

CÓDIGO DE ASIGNATURA

3024

ASIGNATURA: **Mecánica Analítica Computacional**

JEFE DE CÁTEDRA: **BETTACHINI, VÍCTOR A.**

AÑO: **2024**

CARGA HORARIA SEMANAL: **4**

OBJETIVOS

Instruir a los alumnos para que autónomamente puedan:

- Modelar sistemas mecánicos como un conjunto de cuerpos rígidos en el marco del enfoque analítico de la mecánica (área de la física que responde a tal nombre, más específicamente denominada mecánica analítica o clásica). En particular, identificar y aplicar a la modelización simplificaciones que hagan plausible la misma.
- Generar códigos que aprovechen bibliotecas de cálculo simbólico para generar a partir del modelo analítico sistemas de ecuaciones diferenciales de la dinámica y esfuerzos en tal modelo.
- Aplicar bibliotecas para la integración numérica del sistema de ecuaciones y obtener en forma explícita dinámica y esfuerzos, pasibles de analizar con el auxilio de bibliotecas de graficación.
- Identificar en sistemas de cuerpos rígidos modos las frecuencias normales de oscilación, y el como ajustar parámetros para evitar resonancias ante forzados externos.

PROGRAMA ANALÍTICO

- 1 Mecánica newtoniana
Derivación temporal de vectores y versores en sistemas de coordenadas cilíndrico y esférico.
- 2 Mecánica analítica
Ligaduras y grados de libertad. Energías cinética y potencial en función de coordenadas generalizadas. Lagrangiano. Ecuación de Euler-Lagrange. Fuerzas de vínculo y no conservativas en enfoque de Euler-Lagrange.
- 3 Cuerpo rígido

Tensor de inercia de un sólido. Ángulos de Euler. Ecuaciones de Euler-Lagrange para rotaciones.

4 Pequeñas oscilaciones

Modos y frecuencias normales de pequeñas oscilaciones. Amortiguación, forzado y el fenómeno de resonancia.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

(Debe existir en Biblioteca o estar disponible para la compra)

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
Landau, L.D., Lifshitz, E.M.	Física teórica. I: Mecánica	Reverté	2005	2.a
Martínez, E.O.	Ondas es física	EUdeBA	2009	1.a

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Autor	Título	Editorial	Año	Edición
Roederer, J.G.	Mecánica elemental	EUdeBA	2001	1.a
Taylor, J.R.	Mecánica Clásica	Reverté	2013	1.a
Thornton, S.T., Marion, J.B.	Dinámica clásica de las partículas y sistemas	Reverté	2010	1.a

- Variational Principles in Classical Mechanics
Douglas Cline
University of Rochester River Campus Libraries (Rochester, New York, EUA)
3rd ed. (2021), ISBN: 978-0-9988372-3-9
<http://classicalmechanics.lib.rochester.edu>
- Principles of Mechanics
Alrasheed, S.
Springer Cham (Cham, cantón de Zug, Confederación Suiza)
1st edition (2019), ISBN: 978-3-030-15195-9
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-15195-9>
- Física universitaria, volumen 1
Moebs, W. et al.
Rice University (Houston, Texas, EUA)
(2021) ISBN: 978-1-711494-63-0
<https://openstax.org/details/books/fisica-universitaria-volumen-1>

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

En cada jornada se presentará una temática nueva siguiendo un esquema tradicional de una lección sobre teoría, la presentación de un ejemplo de aplicación y tras estas presentaciones por parte del docente se provee a los alumnos una guía de ejercicios que

comenzarán a trabajar dentro del horario de clase. Podrán hacerlo en forma individual o grupal, y en todo momento podrán pedir asistencia del docente.

Si bien la secuencia de la jornada es convencional, el curso obvia las herramientas tradicionales del aula, papel y pizarrón, optando en su reemplazo por desarrollar todas sus actividades en computadoras. El uso de herramientas informáticas en todas las etapas del curso habilita el estudio de sistemas mecánicos más realistas y complejos que los que podrían modelar en papel/pizarrón.

Cada lección, ejemplo de aplicación o ejercicio que resuelven los alumnos se escribe en un cuaderno Jupyter utilizando el lenguaje de programación Python. Tras un modelado en el marco de la mecánica analítica de algún sistema mecánico, la generación del sistema de ecuaciones diferenciales para su dinámica y/o esfuerzos la realiza la ejecución de un código basado en funciones de la biblioteca de cálculo simbólico Sympy. Los sistemas lineales de ecuaciones diferenciales se resuelven por integración numérica con funciones de las bibliotecas Scipy y Numpy. Los resultados explícitos se analizan gráficamente haciendo uso de funciones de la biblioteca matplotlib.

