

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Vibraciones Mecánicas</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica</b>
Clave de la asignatura :	<b>AED-1067</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2-3-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico y Mecatrónico, la capacidad de aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales en la solución de problemas relacionados con las vibraciones. Para formular modelos, analizar y elaborar prototipos mecánicos y mecatrónicos.

Formular, evaluar, administrar proyectos de diseño, manufactura, diagnóstico, instalación, operación, control y mantenimiento de sistemas en los cuales se involucren las vibraciones mecánicas.

Crear, innovar, transferir y adaptar tecnologías en el campo de las vibraciones mecánicas, con actitud emprendedora y de liderazgo, respetando los principios éticos y valores universales, ejerciendo su profesión de manera responsable en un marco legal.

Participar en proyectos tecnológicos y de investigación científica con el objetivo de restituir y conservar el medio ambiente para propiciar un desarrollo sustentable.

Aplicar sus conocimientos, habilidades y aptitudes para cursar estudios de posgrado en diseño mecánico y/o mecatrónico.

Para integrarla se ha hecho un análisis del campo de la física, identificando los temas de vibraciones mecánicas que tienen una mayor aplicación en el quehacer profesional de este ingeniero.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales; se inserta en el sexto semestre de la trayectoria reticular; antes de cursar aquellas asignaturas a las que da soporte. De manera particular, lo trabajado en esta materia se aplica en el estudio de los temas: movimiento armónico, vibraciones libres con uno y varios grados de libertad, excitación armónica libre y forzada, y el balanceo de rotores entre otros.

Se relaciona con las materias de Diseño Mecánico I para Ingeniería Mecánica y Diseño de Elemento Mecánicos de Ingeniería Mecatrónica y Mantenimiento para ambas carreras, en el diseño de ejes por velocidad crítica y aplicación de conceptos como medición, análisis, diagnóstico, y balanceo de rotores, respectivamente, desarrollando competencias de los temas anteriores.

Esta asignatura aporta al perfil de los Ingenieros Mecánicos y Mecatrónicos la capacidad de

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

utilizar los diferentes instrumentos de medición de las vibraciones para analizar y conocer las diferentes patologías de fallas comunes en equipos mecánicos y mecatrónicos analizando la forma de onda en el tiempo y el espectro en el dominio de la frecuencia para control de la vibración.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en cinco unidades, tratando los contenidos conceptuales de la asignatura en la parte inicial de cada unidad; se incluyen problemas de aplicación, reforzando los conceptos a través de prácticas que realizan los propios estudiantes con la guía del facilitador.

Se abordan los conceptos básicos de vibraciones mecánicas al comienzo del curso buscando una visión de conjunto de este campo. Al estudiar cada tema, tales como grado de libertad, movimiento armónico y su representación fasorial, aplicación de las Series de Fourier al movimiento armónico, se incluyen los conceptos involucrados con ellos, para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos.

En la segunda unidad se inicia caracterizando las relaciones constitutivas de los elementos resorte, inercia y amortiguador, para dar una visión de conjunto del sistema característico y precisar luego el estudio de sus variables mecánicas y sus relaciones; posteriormente, se aplican diversos métodos de solución para determinar la frecuencia natural y determinación de la masa efectiva

En la tercera unidad se trata el análisis de sistemas sujetos a fuerzas armónicas externas, desbalanceo y cabeceo de flechas rotatorias, excitación armónica en la base y aislamiento e instrumentos de medición de vibraciones.

En la cuarta unidad se analiza lo relacionado con el balanceo de rotores y elementos rotativos. Tratándose los conceptos de: desbalance, rotor rígido y flexible. Los diferentes métodos de balanceo, así como también lo referente a las tolerancias.

En la quinta unidad, se mencionan los sistemas de vibraciones de modo normal con varios grados de libertad, el acoplamiento de sus coordenadas, sus propiedades ortogonales y la matriz modal para encontrar la solución del sistema. Se añaden los temas de vibración forzada y absorbedor de vibraciones.

Se sugiere una actividad integradora, que permita aplicar los conceptos estudiados. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores.

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 facilitador busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar.

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 los fenómenos de vibraciones mecánicas en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de ciertas experiencias; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y que esto sea a través de la observación, la reflexión y la discusión. La resolución de los problemas será después de este proceso.

