



1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Nombre de la asignatura: | Análisis de Vibraciones |
| Clave de la asignatura: | AOF-1303 |
| SATCA¹: | 3-2-5 |
| Carrera: | Ingeniería Aeronáutica |

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Aeronáutico la capacidad de aplicar herramientas matemáticas y computacionales para elaborar, solucionar y analizar modelos relacionados con las vibraciones mecánicas.

La asignatura integra el conocimiento para determinar las frecuencias naturales de distintos sistemas mecánicos. Proponiendo una especial atención en las frecuencias naturales de sistemas de un grado de libertad ya que estos conocimientos son la base para realizar un adecuado diagnóstico de fallas en equipos rotativos, estructuras y mecanismos presentes en distintos equipos mecánicos.

Esta asignatura se encuentra ubicada en el sexto semestre del plan de estudios, por lo que se puede considerar que las competencias adquiridas en ella den soporte a temas avanzados en el área de la dinámica de sistemas mecánicos y en la realización de planes adecuados de mantenimiento.

- Comunica de manera asertiva las ideas para los diferentes niveles o ámbitos laborales, reconociendo sus responsabilidades éticas y morales de forma profesional en situaciones en donde se deba considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto económico global, ambiental y social.
- Reconoce la necesidad permanente de educación continua para evaluar, integrar y aplicar los conocimientos adquiridos en el ámbito aeronáutico.
- Colabora efectivamente en equipos de trabajo que establecen metas, planes, tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos y oportunidades para los distintos proyectos aeronáuticos multidisciplinarios.
- Identifica, formula y resuelve problemas complejos de ingeniería aeronáutica mediante el conocimiento del funcionamiento de sistemas, subsistemas, componentes y diversas partes que conforman las aeronaves y el uso de legislaciones, regulación y normas nacionales e internacionales vigentes para mantener las condiciones de aeronavegabilidad
- Evalúa el comportamiento y desempeño de sistemas, componentes, partes y materiales mediante la experimentación para analizar y establecer conclusiones a través de equipo especializado para el sector aeronáutico

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

El contenido del programa está dividido en cinco temas principales, además de proponer una serie de prácticas para lograr la mejor asimilación de los conocimientos e incrementar de esta forma la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje.

El tema uno abarca los conceptos fundamentales de vibraciones mecánicas, tales como frecuencia natural, frecuencias de resonancia, elementos de masa, inercia y amortiguamiento, además de la elaboración de modelos matemáticos con base en diagramas de cuerpo libre.

El tema dos abarca el estudio de los sistemas mecánicos de un grado de libertad sometidos a vibración libre con y sin amortiguamiento, además de aplicaciones puntuales en elementos mecánicos en aeronáutica de dicho fenómeno.

El tema tres presenta el estudio de distintos sistemas mecánicos de un grado de libertad sometidos a excitación armónica y excitación periódica.

Finalmente, el tema cuatro trata sobre el desarrollo de ecuaciones y análisis de movimiento de vibraciones forzadas, así como análisis libres de sistemas no amortiguados, torsión y aplicaciones en aeronáutica.

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, además de datos relevantes. Así mismo, 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 docente busque guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar, para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias; se busca que el estudiante 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. Se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

Se deja como recomendación incluir durante el desarrollo de la asignatura, la resolución de problemas de libros o la lectura de artículos técnicos relacionados con los temas de esta que estén escritos en inglés, para que el estudiante se familiarice con los términos técnicos de la misma y mejore la comprensión y el manejo de un segundo idioma.

El docente que imparta la materia debe propiciar casos de estudios lo más apegado a los problemas que el estudiante puede enfrentar durante su vida profesional, dejando de lado los problemas poco realistas.

