.  
+56 41 269 7213, +56 9 9833 0367  
contacto@lind.cl

**CURSO CORTO DE MONITOREO ESTRUCTURAL  
DICTADO POR CHARLES FARRAR Y MICHAEL TODD.  
EXPERTOS DE LOS ALAMOS DYNAMICS.**

**SANTIAGO DE CHILE - 12, 13 Y 14 DE SEPTIEMBRE.**  
DOCUMENTO MODIFICADO AL 16 DE AGOSTO

## “CURSO CORTO DE MONITOREO ESTRUCTURAL DICTADO POR CHARLES FARRAR Y MICHAEL TODD. ”

### 1. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Charles Farrar y Michael Todd, expertos mundiales en el área de ingeniería estructural, impartirán el primer curso de monitoreo estructural en Chile los días 12, 13 y 14 de septiembre en la ciudad de Santiago de Chile.

Este curso introducirá a los participantes al campo del estudio de daño en estructuras mediante monitoreo estructural, también conocido como Structural Health Monitoring. Además de la motivación histórica y desarrollo de los métodos de análisis, se incluye la teoría, aplicación e implementación computacional con ejemplos de software.

Este curso se dicta anualmente en distintos centros de investigación, universidades y empresas alrededor del mundo. En esta instancia se contará con traducción simultánea a español y apuntes en español o inglés a elección.

### 2. CONTENIDO DEL CURSO

El curso consta de tres días, con un total aproximado de 20 horas pedagógicas. Su contenido se presenta a continuación:

Hora	Día 1
8:30-9:00	Presentación de Instructor y Participantes.
9:00-10:00	1. Introducción (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Motivación para realizar monitoreo estructural; Paradigma reconocimiento de patrones estadístico; Revisión Histórica: aplicaciones aeroespaciales/civiles/mecánicas.</li> </ul>
10:00-11:00	2. Revisión métodos no destructivos (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ultrasonido; Emisiones acústicas; Termografías; Corrientes de Eddy; Radiografías.</li> </ul>
11:00-11:15	Coffee Break
11:15-11:45	3. Evaluación de Operaciones (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Justificación económica; Definición de daño; Limitantes; Casos de estudio.</li> </ul>
11:45-12:45	4. Adquisición de Datos I (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Componentes en redes de sensores; Desempeño de sensores; Acondicionamiento de señales; Paradigmas en redes de sensores; Excitación.</li> </ul>
12:45-14:00	Almuerzo Libre

14:00-15:00	5. Ejercicios de Software <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revisión de software desarrollados; Revisión de procesos de ensamblaje; Introducción a monitoreo estructural; Estimación mediante espectro.</li> <li>– Ejemplo de monitoreo de condición.</li> </ul>
15:00-15:15	Break
15:15-16:15	6. Telemetría (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revisión sistemas embebidos; Adquisición de datos; Inteligencia autónoma; Comunicaciones inalámbricas; Integración de sistemas; Procesamiento en terreno.</li> </ul>
16:15-16:30	Coffee Break
16:30-17:30	7. Sensores Piezoeléctricos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Introducción a materiales piezoeléctricos; Métodos basados en impedancia.</li> <li>– Auto diagnóstico de sensores.</li> </ul>

Hora	Día 2
8:30-9:30	8. Medición por Fibra Óptica (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conceptos básicos en medición por fibra óptica (interferometría, multiplexado); Métodos comunes de medición; Comparación de desempeño; Ejemplos (I-10, Barco Patrullero).</li> </ul>
9:30-10:30	9. Procesamiento de Señales <ul style="list-style-type: none"> <li>– Clasificación de señales; Transformada de Fourier; Funciones de correlación; Función respuesta a un impulso y función respuesta; Tiempo - Frecuencia; Filtros.</li> </ul>
10:30-10:45	Coffee Break
10:45-11:45	10. Herramientas estadísticas básicas (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Momentos estadísticos/Distribuciones; Estimación de densidad; Intervalo de confianza; Teoría de límite central; Análisis de componentes principales.</li> </ul>
11:45-12:45	11. Ondas Guiadas <ul style="list-style-type: none"> <li>– Teoría propagación de ondas; Procesamiento de señales para ondas guiadas; Acústica no lineal/ Acústica de tiempo inverso; Integración con otras tecnologías de monitoreo de estructuras – aplicaciones.</li> </ul>
12:45-14:00	Almuerzo Libre
14:00-15:00	12. Ejercicios de Software <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ubicación óptima de sensores; Método de la matriz de Fisher; Enfoque de máxima norma; Monitoreo activo con ondas guiadas.</li> </ul>
15:00-15:15	Break

15:15-16:15	13. Características sensibles al daño 1(Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Criterio de selección de características; Características vs métricas; Forma de onda/imagen comparación; Estadística Básica; Parametrización; Modelos de series de tiempo.</li> </ul>
16:15-16:30	Coffee Break
16:30-17:30	14. Características sensibles al daño 2 (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Respuesta no lineal; Comparación de formas de onda: Detección no lineal; Modelo de serie de tiempo no lineal; Errores residuales; Métodos de integración caóticos; Selección automática de características.</li> </ul>