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 manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plantear y resolver problemas que involucren las características del movimiento armónico.</li> <li>▪ Utilizar los conceptos de grados de libertad, fasores y movimiento armónico simple.</li> <li>▪ Aplicar métodos de resolución de series de Fourier.</li> <li>▪ Aplicar métodos para la determinación de la frecuencia natural.</li> <li>▪ Determinar las características del amortiguamiento de los sistemas mecánicos.</li> <li>▪ Analizar sistemas sujetos a una fuerza armónica externa.</li> <li>▪ Determinar el desbalanceo rotatorio y Cabeceo en flechas rotatorias.</li> <li>▪ Analizar el aislamiento de la vibración.</li> <li>▪ Utilizar instrumentos para la medición de la vibración.</li> <li>▪ Identificar los diferentes parámetros que generan vibraciones en sistemas Mecánicos y Mecatrónicos.</li> <li>▪ Monitorear los diferentes parámetros que generan vibraciones en sistemas Mecánico y Mecatrónicos.</li> <li>▪ Presentación e interpretación de los resultados obtenidos en el monitoreo.</li> <li>▪ Aplicar el balanceo a los diferentes tipos de rotores.</li> <li>▪ Analizar y caracterizar sistemas de varios grados de libertad.</li> </ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.</li> <li>• Conocimientos básicos de la profesión.</li> <li>• Capacidad para comunicarse con personas no expertas.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad de aplicación de software de ingeniería y matemáticas (Matlab, Matematica, Maple, Mathcad).</li> <li>• Conocimiento de lengua extranjera.</li> <li>• Reducción de problemas.</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Capacidad de toma de decisiones.</li> <li>• Conocimiento de instrumentos de medición.</li> <li>• Capacidad de análisis de graficas.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>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 Coahuila de Zaragoza, 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.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 9 de abril de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos:                      La Laguna, Pachuca, Boca del Río, Orizaba, Superior de Alvarado, Campeche y Culiacán.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas, del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>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 Coahuila de Zaragoza, 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.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo,</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.	
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.	Academias de Ingeniería Mecatrónica de los Institutos Tecnológicos: Durango y La Laguna.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Apizaco, Boca del Río, Ciudad Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Ciudad Madero, Ciudad Victoria, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Superior de Coatzacoalcos, Colima, Cuautla, Durango, Superior de El Dorado, El Llano de Aguascalientes, Huejutla, Huatabampo, Superior de Huixquilucan, Iguala, Superior de Irapuato, La Laguna, La Paz, León, Linares, Superior de Macuspana, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Nuevo Laredo, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Orizaba, Pachuca, Superior de Pátzcuaro, Superior de Poza Rica, Superior de Progreso, Puebla, Superior de Puerto Vallarta, Querétaro, Reynosa,	Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
	Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tacámbaro, Superior de Tamazula de Gordiano, Tehuacán, Tijuana Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Superior de Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Superior de Zongolica.	
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, La Laguna, Durango, Mérida y Pachuca.	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Modelar sistemas mecánicos oscilatorios para determinar sus características y comportamiento dinámico y aplicar técnicas de: balanceo dinámico de maquinaria, medición, uso de instrumentos, software para el análisis de vibraciones.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocimientos disciplinares (Ecuaciones diferenciales, algebra lineal, Transformadas de Laplace, Mecanismos, Métodos numéricos)
- Capacidad de análisis de reacciones y esfuerzos en sistemas mecánicos y mecatrónicos.
- Utilizar las herramientas de cálculo digital para la solución de la modelación matemática y la simulación de problemas de ingeniería (Matlab, Maple, Mathcad, Matematica).
- Capacidad para identificar, plantear, resolver y aplicar problemas en la práctica.
- Analizar y formular proyectos de productos o sistemas mecánicos atendiendo todos los requerimientos para su operación en base a criterios de ingeniería (mecanismos).
- Comprender las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto o sistema mecánico de acuerdo con los requerimientos de diseño y construcción (mecánica de materiales I).
- Aplicar métodos numéricos a integración y problemas de valor propio.
- Aplicación de las leyes de Newton (Dinámica)
- Análisis cinemático del movimiento armónico (Mecanismos)
- Identificar grados de libertad en los sistemas Mecánicos y Mecatrónicos.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Cinemática de la vibración	1.1. Grados de libertad. 1.2. Movimiento armónico y su representación. 1.2.1. Uso de fasores para la suma resta, multiplicación y división. 1.3. Serie de Fourier. 1.3.1. Método analítico 1.3.2. Método numérico 1.3.3. Aplicación del análisis armónico 1.3.4. Análisis espectral en el dominio del tiempo y la frecuencia.
2.	Vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad	2.1. Relaciones constitutivas del elemento resorte, inercia amortiguador. 2.2. Método de las fuerzas para el análisis de sistemas. 2.3. Método de la energía para sistemas sin amortiguamiento. 2.4. Masa efectiva.