Se propone que los problemas sean resueltos también mediante la utilización de un software de análisis matemático.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Observaciones |
|---|---|--|
| Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, del 5 al 8 de noviembre de 2012 | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, de Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, San Luís Potosí, IPN, UNAQ,UANL, | Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Aeronáutica |
| Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 12 de noviembre 2012 al 22 de febrero de 2013 | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Irapuato, Chihuahua | Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería Aeronáutica del SNIT. |
| Instituto Tecnológico de Querétaro, del 25 al 28 de febrero de 2013 | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, Tlalnepantla, Saltillo, Apizaco, Tijuana, Superior de Irapuato, Hermosillo, Mexicali, Querétaro, Superior de Coacalco, Superior de Chalco, Superior de Matamoros, León, Chihuahua, IPN, UNAQ | Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México. |
| Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018 | Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Estudios Superiores de Ecatepec, de Tijuana, Superior de Irapuato, de Veracruz, de Boca del Río, de Tepic y de Zacatepec. | Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México. |

4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Modela y analiza sistemas mecánicos oscilatorios para determinar y analizar sus características dinámicas. |

5. Competencias previas

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Analiza y resuelve problemas de equilibrio de partículas y cuerpo rígido tanto en dos como tres dimensiones para identificar el comportamiento de los elementos mecánicos bajo la acción de cualquier tipo de carga Identificar, modelar y manipular sistemas dinámicos para predecir comportamientos, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas. · Integrar los conceptos construidos en su periodo de formación matemática y vincularlos con los contenidos de las asignaturas de la ingeniería en estudio Integrar los conceptos construidos en su periodo de formación matemática y vincularlos con los contenidos de las asignaturas de la ingeniería en estudio. Comprender, modelar y aplicar las leyes y teorías del movimiento de partículas y cuerpos rígidos. Para su posterior aplicación a las asignaturas de la carrera de Ingeniería Mecánica. |
|--|

6. Temario

| No. | Temas | Subtemas |
|------------|--|---|
| 1 | Conceptos fundamentales de vibraciones | 1.1 Clasificación de las vibraciones 1.2 Elementos de rigidez 1.3 Elementos de inercia 1.4 Elementos de amortiguamiento 1.5 Movimiento armónico 1.6 modelos matemáticos y diagramas de cuerpo libre |
| 2 | Vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad. | 2.1 Vibración libre de un sistema no amortiguado en translación 2.2 Vibración libre de un sistema no amortiguado en torsión 2.3 Método de Rayleigh 2.4 Vibración libre con amortiguamiento viscoso 2.5 Aplicaciones en sistemas de un grado de libertad en aeronáutica |
| 3 | Vibraciones de sistemas de un grado de libertad con excitación | 3.1 Sistemas no amortiguados con excitación armónica 3.2 Sistemas amortiguados con excitación armónica 3.3 Sistemas amortiguados con excitación armónica en la base 3.4 Sistemas amortiguados bajo la acción de un desbalance rotatorio 3.5 Aislamiento de vibración 3.6 Respuesta de sistemas excitados por fuerzas periódicas. |
| 4 | Sistemas de dos grados de libertad. | 4.1 Ecuaciones de movimiento de vibración forzada 4.2 Análisis de vibración libre de un sistema no amortiguado 4.3 Sistema de torsión |

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| | | 4.4 Análisis de vibración forzada 4.5 Aplicaciones de sistemas de dos grados de libertad en aeronáutica. |
| 5 | Introducción a la rotodinámica | 5.1 Balanceo estático 5.2 Balanceo dinámico 5.2.1 Velocidad crítica 5.3 Tolerancias de desbalance |

