

PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
ME5704	Mantenimiento Predictivo			
Nombre en Inglés				
Predictive Maintenance				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	1.5	1.5	7.0
Requisitos			Carácter del Curso	
ME4701 Vibraciones Mecánicas			Electivo Ingeniería Civil Mecánica	
Competencia a la que tributa el curso				
<ol style="list-style-type: none"> Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el mantenimiento predictivo dentro de una correcta gestión de activos físicos de componentes, equipos y sistemas mecánicos. Interpretar los resultados de la modelación y simulación de fenómenos relacionados con el desarrollo de modos de falla críticos, potencialmente detectables, a través del análisis de sus síntomas. Esto conducirá a alcanzar una correcta Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad de componentes, equipos y sistemas mecánicos, estableciendo la pertinencia de las técnicas utilizadas para ello. Realizar una correcta aplicación de la estrategia de mantenimiento predictivo, pilar fundamental para un correcto mantenimiento de máquinas. Integrar diferentes variables de condición, tanto mecánicos como eléctricos y de proceso, que permitan realizar diagnósticos más certeros e incipientes de falla Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés. Trabajar en equipos multidisciplinarios, en condiciones académico-industriales, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica. 				

Resultados de Aprendizaje

El propósito del curso Mantenimiento Predictivo es entregar las herramientas analíticas, numéricas y experimentales necesarias para predecir y analizar fenómenos asociados a un correcto manejo de los activos físicos de diferentes procesos productivos (minería, energía, petróleo y gas, defensa, transporte entre otros). Estos enfocados al lucro o al servicio, los que se presentan en muchas aplicaciones de la ingeniería mecánica y de la industria.

Las máquinas, al igual que los seres humanos, emiten síntomas al momento de comenzar el desarrollo de fallas. Estos síntomas son variables de condición que deben ser considerados, comprendiendo el mecanismo de degradación que los gobierna, para diagnosticar fallas. Dentro de estas variables las más importantes corresponden al análisis de las vibraciones mecánicas y análisis de aceite.

El curso busca cubrir los desafíos de un correcto mantenimiento predictivo, principalmente para equipos rotatorios, tanto para componentes como para sistemas. Para ello se establecerán los cimientos para una correcta ingeniería de la disciplina y un conocimiento acabado de las diferentes técnicas de detección.

Esta asignatura corresponde a una segunda etapa en la formación en el área, buscando complementar los conceptos de la asignatura obligatoria ME5702 Gestión de Activos Físicos. Para lo anterior es pilar fundamental haber cursado la asignatura ME4701 Vibraciones Mecánicas.

Al término del curso el estudiante demuestra que:

- 1.1 Establece y aplica un correcto proceso de mantenimiento predictivo, el cual es uno de los pilares de una correcta gestión de activos físicos.
- 1.2 Lleva a cabo un correcto análisis de la información de condición disponible, para que sea integrado en los modelos de decisión de gestión de activos físicos.
- 1.3 Contempla métodos inductivos y deductivos de pronóstico de salud de los equipos.
- 1.4 Trabaja en equipo para la resolución de problemas asociados a la gestión de mantenimiento, considerando este como uno más de los elementos que afectan el correcto desempeño de los equipos y sistemas.

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología que se desarrollará en este curso es activo-participativa en donde la principal estrategia que desarrollaran es el "método proyectos", además se incluyen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clase expositiva 2. Clase auxiliar 3. Ejercicios 4. Tareas 5. Proyecto en la industria. 	<p>La propuesta de evaluación es de proceso, en donde el estudiante deberá demostrar sus competencias en las siguientes instancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tareas • 1 Control • Realización de "Proyecto semestral" en la industria, el cual posee tres evaluaciones parciales y una entrega final • Examen.

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Ingeniería de Mantenimiento Predictivo	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Introducción 2. Conceptos Básicos 3. Definición de algoritmos de detección.	El estudiante: 1. Conoce las diferentes técnicas de análisis. 2. Comprende y aplica herramientas matemáticas para la identificación de modos de falla potencialmente detectables. 3. FMECA-RCM enfocado al mantenimiento predictivo 4. Presentación de las estrategias de Mantenimiento Predictivo. 5. Revisión de técnicas complementarias a las fundamentales	[1] caps. 1 [2] caps. 1 [7] caps. 6

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Mantenimiento Predictivo - Vibraciones	10
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Introducción al análisis de vibraciones 2. Cadena de Medición 3. Análisis Espectral 4. Análisis de la forma de onda 5. Análisis Avanzado Vibraciones	El estudiante: 1. Conoce los elementos básicos para el monitoreo y el diagnóstico de fallas en máquinas a través del análisis de vibraciones. 2. Comprende la adquisición de datos y análisis espectral. 3. Entiende la cadena de Medición de la vibración. 4. Evalúa la severidad vibratoria. 5. Aplica técnicas básicas del análisis vibratorio: Espectral, forma de onda y fase.	[1] caps. 2 a 5 [2] caps. 2 a 5

	<ol style="list-style-type: none"> 6. Aplica técnicas avanzadas de análisis como ejes de baja frecuencia, order tracking, orbita, demodulación, envolvente, kurtosis espectral, análisis de partida y parada, transformada tiempo frecuencia. 7. Aplica análisis vibratorio para las fallas más comunes en máquinas rotatorias. 8. Comprende los elementos básicos para el balanceamiento de rotores rígidos. 9. Entiende los alcances para el diagnóstico de la condición mecánica de rodamientos. 10. Entiende los alcances para el diagnóstico de falla en caja de engranajes. 11. Entiende los alcances para el diagnóstico de falla en turbomáquinas. 12. Entiende los alcances para el diagnóstico de falla en motores de inducción (vibraciones y corriente/voltaje). 	
--	---	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Mantenimiento Predictivo – Análisis de Aceite	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción Tribología 2. Espectrografía 3. Conteo de partículas 4. Ferrografía analítica 5. LARC (Lubricante, Aire, Refrigerante, Combustible) 	<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entiende los diferentes parámetros en tribología 2. Comprende cómo aplicar las técnicas de análisis para el diagnóstico. 3. Entiende los efectos de los fluidos en el mantenimiento proactivo 	<p>[5] caps.1 a 10</p>

Bibliografía General

- [1] E. Salamanca. Apuntes Mantenimiento Predictivo, 2020.
- [2] R. B. Randall. Vibration-based Condition Monitoring, 2011.

Bibliografía complementaria

- [3] Smith, J. D. (2003). Gear Noise and Vibration, Second Edition
- [4] John R. (2005). Taylor Classical Mechanics
- [5] Pedro Ramón Albarracín Aguillón. Tribología y lubricación, 5ta edición 2015.
- [6] Robert E. Melchers. Structural Reliability Analysis and Prediction, 2002.
- [7] Marvin Rausand and Arnljot Hoyland. System Reliability Theory Models, Statistical Methods and applicatons.

Vigencia desde:	Otoño 2016
Elaborado por:	Eduardo Salamanca Henríquez
	Validado por:
Revisado por:	ADD