		2.5. Amortiguamiento viscoso.
3.	Vibraciones de sistemas de un grado de libertad con excitación armónica	<p>3.1. Análisis de un sistema sujeto a fuerza armónica externa.</p> <p>3.2. Desbalanceo rotatorio y cabeceo de flechas rotatorias y elementos rotativos.</p> <p>3.3. Excitación armónica en la base.</p> <p>3.4. Aislamiento de la vibración</p> <p>3.5. Instrumentos de medición de vibración.</p>
4.	Balaceo de rotores y elementos rotativos	<p>4.1. Conceptos de desbalance, rotor rígido, flexible y su tolerancia.</p> <p>4.2. Balanceo estático.</p> <p>4.3. Balanceo dinámico en uno y dos planos por el método de coeficientes de influencia.</p> <p>4.4. Tolerancia de desbalance.</p>
5.	Sistemas de varios grados de libertad	<p>5.1. Vibración de modo normal para sistemas de dos grados de libertad.</p> <p>5.2. Acoplamiento de coordenadas.</p> <p>5.3. Propiedades ortogonales.</p> <p>5.4. Matriz modal.</p> <p>5.5. Vibración libre.</p> <p>5.6. Vibración forzada y absorción de vibraciones.</p>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

El docente debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (Software y medición de vibraciones).

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades como reportes de visitas industriales, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos para cada unidad.
- Asignación de ejercicios por cada unidad del programa.
- Analizar y diagnosticar un sistema para neutralizar una vibración no deseada y realizar el balanceo de elementos mecánicos y mecatrónicos.
- Desarrollo de prototipos educativos.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Cinemática de la vibración

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Plantear y resolver problemas que involucren las características del movimiento armónico. Utilizar los conceptos de grados de libertad, fasores, movimiento armónico simple y los análisis espectrales. Aplicar métodos de resolución de series de Fourier.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre el estudio de las vibraciones y aplicaciones en diversos medios.</li><li>• Organizar una discusión grupal acerca de las aplicaciones y diferencias con la dinámica básica.</li><li>• Resolver problemas designados de la unidad.</li><li>• Usar Matlab en la solución de problemas designados.</li><li>• Hacer prácticas de laboratorio relacionadas con el tema.</li></ul>

### Unidad 2: Vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Aplicar métodos para la determinación de la frecuencia natural. Determinar las características del amortiguamiento de los sistemas mecánicos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre el estudio de las vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad y sus aplicaciones.</li><li>• Discusión grupal de las teorías, métodos y aplicaciones.</li><li>• Resolver problemas designados para la unidad.</li><li>• Hacer prácticas de laboratorio correspondientes al tema.</li><li>• Efectuar simulación y modelación numérica mediante el uso de software.</li></ul>

### Unidad 3: Vibraciones de sistemas de un grado de libertad con excitación armónica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar sistemas sujetos a una fuerza armónica externa.</p> <p>Determinar el desbalanceo rotatorio y cabeceo en flechas rotatorias.</p> <p>Analizar el aislamiento de la vibración.</p> <p>Utilizar instrumentos para la medición de la vibración.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre el estudio de las vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad con excitación armónica y sus aplicaciones.</li><li>• Organizar una discusión grupal sobre e las teorías, métodos y aplicaciones relacionadas.</li><li>• Resolver problemas designados para la unidad.</li><li>• Hacer prácticas de laboratorio correspondientes al tema.</li><li>• Efectuar simulación y modelación numérica mediante el uso de software.</li></ul>

