

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mantenimiento
Clave de la asignatura:	MEC-1016
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Mecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En esta asignatura el estudiante adquiere una formación que le permite aplicar ciertos conocimientos adquiridos con anterioridad los cuales le ayudaran a resolver determinados problemas relacionados con el mantenimiento a los diferentes equipos utilizados en la industria. Esto le permitirá insertarse en el sector productivo en el área de mantenimiento, si esta fuera el caso. Por esta razón, se puede considerar que mantenimiento es una asignatura de extrema importancia al ser considerada como aplicativa.

Esta asignatura está íntimamente relacionada con las materias de Vibraciones Mecánicas, Refrigeración y Aire acondicionado, Maquinas de Fluidos compresibles e Incompresibles, Diseño Mecánico I y II, Transferencia de calor, Automatización industrial, Sistemas e instalaciones hidráulicas, Sistemas integrados de manufactura, Sistemas de generación de energía.

Al término del curso el estudiante podrá argumentar las razones de la aplicación de ciertas técnicas, el grado de confiabilidad de estas y las observaciones especiales o cuidados que debe de tener al hacer uso de ella durante su labor como profesional.

Intención didáctica

Se organiza el temario, en cinco unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en las dos primeras unidades; se incluye una tercera, cuarta y quinta unidad que se destina a la aplicación de las técnicas de mantenimiento.

El curso de mantenimiento pretende presentarle al estudiante un panorama completo sobre las teorías y la aplicación de las técnicas para implementar un programa de mantenimiento, apegándose a las filosofías y/o teorías relacionadas con la asignatura.

En la primera unidad se pretende de manera general abordar el concepto, evolución y aplicación del mantenimiento en los diferentes ámbitos.

En la segunda unidad se presentan las teorías y el procedimiento para establecer los programas de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo.

En la unidad tres, se estudia y analiza el mantenimiento enfocado a la lubricación basado en el tipo, clasificación y sistema de lubricación con la aplicación de un programa de mantenimiento.

En la cuarta unidad se abordan y analizan las causas y efectos que provocan las vibraciones mecánicas en lo equipos determinando el tipo de mantenimiento adecuado.

En la quinta unidad, se trata lo relacionado con los requerimientos y procedimientos necesarios para hacer el montaje de un equipo, así como las técnicas de alineación para los diferentes equipos.

En cada una de las unidades el estudiante aplica una actividad integradora, que le permite comprender los conceptos de mantenimiento necesarios para poder establecer programas y usar técnicas

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

actualizadas para la conservación de las propiedades de una empresa. Logrando con ésta materia la utilidad que tiene para su desempeño profesional.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer las condiciones y características de los fenómenos y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual forma, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura. En esta materia se requiere que el facilitador cuente con amplia experiencia tanto teórica como practica, en el campo del mantenimiento industrial, así como de las diferentes técnicas que actualmente se aplican.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán,	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.

	Ciudad Victoria, Superior de Coatzacoalcos, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coatzacoalcos, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Alvarado, Boca del Río, Cajeme, Cd. Serdán, Cd. Victoria, Chihuahua, Culiacán, La Laguna, Pachuca, Querétaro, Tláhuac II y Veracruz.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna,	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña e implementa programas de mantenimiento, utilizando como herramienta software relacionado y asegurando la disponibilidad de los distintos recursos.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analizar los niveles de vibración (amplitud y frecuencia) ▪ Aplicar las diferentes técnicas de balanceo dinámico ▪ Analizar sistemas de un grado de libertad cuando se excitan por fuerzas armónicas ▪ Seleccionar e integrar los diversos elementos mecánicos en máquinas y sistemas mecánico. ▪ Seleccionar e instalar máquinas y dispositivos eléctricos ▪ Identificar y seleccionar los dispositivos electrónicos industriales, utilizados para la automatización. ▪ Identificar y operar sistemas donde se efectúen procesos de transferencia de calor. ▪ Identificar y operar sistemas de fluidos en conductos cerrados. ▪ Identificar y operar sistemas e instalaciones hidráulicas.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Evolución y taxonomía del mantenimiento	1.1. Evolución del mantenimiento 1.2. Concepto e importancia del mantenimiento industrial. 1.3. Definición de mantenimiento. 1.4. Papel de mantenimiento en la industria.
2	Teorías del mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo	2.1. Definición y características. 2.2. Ventajas y desventajas. 2.3. Programación.
3	Lubricación	3.1. Principios básicos de la lubricación. 3.2. Clasificación de los lubricantes. 3.3. Sistemas de aplicación de lubricantes. 3.4. Selección de lubricantes.

		3.5. Programa de lubricación.
4	Aplicación de la teoría de las vibraciones	4.1. Medición de vibraciones. 4.2. Análisis de vibraciones. 4.3. Diagnostico de vibraciones. 4.4. Balanceo de rotores. 4.5. Registro y análisis de vibraciones.
5	Montaje y técnicas de alineación	5.1. Cimentación. 5.1.1. Requerimientos de cimentación. 5.1.2. Tipos de anclaje. 5.2. Procedimiento del montaje. 5.3. Nivelación y alineación de equipos. 5.3.1. Procedimientos y técnicas de alineación.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

I. Evolución y taxonomía del mantenimiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): comprende el origen y evolución del mantenimiento.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Habilidad para trabajar en forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la historia y los conceptos de mantenimiento industrial. • Exponer los tipos de conceptos y definiciones. • Realizar una investigación de campo acerca de la importancia que tiene el mantenimiento en la industria. • Hacer una mesa de discusión para determinar el papel del mantenimiento.