7. Actividades de aprendizaje de los temas

| 1. Conceptos fundamentales de vibraciones | |
|---|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conceptos de vibraciones mecánicas utilizando distintos métodos matemáticos para la resolución de problemas del movimiento armónico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Habilidades de investigación • Capacidad de generar nuevas ideas • Habilidad para trabajar en forma autónoma | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación y exponer en clases los distintos tipos en los que se puede clasificar las vibraciones mecánicas, complementándola con videos donde se muestre el fenómeno de las vibraciones. • Resolver problemas donde se utilicen elementos de rigidez conectados en serie y en paralelo • Resolver problemas para determinar la masa equivalente de un sistema • Resolver problemas donde se utilicen elementos de amortiguamiento conectados en serie y en paralelo • Realizar una investigación sobre los conceptos que intervienen en el modelado de sistemas armónicos • Utilizar la serie de Fourier en la resolución de problemas • Exponer en clase los efectos del fenómeno de resonancia |
| 2: Vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas de sistemas mecánicos con un grado de libertad en vibración libre amortiguados y no amortiguados para la determinación de la frecuencia natural del sistema. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación sobre el estudio de las vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad y sus aplicaciones • Realizar una investigación donde se presenten ejemplos que puedan ser considerados como sistemas mecánicos sometidos a vibración libre • Resolver problemas de sistemas mecánicos no amortiguados en vibración libre sujetos a translación • Resolver problemas de sistemas mecánicos no amortiguados en vibración libre sujetos a torsión • Utilizar el método de Rayleigh para la resolución de problemas de sistemas de un grado de libertad en vibración libre. |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar una investigación de los distintos modos de amortiguamiento que existen. Resolver problemas de sistemas mecánicos de un grado de libertad con amortiguamiento viscoso |
| 3. Vibraciones de sistemas de un grado de libertad con excitación armónica. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de sistemas mecánicos con un grado de libertad y excitación armónica para la determinación de la frecuencia natural del sistema. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. | <ul style="list-style-type: none"> Investigar sobre el estudio de las vibraciones libres de sistemas de un grado de libertad con excitación armónica y sus aplicaciones. Organizar una discusión grupal sobre las teorías, métodos y aplicaciones relacionadas. Exponer en clase ejemplos de las distintas formas de excitación que existen. Resolver problemas de sistemas no amortiguados con excitación armónica Resolver problemas de sistemas amortiguados con excitación armónica en la base. Resolver problemas de sistemas amortiguados excitados mediante desbalance rotatorio. Resolver problemas de sistemas que sufren excitación periódica. |
| 4. Sistemas de dos grados de libertad. | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza sistemas mecánicos de dos grados de libertad para determinar su frecuencia natural. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidad para trabajar en forma autónoma. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad crítica y autocrítica. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar una exposición en donde se muestre como afecta el número de grados de libertad con los cuales se modela un sistema Obtener las ecuaciones de movimiento de vibración forzada de un sistema de dos grados de libertad. Resolver problemas de vibración libre de un sistema no amortiguado con dos grados de libertad Resolver problemas de sistemas sometidos a torsión con dos grados de libertad Resolver problemas de sistemas en vibración forzada con dos grados de libertad |
| 5. Introducción a la rotodinámica | |
| Competencia | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica):</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica los principios de balanceo estático y dinámico para lograr el | <ul style="list-style-type: none"> Realizar una investigar sobre las técnicas experimentales que existen para el balanceo de elementos rotativos. |

| | |
|--|--|
| <p>balanceo de elementos rotativos en uno y dos planos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Solución de problemas• Habilidades de investigación• Habilidad para trabajar en forma autónoma | <ul style="list-style-type: none">• Realizar una exposición en clase de los conceptos utilizados en el balanceo de elementos rotativos• Resolver problemas de balanceo estático• Resolver problemas de balanceo dinámico en uno y dos planos• Realizar una investigación de las tolerancias utilizadas en el balanceo de elementos rotativos. |
|--|--|

8. Práctica(s)

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Conocer el equipo existente para la medición de las vibraciones mecánicas.• Mediante la utilización de un péndulo simple realizar la medición de la gravedad de localidad.• Realizar la medición de la constante de rigidez de un resorte• Realizar un barrido de frecuencias para determinar la frecuencia natural de un sistema• Analizar las vibraciones torsionales de un sistema no amortiguado.• Determinar el amortiguamiento de un sistema.• Observar el fenómeno de la resonancia y determinar su frecuencia para un sistema de amortiguamiento despreciable.• Realizar el balanceo de un rotor para reducir la vibración por debajo del nivel de tolerancia |
|--|

9. Proyecto de asignatura

| |
|---|
| <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Rúbrica.• Mapa funcional.• Portafolio de evidencia.• Encuesta.• Examen escrito |
|--|



II. Fuentes de información

- Thomson W., Dillon M., (1997), Theory of Vibration with Applications, Prentice Hall, Fifth Edition, Estados Unidos.
- Rao S.,(2010) Mechanical Vibrations, Fifth Edition, Prentice Hall, Estados Unidos.
- Graham Kelly, (2011), Mechanical Vibrations: Theory and Applications, First Edition, CL Engineering
- Mabie H. (1987) Mechanisms and Dynamics of Machinery, Wiley, fourth edition, Estados Unidos.
- Andrew D. Dimarogonas, (1991), engineering vibrations, Prentice-Hall
- Balakumar Balachandran. (2006) vibraciones. S.A. Ediciones Paraninfo
- Giancarlo Genta. (1999) vibrations of structures and machines. Springer-Verlag New York