El soporte informático provee dos ventajas adicionales sobre las herramientas tradicionales: la claridad y la reutilización del material presentado. No solo cada gráfico y esquema es más claro que lo que puede dibujarse a mano alzada sino que cada fórmula en el material está estandarizada en notación LaTeX aprobada por la American Mathematical Society. La reutilización reporta un ahorro de tiempo y esfuerzo al alumno que no debe emplearse en la tradicional transcripción de pizarrón a papel o en la repetición de procedimientos similares en cada sucesivo ejercicio. Todo el material se comparte en un repositorio Git, incluyendo el código del ejemplo de aplicación práctica presentado en clase. Basta con realizar ligeras modificaciones sobre el mismo para resolver los restantes problemas de la guía de ejercicios.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIO/ TALLER / TRABAJOS DE CAMPO

No se realizarán experiencias de laboratorio. Las simulaciones numéricas de la dinámica de sistemas mecánicos ilustran las temáticas.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En un primer ejercicio integrador el estudiante debe ser capaz de obtener la solución numérica para dinámica y esfuerzos de sistemas mecánicos simples en el marco de la mecánica analítica de Euler-Lagrange. Lo entrega en el formato de cuaderno Jupyter. La resolución del segundo ejercicio integrador debe presentarle en forma oral al tiempo que proyecta el correspondiente cuaderno Jupyter al cuerpo docente. El alumno debe ser capaz de articular los supuestos y procedimientos que empleó para determinar los esfuerzos externos que deben aplicarse al sistema para realizar la secuencia de movimientos planteados en el enunciado del ejercicio.

CRONOGRAMA ORIENTATIVO DE ACTIVIDADES

Clase	Contenido
1	Metodología del curso. Análisis matemático vectorial simbólico computacional.
2	Grados de libertad. Coordenadas generalizadas. Energía cinética y potencial.
3	Ecuaciones de Euler-Lagrange.
4	Ligaduras como función de coordenadas.
5	Resolución numérica de las ecuaciones de Euler-Lagrange.
6	Fuerzas de ligadura por multiplicadores de Lagrange.
7	Fuerzas no conservativas en el marco de Euler-Lagrange.
8	Integrador 1. Tensor de inercia.
9	(cont).
10	Ecuaciones de Euler para el cuerpo rígido.
11	(cont). Integrador 2 enunciado.
12	Oscilaciones forzadas de un grado de libertad y en sistemas discretos.
13	Modos normales de oscilación en sistemas discretos.
14	(cont)
15	Integrador 2 presentación
16	Recuperatorio

CONDICIONES DE CURSADA Y APROBACIÓN

En conformidad por lo establecido en el [ANEXO II – Sobre Cursado y Aprobación de Asignaturas de Grado y Pregrado de la Resolución N° 054/2011 “Régimen Académico Integrado”](#) aprobada por el H. Consejo Superior de la Universidad Nacional de La Matanza.

DESCRIPTORES DE CONOCIMIENTO

Descriptores CONEAU

Se clasifican a continuación la cobertura, sea alta, media, baja o ninguna, de los descriptores de conocimiento por parte de esta asignatura de entre los normativos para la carrera de Ingeniería Mecánicas que norma el [ANEXO I – Contenidos Curriculares Básicos – Ingeniero Mecánico](#) de la resolución [RS-2021-42726991-APN-ME](#) de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

Descriptor	Cobertura
1. Diseño y desarrollo de proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía y sistemas de automatización y control.	Media
2. Operación y control de proyectos de ingeniería mecánica.	Ninguna
3. Determinación y certificación del funcionamiento, funcionalidad y condiciones de uso de	Media

Descriptor	Cobertura
máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control, de acuerdo con especificaciones, así como sus aplicaciones.	
4. Proyecto y dirección de lo referido a la higiene y seguridad en los proyectos de ingeniería mecánica.	Ninguna
5. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería mecánica.	Alta
6. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería mecánica.	Alta
7. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería mecánica.	Media
8. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería mecánica.	Alta
9. Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Media
10. Desempeño en equipos de trabajo.	Baja
11. Comunicación efectiva.	Baja
12. Actuación profesional ética y responsable.	Ninguna
13. Evaluación y actuación en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.	Ninguna
14. Aprendizaje continuo.	Alta
15. Desarrollo de una actitud profesional emprendedora.	Media

Descriptores CONFEDI

Los descriptores de conocimiento para un Ingeniero Mecánico fueron tipificados en octubre de 2018 por parte del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) en el [Anexo I-16 de su publicación “Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina”](#), conocido como “Libro rojo de CONFEDI”. Se resaltan en el cuadro que figura en tal anexo las temáticas a las que pertenece esta asignatura.

