



Carrera: Ingeniería Mecánica

Asignatura: Vibraciones mecánicas y mantenimiento predictivo de máquinas rotantes

Carga horaria semanal: 6 hs. cátedra

Carga horaria total de la asignatura 96 hs. cátedra

Nivel: Quinto

Anual

1er. Cuatrimestre

2do. Cuatrimestre

Cursado Intensivo

Ciclo Académico: 2019

Equipo docente:

Docentes a cargo de la cátedra: Mg. Ing. Pablo Girón – Ing. Cristian Vatta

ANÁLISIS DE LA ASIGNATURA

Programa Sintético Ordenanza 1027/04 (NO APLICA)

- Conceptos sobre ondas senoidales. Uso de osciloscopio.
- Vibraciones Mecánicas. Sistemas de uno y dos grados de libertad. Vibraciones libres y forzadas. Concepto de resonancia, frecuencias naturales. Modelación computacional de sistemas vibrantes.
- Transductores. Aplicaciones de los mismos.
- Medición y análisis en el dominio tiempo y frecuencia sobre un sistema mecánico. Excitación de estructuras
- Control de vibraciones: balanceo, transmisibilidad, absorbedores dinámicos, control activo.
- Otras técnicas de mantenimiento predictivo: análisis de aceites, termografía, ultrasonido.

Objetivos generales de la asignatura:

- Introducir a los alumnos en el campo de la dinámica de máquinas y estructuras, como complemento de los conocimientos adquiridos en Mecánica Racional. Este tema es de gran importancia en ingeniería mecánica, tanto desde el punto de vista del correcto funcionamiento de máquinas, como del diagnóstico de fallas en las mismas.
- Se pretende que el alumno conozca y sepa aplicar técnicas de monitoreo de vibraciones en máquinas. Técnicas de monitoreo de condición, mantenimiento predictivo, control activo de vibraciones, etc. serán parte de la materia, y permitirán a los alumnos adentrarse en este campo del conocimiento.

Objetivos particulares de la asignatura:

Se espera que el alumno alcance las siguientes competencias:

- Conocer el comportamiento general de sistemas discretos de distinta cantidad de grados de libertad.
- Conocer el comportamiento dinámico de distintos tipos de estructuras genéricas (vigas, placas, etc.).
- Comprender el funcionamiento general de los dispositivos electrónicos para el análisis de funciones (osciloscopio, generador de funciones, circuitos derivadores e integradores).
- Distinguir distintos modos y frecuencias vibratorias y poder analizar el orden de magnitud de estas últimas en relación con la estructura bajo estudio.
- Conocer el comportamiento y forma de funcionamiento de los transductores de uso corriente en medición de vibraciones.
- Conocer los fundamentos del análisis espectral y su utilidad en la resolución de problemas vibratorios.
- Conocer el manejo del analizador espectral como herramienta para el estudio de problemas vibratorios.
- Conocer las modalidades básicas de resolución de problemas de vibraciones en estructuras: balanceo, absorbedores dinámicos, modificaciones de masa y rigidez en la estructura.
- Conocer la existencia de sistemas de control para la mitigación de los efectos de las vibraciones sobre estructuras.
- Conocer otras técnicas de mantenimiento predictivo tales como análisis de aceites y termografía.



Estrategias metodológicas

a) Estrategias de enseñanza:

La materia utilizará como modalidad el cursado intensivo. Por lo tanto una parte de las horas serán presenciales (esencialmente prácticas de laboratorio y taller) y otra de autoestudio por parte del alumno, sobre todo la teoría con consultas por aula virtual. Cada una de estas partes implicará la mitad de la carga horaria de la asignatura.

De esta manera, en el segundo semestre habrá 8 clases presenciales de 6 horas cátedra (48 hs.), y otras 48 hs. dedicadas al autoestudio de teoría con asistencia de la cátedra por aula virtual y desarrollo de trabajo para promoción directa por comisiones en el taller.

Las clases presenciales serán dictadas en forma de talleres donde se combinarán permanentemente la revisión de conceptos teóricos con la realización de trabajos prácticos y ensayos sobre máquinas, estructuras, y mecanismos. Se aplicarán metodologías tipo taller. La materia se desarrolla en su totalidad aulas, laboratorio y taller de la empresa VIBROMAX SRL, en el Parque Industrial de Bahía Blanca, en el marco del convenio suscripto con esta Facultad.