Hora	Día 3
8:30-9:30	15. Introducción a la inferencia estadística (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aprendizaje supervisado vs. No supervisado.</li> <li>– Clasificación de grupo.</li> <li>– Modelación regresiva.</li> <li>– Detección de novedades.</li> <li>– Outlier análisis.</li> <li>– Testeo de hipótesis.</li> </ul>
9:30-10:30	16. Aprendizaje no supervisado (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Outlier análisis.</li> <li>– Proceso de control estadístico.</li> <li>– Técnicas de proyección.</li> </ul>
10:30-10:45	Coffee Break
10:45-11:45	17. Métodos de aprendizaje supervisado (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redes neuronales.</li> <li>– Función radial base.</li> <li>– Support vector machines.</li> <li>– Análisis de regresión.</li> </ul>
11:45-12:45	18. Normalización de datos (Charles Farrar) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Efectos ambientales y operacionales</li> <li>– Modelación paramétrica del ambiente</li> <li>– Tablas Look-up</li> <li>– Técnicas de aprendizaje de máquina</li> <li>– Diseño experimental</li> </ul>
12:45-14:00	Almuerzo Libre
14:00-15:00	19. Ejercicios de software <ul style="list-style-type: none"> <li>– Introducción a datasets de edificio de 3 pisos.</li> <li>– Extracción de características con modelos de tiempo.</li> <li>– Detección de outliers.</li> <li>– Modificación de procedimientos de monitoreo.</li> </ul>
15:00-15:15	Coffee Break

15:15-16:00	20. Diseño de un sistema de monitoreo estructural (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bayes.</li> <li>- Teoría de detección clásica.</li> <li>- Diseño de detección.</li> <li>- Ejemplos de localización/detección.</li> </ul>
16:00 – 17:00	21. Diseño de un sistema de monitoreo estructural: Optimización (Michael Todd) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejemplos de diseño.</li> <li>- Robustez.</li> <li>- Estudios comparativos.</li> </ul>
17:00 – 17:30	Cierre

### 3. OBJETIVOS DEL CURSO

- I. Conocer las tecnologías actuales y las que están en desarrollo para la toma de datos en monitoreo estructural.
- II. Comprender el uso de indicadores de daño para identificar, localizar y cuantificar daño.
- III. Discutir sobre problemas prácticos de implementación, incluyendo la influencia de las condiciones ambientales y operacionales en el monitoreo estructural.
- IV. Aplicar diferentes herramientas de clasificación que pueden ser usadas en monitoreo estructural.
- V. Comprender conceptos de diseño de sistemas de monitoreo estructurales óptimos.

### 4. Expositores



**Dr. Charles Farrar:** es presidente de Los Alamos Dynamics y tiene más de 30 años de experiencia en Los Alamos National Laboratory (LANL). Obtuvo su doctorado en la Universidad de Nuevo México en el año 1988. Los primeros diez años de su carrera en LANL se enfocaron en realizar estudios analíticos y experimentales en estructuras de plantas nucleares bajo cargas sísmicas. Actualmente, su investigación se centra en desarrollar soluciones de hardware y software integrado para problemas de monitoreo estructural. Los resultados de sus investigaciones han sido documentados en más de 300 publicaciones científicas, publicaciones de conferencias, reportes de LANL, presentaciones en conferencias internacionales y recientemente como co-autor de un libro con el profesor Keith Worden titulado “Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective”.



**Dr. Michael Todd:** se recibió como ingeniero en el año 1992, obtuvo su grado de magíster el año 1993 y doctorado el año 1996 en la Universidad de Duke, USA. El año 2000 trabajó en los laboratorios de investigación de la Armada de Estados Unidos en temas de fibra óptica para monitoreo estructural. El año 2003, se integró el departamento de ingeniería estructural en la Universidad de California en San Diego. A la fecha tiene más de 100 publicaciones en revistas internacionales, 160 publicaciones de conferencias y 4 patentes.

## 5. VALOR DEL SERVICIO

Los tipos de inscripción se presentan a continuación. Se considera un valor reducido para personas que se inscriban hasta el día 31 de agosto (tarifa temprana), aumentando la tarifa pasada esta fecha (tarifa tardía).

Tipo	Apuntes	Libro	Tarifa Temprana CLP	Tarifa Temprana USD	Tarifa Tardía CLP	Tarifa Tardía USD
Full Profesional	√	√	\$680.000	\$990	\$880.000	\$1350
Profesional	√		\$580.000	\$880	\$780.000	\$1190
Estudiante	√		\$180.000	\$270	\$280.000	\$430
Grupos *	√	√	\$580.000	\$880	\$780.000	\$1350

\* Tarifa individual para grupos conformados por más de tres personas.

Para cada participante se considera:

- Apuntes: carpeta con diapositivas del curso impresas.
- Libro: "Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective". Escrito por Charles Farrar y Keith Worden. [Link Amazon](#).
- Traducción simultánea.
- Diploma de participación.

## 6. REQUERIMIENTOS

Se requiere que todos los participantes asistan al curso con una computadora personal con el software MATLAB instalado. Además, se requiere que los participantes tengan conocimientos matemáticos avanzados.

## 7. INSCRIPCIÓN

La inscripción debe realizarse en el sitio web: [www.lind.cl/curso](http://www.lind.cl/curso).

## 8. FORMA DE PAGO

Los pagos se realizarán mediante depósito a Cta. Cte. 225-38435-03 del Banco de Chile, con un plazo máximo de 7 días luego de realizada la inscripción.

En caso de consultas, comunicarse al teléfono: +56 41 269 7213, +56 41 273 8050, +56 9 9833 0367 o al correo electrónico: [contacto@lind.cl](mailto:contacto@lind.cl).