ANEXO I – 16.- INGENIERO MECÁNICO

ACTIVIDAD RESERVADA	COMPETENCIA ESPECÍFICA	DESCRIPTORES DE CONOCIMIENTO
1. Diseñar, proyectar y calcular máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control.	1.1. Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control. 1.2. Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución.	Tecnologías Aplicadas <ul style="list-style-type: none"> Componentes de máquinas Proyecto mecánico Gestión e ingeniería del mantenimiento Instalaciones industriales Máquinas térmicas e hidráulicas Sistemas de automatización y control Tecnología del calor Tecnología mecánica Tecnologías Básicas <ul style="list-style-type: none"> Ciencia y Tecnología de los Materiales Dinámica de sistemas mecánicos Electrotecnia y máquinas eléctricas Estática y Resistencia de Materiales Fundamentos de electrónica Mecánica de los Fluidos Mecánica teórica y mecanismos Metrología Termodinámica Ciencias y Tecnologías Complementarias <ul style="list-style-type: none"> Economía Ética y Legislación y Ejercicio Profesional Formulación y evaluación de proyectos Gestión Ambiental Gestión de la Calidad Higiene y Seguridad Organización Industrial Ciencias Básicas de la Ingeniería <ul style="list-style-type: none"> Física: Calor, Electricidad, Electromagnetismo, Magnetismo, Mecánica y Óptica. Informática: Fundamentos de Programación Matemática: Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral, Cálculo y Análisis Numérico, Ecuaciones diferenciales, Geometría analítica y Probabilidad y Estadística Química: Fundamentos de Química Sistemas de Representación
2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.	2.1. Planificar, dirigir y ejecutar proyectos de ingeniería mecánica. 2.2. Realizar la gestión del mantenimiento 2.3. Operar y controlar proyectos de ingeniería mecánica.	
3. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente	3.1. Determinar y certificar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de lo descrito en la AR1 de acuerdo con especificaciones. 3.2. Interpretar la funcionalidad y aplicación de lo descrito en la AR1.	
4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en lo concerniente a su actividad profesional.	4.1. Proyectar y dirigir en lo referido a la higiene y seguridad en los proyectos de ingeniería mecánica según lo descrito en AR1	

Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina
"Libro Rojo de CONFEDI". Aprobado por la Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina
Rosario - 1 de junio de 2018

Resumiendo estas temáticas son las siguientes:

- Tecnologías aplicadas
 - Componentes de máquinas
 - Tecnología mecánica
- Tecnologías básicas
 - Dinámica de sistemas mecánicos
 - Mecánica teórica y mecanismos
- Ciencias básicas de la ingeniería
 - Informática: Fundamentos de Programación
 - Matemática: Álgebra lineal
 - Matemática: Cálculo diferencial e integral
 - Matemática: Cálculo y Análisis Numérico
 - Matemática: Ecuaciones diferenciales
 - Matemática: Geometría analítica

Tecnologías aplicadas y básicas

La asignatura tiene por misión fundamental permitir al alumno calcular la "Dinámica de sistemas mecánicos" como parte fundamente de la temática de "Mecánica teórica y mecanismos". Se modela tal dinámica para algunos "Componentes de máquinas", mencionando superficialmente cuestiones relativas a su manufactura, temática de "Tecnología mecánica".

Ciencias básicas de la ingeniería

En lo referente al descriptor “Física: mecánica” la asignatura da un cierre a la formación básica en el tema iniciada en la asignatura Física I llevándola hasta el nivel definitivo del conocimiento científico sobre la temática de dinámica del cuerpo rígido.

La metodología con que se imparte en el DIIT la asignatura gira en torno a programar en lenguaje Python la resolución de la dinámica de sistemas mecánicos (“Informática: Fundamentos de programación”). Desde describir su geometría en función del tiempo (“Matemática: Geometría analítica”) en diversos sistemas de coordenadas (“Matemática: Álgebra lineal”), pasando por la obtención de las ecuaciones diferenciales que describen tal dinámica (“Matemática: Ecuaciones diferenciales”) y su resolución analítica (“Matemática: Cálculo diferencial e integral”). Pero por sobretodo el uso intensivo de la computadora pone en práctica la resolución por métodos numéricos que permite visualizar y predecir el comportamiento de los sistemas mecánicos (“Matemática: Cálculo y Análisis Numérico”), aspecto usualmente desatendido en la formación de nuestros ingenieros mecánicos.

Una descripción somera de como cada uno de estos descriptores de conocimiento se relacionan con la metodología educativa que se sigue en el dictado de esta asignatura puede verse en la presentación para la ExpoProyecto 2021 denominada “Experiencia de un curso de mecánica racional basado en código” que puede verse en el canal de YouTube del DIIT: <https://youtu.be/UKgCO3KwuOE>

“Declaro que el presente programa de estudios de la asignatura Mecánica General, es el vigente para el ciclo lectivo 2024, guarda consistencia con los contenidos mínimos del Plan de Estudios”

Firma

Aclaración

Fecha