En el marco de este convenio, participarán del dictado de la asignatura especialistas y técnicos de VIBROMAX SRL, en particular el Prof. Salvador La Malfa, ex docente de la asignatura y retirado recientemente del CONICET.

b) Consultas:

Para realizar consultas relativas a temas tratados en la clase anterior y/o monografía requerida por la cátedra, los alumnos podrán coordinar con el docente horarios especiales en función de la disponibilidad de los profesores, adicionalmente a la atención de consultas por aula virtual.

Formación práctica:

a) Formación experimental:

Las actividades de formación práctica constituyen el eje de la modalidad de enseñanza de la asignatura. Se pretende que los alumnos manipulen transductores y equipamiento de medición en forma habitual en las clases, como parte de la aplicación de metodologías de aprendizaje constructivista. Se realizarán prácticas sobre diversos equipos rotantes y modelos existentes en el laboratorio y taller de VIBROMAX SRL. De esta manera se introducirá a los alumnos en las primeras prácticas para la determinación de problemas en máquinas y equipos mediante monitoreo de vibraciones

b) Resolución de problemas de ingeniería:

Actividades a desarrollar: La resolución de problemas de ingeniería surgirá en forma de problemas abiertos, que aparecen a partir de la aplicación de las metodologías aprendidas en clase para el análisis de elementos y máquinas reales.

c) Investigación:

Se promueve a través de la realización de un trabajo final sobre un tema no dictado en el marco de la cátedra, pero vinculado a los temas propuestos. También mediante la difusión en la cátedra de las actividades de investigación de los docentes.

d) Viajes de estudios o visitas a realizar como parte integrante de la formación impartida:

Se realizarán visitas a empresas del polo Petroquímico para poder desarrollar mediciones de vibraciones sobre distintas máquinas. Por otra parte, se desarrollarán prácticas de balanceo de rotores industriales en la empresa VIBROMAX S.R.L., especializada en este tipo de tareas.



SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Para el cursado:

- *Seguimiento continuo de la producción del alumno que incluye el compromiso en la realización e interpretación de las consignas, evaluación de la colaboración con sus pares en los trabajos grupales, etc.*
- *Dos exámenes parciales tipo multiple choice acerca de los contenidos desarrollados en el año. Serán con modalidad "a libro abierto", o sea que se permitirá al alumno la utilización de todo tipo de bibliografía, apuntes, archivos, etc. Para la aprobación de cada uno de ellos deberá alcanzarse un 60 % de los contenidos correctos. En ambos casos habrá una instancia de recuperación.*

Para la aprobación:

- *Por aprobación directa: En el caso de aquellos alumnos que aprueben los exámenes parciales con un puntaje mayor al 60 % del máximo puntaje posible, se solicitará la propuesta de un trabajo de investigación acerca de alguno de los temas desarrollados durante el año o alguno relacionado con la temática de las vibraciones mecánicas. Cada alumno deberá entregar una monografía del tema elegido y exponer su trabajo frente al resto de los alumnos de la cátedra para lograr la aprobación de la materia. El mismo deberá incluir un experimento realizado con instrumentos de medición. Las pautas para el desarrollo del trabajo se entregarán oportunamente. Para aprobar la asignatura el mismo deberá aprobarse con un mínimo de 6 puntos.*
- *Mediante examen final: Aquellos alumnos que no completen los requisitos para la aprobación directa, deberán rendir un examen final de carácter teórico-práctico, que incluirá la preparación de experiencias de laboratorio, tal como se han realizado en la materia, más el trabajo de investigación integrador que se describe en el siguiente punto. La entrega y exposición se realizará en ocasión de la fecha del final.*

Asignaturas o conocimientos con que se vincula:

Integración Vertical:

La materia tiene una fuerte dependencia de los conocimientos de sistemas dinámicos impartidos en Mecánica Racional, y a su vez articula conocimientos con las otras dos correlativas que posee: Elementos de Máquinas y Electrónica y Sistemas de Control. Por otra parte, utiliza conocimientos impartidos en Cálculo Avanzado, Ingeniería Mecánica III y Mediciones y ensayos, correspondientes al tercer año de mecánica.

