

## ASIGNATURA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

<b>1. Competencias</b>	<p>Diseñar estrategias de mantenimiento mediante el análisis de factores humanos, tecnológicos, económicos y financieros, para la elaboración y administración del plan maestro de mantenimiento que garantice la disponibilidad y confiabilidad de planta, contribuyendo a la competitividad de la empresa.</p> <p>Optimizar las actividades del mantenimiento y las condiciones de operación de los equipos a través de técnicas y herramientas de confiabilidad para incrementar la eficiencia global de los equipos y reducir los costos de mantenimiento como apoyo a la sustentabilidad y la competitividad de la empresa.</p>
<b>2. Cuatrimestre</b>	Noveno
<b>3. Horas Teóricas</b>	36
<b>4. Horas Prácticas</b>	54
<b>5. Horas Totales</b>	90
<b>6. Horas Totales por Semana Cuatrimestre</b>	6
<b>7. Objetivo de Aprendizaje</b>	El alumno será capaz de implementar un programa de mantenimiento predictivo para asegurar la disponibilidad de los equipos productivos mediante la medición y análisis de las vibraciones mecánicas.

Unidades de Aprendizaje	Horas		
	Teóricas	Prácticas	Totales
<b>I.- Clasificación de las vibraciones mecánicas</b>	18	24	42
<b>II.- Medición, diagnóstico y fallas de vibraciones</b>	12	18	30
<b>III.- Mantenimiento predictivo sobre vibraciones</b>	6	12	18
<b>Totales</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>90</b>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

<b>1. Unidad de Aprendizaje</b>	<b>I.- Clasificación de las vibraciones mecánicas</b>
<b>2. Horas Teóricas</b>	18
<b>3. Horas Prácticas</b>	24
<b>4. Horas Totales</b>	42
<b>5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje</b>	El alumno analizará un sistema vibratorio para obtener sus parámetros mediante la aplicación de métodos matemáticos.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Parámetros de las vibraciones mecánicas	Reconocer los parámetros de la vibración: amplitud, velocidad, aceleración y frecuencia natural de las vibraciones mecánicas y sus unidades de medición a partir del análisis del movimiento armónico simple.	Diferenciar los parámetros de las vibraciones mecánicas y sus características.	Responsabilidad Proactivo Liderazgo Motivación
Clasificación de las vibraciones mecánicas	Definir los tipos de vibraciones mecánicas: vibración libre, libre amortiguada, forzada y amortiguada, no lineales, con dos grados de libertad, con varios grados de libertad.	Diferenciar los sistemas vibratorios y seleccionar el adecuado para llevar a cabo el análisis de un mecanismo.	Responsabilidad Puntualidad Proactivo Liderazgo Motivación
Métodos numéricos para el análisis de los sistemas vibratorios	Reconocer los elementos necesarios para la modelación matemática como son: diagrama de cuerpo libre, segunda ley de Newton, energía cinética, par de torsión, momentos de inercia, trigonometría, álgebra, ecuaciones diferenciales, series de Fourier, álgebra lineal.	Obtener las ecuaciones a partir de un modelo físico, para calcular los parámetros y la frecuencia natural de un sistema vibratorio.	Responsabilidad Puntualidad Proactivo Liderazgo Motivación

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>Elabora un diagrama que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación e interpretación de los parámetros de las vibraciones mecánicas usando el modelo masa-resorte</li> <li>• Un esquema donde represente el tipo de sistema vibratorio que mejor describa la configuración de un mecanismo de su entorno</li> <li>• Solución a través de las ecuaciones para calcular los parámetros de la vibración y la frecuencia natural de un sistema mecánico de su entorno</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los parámetros de las vibraciones mecánicas predictivo</li> <li>2. Interpretar un diagrama masa-resorte e identificar los parámetros de la vibración</li> <li>3. Diferenciar la configuración de los sistemas vibratorios</li> <li>4. Interpretar las ecuaciones para calcular los parámetros de vibración de un sistema mecánico real</li> <li>5. Identificar los parámetros de un sistema vibratorio</li> </ol>	<p>Estudio de casos Lista de cotejo (Descripción, Desarrollo, Análisis, Conclusiones, Reporte de cálculos de ecuaciones)</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Aprendizaje auxiliado por las tecnologías de la información Ejercicios prácticos Aprendizaje basado en problemas	Cañón Proyector Computadora Internet Software de simulación de vibraciones

### ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
X		

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

<b>1. Unidad de Aprendizaje</b>	<b>II.- Medición, diagnóstico y fallas de vibraciones</b>
<b>2. Horas Teóricas</b>	12
<b>3. Horas Prácticas</b>	18
<b>4. Horas Totales</b>	30
<b>5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje</b>	El alumno evaluará la condición mecánica de un equipo productivo de su entorno para diagnosticar las causas de las fallas que se puedan presentar en él, mediante la medición y el análisis de las vibraciones mecánicas y aplicar la técnica de corrección adecuada.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Adquisición de datos	Identificar el equipo necesario para la medición de las vibraciones mecánicas como: analizador de vibración, acelerómetro y accesorios de montaje.	Monitorear los valores de amplitud, velocidad y aceleración en tiempo real de la vibración en un equipo mecánico, operando equipo de medición de vibraciones mecánicas, ajustando sus parámetros y manipulando de forma segura sus componentes.	Responsabilidad Honestidad Proactivo Liderazgo Motivación
Diagnóstico de fallas en maquinaria	Interpretar los resultados obtenidos en la medición de vibraciones, mediante el uso de <i>software</i> para diagnosticar el estado mecánico del equipo utilizando los patrones de causas de fallas como: desbalance, desalineamiento, rodamiento y engranes en mal estado, resonancia, montaje deficiente, etc.	Diagnosticar la condición del equipo mecánico mediante el agrupamiento, organización y clasificación de los datos para el análisis de los resultados obtenidos en la medición de vibración por medio de una herramienta de procesamiento de datos.	Responsabilidad Honestidad Proactivo Liderazgo Motivación

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

<b>Temas</b>	<b>Saber</b>	<b>Saber hacer</b>	<b>Ser</b>
Técnicas de corrección de fallas mecánicas	Reconocer las técnicas de: balanceo, alineación, lubricación y reposición de elementos mecánicos para solucionar problemas diagnosticados a partir de la medición y análisis de las vibraciones mecánicas.	Corregir un problema en un sistema mecánico que ocasiona vibraciones fuera de los rangos seguros de operación.	Responsabilidad Honestidad Puntualidad Liderazgo Motivación

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
Elabora un reporte por escrito en donde realice un esquema del equipo mecánico sobre el cual llevó a cabo las mediciones de vibración y registre los resultados obtenidos, realiza una comparación contra los valores seguros de operación contenidos en las gráficas de severidad de vibración y registrar las fallas encontradas en la maquinaria y ejecuta un balanceo dinámico en un equipo rotativo documentando la secuencia de: medición de la vibración, cálculos de balanceo y corrección del desbalance	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar el equipo de medición, sus componentes y datos a recolectar</li> <li>2. Interpretar los resultados de las mediciones de vibración tomadas en un mecanismo de su entorno</li> <li>3. Evaluar la condición mecánica del equipo</li> <li>4. Reconocer las técnicas de corrección de fallas</li> <li>5. Seleccionar la técnica adecuada que corresponda a la falla encontrada</li> </ol>	<p>Ejercicios prácticos Lista de verificación</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Instrucción programada Práctica demostrativa Ejercicios Prácticas	Equipo de vibraciones Software para análisis de vibraciones Cañón Proyector Computadora Internet

### ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
	X	

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

## MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

### UNIDADES DE APRENDIZAJE

<b>1. Unidad de Aprendizaje</b>	<b>III.- Mantenimiento predictivo sobre vibraciones</b>
<b>2. Horas Teóricas</b>	6
<b>3. Horas Prácticas</b>	12
<b>4. Horas Totales</b>	18
<b>5. Objetivo de la Unidad de Aprendizaje</b>	El alumno reconocerá la definición del mantenimiento predictivo para su implementación mediante la medición y análisis de vibraciones mecánicas.

Temas	Saber	Saber hacer	Ser
Definición del mantenimiento predictivo	Reconocer la definición y alcance del mantenimiento predictivo. Listar las técnicas empleadas en el mantenimiento predictivo: vibraciones mecánicas, termografía, ultrasonido y tribología.	Seleccionar la técnica adecuada: vibraciones mecánicas, termografía, ultrasonido y tribología, para emplearla en el mantenimiento predictivo.	Responsabilidad Honestidad Puntualidad Proactivo Liderazgo
Metodología de implementación del programa de mantenimiento predictivo	Listar los pasos de implementación del programa de mantenimiento predictivo basado en la medición y análisis de vibraciones mecánicas que contenga: diseño de rutas y frecuencias para la recolección de datos, medición y registro de resultados, interpretación de los resultados obtenidos, evaluación del estado mecánico, asignación de técnicas y tareas para la corrección de fallas.	Establecer un procedimiento para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo que contenga: diseño de rutas y frecuencias para la recolección de datos, medición y registro de resultados, interpretación de los resultados obtenidos, mediante herramientas virtuales para la evaluación del estado mecánico, asignación de técnicas y tareas para la corrección de fallas.	Responsabilidad Honestidad Puntualidad Proactivo Liderazgo Motivación