### Unidad 4: Balanceo de rotores

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar el balanceo a los diferentes tipos de rotores y elementos rotativos.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre Balanceo de rotores y elementos rotativos y aplicaciones.</li><li>• Discusión grupal de las teorías, métodos y aplicaciones.</li><li>• Resolver problemas designados para la unidad.</li><li>• Hacer prácticas de laboratorio correspondientes al tema.</li><li>• Utilizar software de aplicación.</li><li>• Exponer temas seleccionados.</li></ul>

### Unidad 5: Sistemas de varios grados de libertad

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar y caracterizar sistemas de varios grados de libertad.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar sobre el estudio de sistemas de varios grados de libertad y sus aplicaciones.</li><li>• Organizar una discusión grupal acerca de las teorías, métodos y aplicaciones.</li><li>• Resolver problemas designados para la unidad.</li><li>• Hacer prácticas de laboratorio correspondientes al tema.</li><li>• Efectuar simulación y modelación numérica mediante el uso de software.</li></ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Thomson. William T. Teoría de vibraciones (aplicaciones) edit. Prentice Hall Hill. 2a.edic. 1982
2. Balakumar Balachandran & Magrab Eduard B. Vibraciones, Edit Thompson 2004
3. Daniel J. Inman Engineering Vibration 3a. edit. Pearson 2008
4. S.Graham Kelly Mechanical Vibrations/ Schaum's outlines Mc.Graw Hill 1996
5. Newland, D.E. An Introduction to Mechanical Vibration: Analysis and Computation. Editorial Wiley.
6. Wiley.
7. Lalanne & Ferraris. Rotor Dynamics Prediction in Engineering. Editorial Wiley.
8. Steidel, R.F. An Introduction to Mechanical Vibrations. Editorial Wiley.
9. Weaver, Timoshenko, and Young. Vibration Problems in Engineering. Editorial Wiley.
10. Wilson, W. Ker. Practical Solution of Torsional Vibrational Problems. Editorial Wiley.
11. Vierck, E. Vibration Analysis. Editorial Mc Graw-Hill.
12. Den Hartog, J.P. Mechanical Vibration. Editorial Mc Graw-Hill.
13. Meirovitch, L. Elements of Vibration Analysis. Editorial Mc Graw-Hill.
14. Nikravez, Parviz. Computer aided analysis of mechanical systems. New Jersey. Editorial Prentice Hall. 1988.
15. Nieto, Justo. Síntesis de mecanismos. Editorial AC.
16. Paul, Burton. Kinematics and dynamics of planar machinery. Editorial Prentice Hall.
17. . Mabie H. H. Y Acvirk F. W., Mecanismos y Dinamica de Maquinaria, Ed
18. Hibbeler, Dynamics, Ed. Prentice Hall
19. Chironis, Nicholas P. Mechanims and mechanical devices sourcebook. Editorial Mc Graw Hill.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Análisis armónico: Conocer el equipo de medición de las vibraciones mecánicas y efectuar un análisis armónico como determinar velocidad angular con tacómetro y lámpara estroboscópica.
- Realizar análisis para determinar la frecuencia natural
- Péndulo simple: Demostrar que el período de oscilación de las partículas no depende de la masa sino de la longitud de la cuerda.
- Péndulo compuesto: Determinar el momento de inercia de un cuerpo por el método del péndulo compuesto.
- Sistema masa-resorte: Determinar la relación constitutiva de resortes así como su masa efectiva
- Determinación del momento de inercia: Determinar experimentalmente el momento de inercia por el método del cuerpo en caída.
- Oscilaciones torsionales de un rotor simple: Analizar las vibraciones torsionales de un sistema no amortiguado.
- Vibraciones libres amortiguados de un sistema resorte-masa rígida: Determinar el amortiguamiento de un sistema.
- Vibración forzada de un sistema masa resorte sin amortiguamiento: Observar el fenómeno de la resonancia y determinar su frecuencia para un sistema de amortiguamiento despreciable.
- Balanceo dinámico en un plano: Reducir la vibración del rotor por debajo del nivel de tolerancia.
- Balanceo dinámico en dos planos: Aplicar el método de balanceo en dos planos para reducir la vibración por debajo del nivel de tolerancia.
- Medición de equipo con diferente cimentación

- Analizar las diferentes patologías de fallas en base a espectro y formas de onda.