Actividades de coordinación:

La cátedra participa anualmente en 4 clases de apoyo para asignaturas de tercer nivel, con los siguientes objetivos:

Mecánica Racional: se muestra el comportamiento dinámico de sistemas mecánicos sencillos, a efectos de que los alumnos puedan visualizar en el osciloscopio las funciones de desplazamiento, velocidad y aceleración que han visto en la teoría, pero sobre sistemas reales. De esta manera pueden apreciar la correlación entre teoría y práctica.

Cálculo Avanzado: se muestra a los alumnos que terminan de ver los algoritmos de Transformada de Fourier y FFT (Transformada Rápida de Fourier) aplicaciones de medición de vibraciones que utilizan dichos modelos matemáticos para la realización y análisis de mediciones sobre máquinas. Se describe el pasaje del dominio tiempo al dominio frecuencia.

Ingeniería Mecánica III: se desarrolla una clase de medición sobre equipos rotantes y alternativos de gran porte (compresores de gas de la empresa ODIMA) a efecto de mostrar el ejercicio de la ingeniería en campo, mediante la realización de mediciones sobre máquinas.

Mediciones y Ensayos: se muestra la aplicación de distintos transductores y analizadores para la medición de vibraciones, y su aplicación a la solución de problemas vibratorios.



Bibliografía:

La bibliografía citada se encuentra en existencia en la biblioteca de la Facultad o en la correspondiente a la Universidad Nacional del Sur

- Teoría de Vibraciones con Aplicaciones. William Thomson. Prentice Hall (1982).
- Mecánica de las vibraciones, J.P. Den Hartog, CECSA (1972).
- Teoría y Práctica del Balanceo de Rotores Industriales. L. Ercoli y S. La Malfa. Librería Editorial Alsina (2012).
- Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics. Donald Bently, Charles Hatch, Bob Grissom. Bently Pressurized Bearing Press (2002).
- Material del curso sobre Análisis de Condición y Monitoreo de Máquinas Rotantes. Bently Nevada. GE (2014).
- Material del curso Análisis de Vibraciones de Máquinas Categoría III ISO 18436-2. Dr. Ing. Pedro Saavedra González. Universidad de Concepción, Chile (2017).
- Material del curso Análisis de Vibraciones de Máquinas Categoría IV ISO 18436-2. Dr. Ing. Pedro Saavedra González. Universidad de Concepción, Chile (2017).
- Mechanical Vibration and Shock Measurements. Bruel & Kjaer (1980).
- Vibration Spectrum Analysis a Practical Approach. Steve Goldman (1992).
- Vibration Testing Theory and Practice. Kenneth G. McConnell. Ed. Wilwy I:S (1995).
- Excitación mediante martillo de impacto. J. L. Pombo y S. La Malfa, UNS – UTN.
- Introducción al estudio de Vibraciones Mecánicas, por G.W. Van Santen (Biblioteca Phillips).
- Vibration Monitoring and Diagnosis. R. Collacott Wiley (1979).
- Mechanics and Dynamics of Machinery, H. Mobie and F. Ocvirk (Wiley International).
- Señales y Sistemas, Por Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky. Ed. Prentice Hall (1983).
- Curso breve de Mecánica Teórica, Por S. Targ Ed. Mir.
- Dinámica, Mecánica para Ingenieros, por Bedford Fowler. Ed. Addison Wesley (1996).
- Mediciones Mecánicas: teoría y diseño, por Figliola y Bisley. Editorial Alfa Omega.

Articulación docencia-investigación-extensión:

La articulación docencia-investigación se logra integrando la actividad docente del responsable de la cátedra con su labor como investigador en el Departamento de Ingeniería Mecánica. Actualmente el mismo participa del proyecto **La formación en carreras tecnológicas en contextos profesionales. Identificación, análisis, propuesta y evaluación de experiencias formativas profesionalizantes. (PLATEC II)**. Período: 1/1/2017 - 31/12/2019 – Código TEUTIBB0004558TC