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO DE EVALUACIÓN

Resultado de aprendizaje	Secuencia de aprendizaje	Instrumentos y tipos de reactivos
<p>Elabora un reporte por escrito que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama conceptual de la evolución del mantenimiento predictivo y sus técnicas</li> <li>• Programa de mantenimiento predictivo mecánico en base a la medición y análisis de las vibraciones mecánicas aplicándolo en un caso real que incluya: diseño de rutas y frecuencias para la recolección de datos, medición y registro de resultados, interpretación de los resultados obtenidos, evaluación del estado mecánico, asignación de técnicas y tareas para la corrección de fallas</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprender el concepto de mantenimiento predictivo</li> <li>2. Identificar las técnicas de aplicación del mantenimiento predictivo</li> <li>3. Aplicar la metodología de implementación del mantenimiento predictivo</li> <li>4. Identificar la secuencia de implementación mantenimiento predictivo con la ayuda de herramientas virtuales.</li> <li>5. Elaborar programa predictivo mecánico</li> </ol>	<p>Ejercicios prácticos Lista de verificación</p>

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos
Investigación Mapas mentales	Cañón proyector Computadora Internet Cámara Termográfica Equipo de Ultrasonido Equipo de vibraciones Densímetro o picnómetro.

### ESPACIO FORMATIVO

Aula	Laboratorio / Taller	Empresa
X		

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

## MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

### CAPACIDADES DERIVADAS DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Capacidad	Criterios de Desempeño
Estructurar los programas maestros de mantenimiento mediante filosofías de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo y autónomo para asegurar su cumplimiento	Elabora propuesta de mejora al plan maestro de mantenimiento en función de los resultados y análisis de la aplicación de las técnicas pertinentes de mantenimiento (inspección visual, lubricación, termografía, ultrasonido, vibraciones, alineación con láser y otras pruebas no destructivas).
Diagnosticar maquinaria y equipo mediante técnicas predictivas con ensayos no destructivos (termografía, vibraciones, ultrasonido, tribología, entre otras) aplicando modelos matemáticos y otras herramientas para la detección oportuna de fallas y optimización de las actividades de mantenimiento.	Presenta el diagnóstico de las condiciones de operación de los sistemas electromecánicos utilizando técnicas predictivas (inspección visual, lubricación, termografía, ultrasonido, vibraciones, alineación con láser y otras pruebas no destructivas).

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO

## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Año	Título del Documento	Ciudad	País	Editorial
Graham Kelly, S.	(2012)	<i>Mechanical Vibrations: Theory and Applications, SI</i>	Stamford, CT	USA	Cengage Learning
Beards, C.F.	(1995)	<i>Engineering vibration analysis with application to control systems.</i>	Londres	Reino Unido	Edward Arnold
Scheffer, C. y Girdhar P.	(2004)	<i>Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance</i>	Londres	Reino Unido	Newnes
Adams, J.R. M.	(2007)	<i>Rotating Machinery Vibration: From Analysis to Troubleshooting</i>	Nueva York	Estados Unidos de América	Dekker
Santamarina P. y Santamarina C.	(2005)	<i>Vibraciones Mecánicas en Ingeniería</i>	Valencia	España	Universidad Politécnica de Valencia
Pain, H. J.	(2005)	<i>The Physics of Vibrations and Waves</i>	West Sussex	Inglaterra	John Wiley & Sons, L. T. D.
Mobley, R. Keith	(1999)	<i>Root Cause Failure Analysis</i>	Boston	Estados Unidos de América	Newnes
Rey Sacristán, F.	s.a.	<i>Mantenimiento Total de la Producción</i>	s.l.	España	Fundación Confe Metal Editorial
Levitt, J.	(1997)	<i>The Handbook of Maintenance Management</i>	New York	Estados Unidos de América	Industrial Press, Inc.

<b>ELABORÓ:</b>	Comité de Directores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial	<b>REVISÓ:</b>	Dirección Académica	
<b>APROBÓ:</b>	C. G. U. T. y P.	<b>FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:</b>	Septiembre de 2020	