II. Teorías del mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Interpreta las diferentes teorías del mantenimiento. Diseña, ejecuta y supervisa programas de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Búsqueda del logro 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la definición de mantenimiento así como sus características (correctivo, preventivo y predictivo). • Realizar exposición de los temas de investigación y comentar sus ventajas y desventajas del mantenimiento. • Realizar una mesa de debates de los beneficios que trae una buena aplicación del mantenimiento • Realizar prácticas con la aplicación de Software, para programar el mantenimiento: Correctivo, preventivo, predictivo. • Debatir las ventajas y desventajas del uso de software para programas de mantenimiento.
III. Lubricación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Comprende e identifica la función e importancia de los distintos lubricantes de los equipos usados en la industria. Diseña, ejecuta y supervisa programas de lubricación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los principios básicos de lubricación, así como los diferentes tipos de lubricantes. • Clasificar los diferentes tipos de lubricantes, las características y sus propiedades. • Realizar un programa de lubricación para una máquina con la aplicación de Software.

<ul style="list-style-type: none"> • Solución de problemas • Toma de decisiones • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas 	
IV. Aplicación de la teoría de las vibraciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza y diagnostica problemas de vibraciones en maquinaria.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar prácticas relacionadas con equipos con problemas de vibración. • Determinar el tipo de balanceo para un determinado tipo de rotor. • Hacer aplicaciones de: Medición y análisis de vibraciones. Balanceo dinámico en general • Realizar el diagnóstico de vibraciones.

V. Montaje y técnicas de alineación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Verifica el montaje y alineación de maquinaria.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los diferentes tipos de cimentación que se utilizan en los equipos. • Exponer los diferentes tipos de requerimientos de cimentación así como su anclaje de los equipos mecánicos. • Investigar el procedimiento de montaje. • Realizar la alineación y nivelación de equipo. • Proponer equipos para detallar los procedimientos y técnicas de alineación.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Describir las herramientas de un Software de mantenimiento: Correctivo, preventivo, predictivo y lubricación ▪ Utilizando un software, programar el mantenimiento: Correctivo, preventivo, predictivo y lubricación. ▪ Hacer aplicaciones de: Medición, análisis y diagnóstico de vibraciones. ▪ Aplicar técnicas de Balanceo dinámico en diferentes tipos de rotor. ▪ Hacer una aplicación del montaje en un equipo determinado. ▪ Efectuar la alineación de equipos con acoplamiento: Directo, y con bandas de transmisión.
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Examen escrito de cada unidad.
- Reporte de actividades extra clase asignados por cada unidad del programa.
- Realizar y entregar reporte de prácticas en laboratorio.
- Realizar proyectos de mantenimiento.
- Exposición frente a grupo de los trabajos relacionados con las aplicaciones prácticas de los diferentes temas
- Se recomienda considerar un 60% de la calificación el desempeño práctico del estudiante
- Se recomienda considerar un 40% de la calificación los conocimientos teóricos del estudiante.
- Reporte de visitas de campo realizadas durante el curso.

11. Fuentes de información

1. Adolfo Crespo Márquez, Pedro Moreu de León, Antonio Sánchez Herguedas. Ingeniería de mantenimiento. Técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. Ed. AENOR.
2. Santiago García Garrido, Organización y gestión integral de mantenimiento, Ed. Díaz de Santos
3. Francisco Javier González, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, Ed. Fundación Confemetal
4. Armando Alfonso Alfonso, Elementos de Mantenimiento, CENAPRO
5. E. T. Newbrough, Administración del Mantenimiento Industrial, DIANA
6. Enrique Dounce Villanueva, Administración de Mantenimiento,
7. Walter René Casilaya Marón, Ingeniería de Mantenimiento Hospitalario

8. Lindley R. Higgins, Maintenance Engineering Handbook, Mc Graw Hill.
9. Pedro Albarracín Aguillón, Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz
10. J. George Wills, Lubrication Fundamentals, W. S. Robertson, Lubrication Fundamentals,
11. Manual de Lubricación: Interlub, KLuber, Chevron, Mobil, Shell
12. Harris & Crede, Shock and Vibration Handbook, Mc Graw Hill
13. IRD Mechanalysis, Manual de Instrucciones
14. R. Flores Berrones, Parámetros de Diseño en Cimentaciones de Maquinaria, SAHOP
15. Barkan D. D., Dynamics of Bases and Foundations, Mc Graw- Hill
16. Jhon Piotrowski, Shaft Alignment Handbook, 3a Ed, CRS Press
17. Ivan Mejia Jaramillo, Instalación de Bombas Centrífugas, CECSA