Cálculo Avanzado
Planificación Ciclo lectivo 2023

1. Datos administrativos de la asignatura			
Departamento:	**Ing. Mecánica**	Carrera:	**Ing. Mecánica**
Asignatura:	**Cálculo Avanzado**		
Nivel de la carrera:	**3**	Duración:	**Anual**
Bloque curricular:	**Cs. Bs. De la ingeniería**		
Carga horaria presencial semanal:	**2.25**	Carga Horaria total:	**72**
Carga horaria no presencial semanal (si correspondiese):	**0**	% horas no presenciales: (si correspondiese)	**0**
Profesor/es Titular/Asociado/Adjunto:	**Mg. Ing. Carlos Vera. Titular**	Dedicación:	**Simple**
Auxiliar/es de 1º/JTP:	**Ing. Nicolás Virla**	Dedicación:	**Simple**

2. Fundamentación y análisis de la asignatura

La asignatura pertenece al 3° nivel de de Ing. Mecánica, bloque Ciencias Básicas, único espacio curricular del bloque que pertenece al departamento de carrera.

Se propone desde aquí valorar a la matemática superior como una herramienta útil de modelado de problemas relacionados con la ingeniería mecánica, fomentando el planteo y resolución apropiados. También poner en evidencia íntimos contactos entre la matemática aplicada y la profesión, por ejemplo: el cálculo en variable compleja para la interpretación de señales (con las se deberá trabajar al introducirse en actividades de mantenimiento y monitoreo de equipos y estructuras), el Análisis de Fourier (para la solución de problemas de flujo de calor, vibraciones mecánicas, etc.), la Transformada de Laplace (para el estudio de sistemas lineales de control y automatización) y el Cálculo Numérico (para simulación y comprobación de resultados, tarea intrínsecamente relacionada con el ingeniero moderno).

Los temas se abordan desde un punto de vista **práctico y conceptual**, no entrando en mayores detalles respecto de teoremas y/o su justificación teórica, a través de ejemplos ilustrativos de su práctica en la ingeniería dando una clara percepción de cuál es el campo de acción de la matemática en la profesión: modelado, solución e interpretación de resultados.

3. Relación de la asignatura con el Perfil de Egreso de la carrera, las Actividades Reservadas, los Alcances, las Competencias de Egreso y su tributación.

En un todo de acuerdo con la Ordenanza 1901 la materia otorga herramientas elementales y aporta competencias para cumplir con el **perfil de egreso** indicado en ésta última, según se transcribe a continuación:

- *Diseñar, calcular, proyectar, dirigir y controlar la construcción y administración, implementar, poner y mantener en servicio, ensayar y medir sistemas mecánicos en general, tanto en productos como en procesos industriales, que incluyen aspectos térmicos, de fluidos, de almacenaje, de generación de energía, de automatización y de control (integrando a la mecánica el uso de software, aplicaciones informáticas y de dispositivos electrónicos necesarios). Pudiendo validar y certificar el funcionamiento, condición de uso y estado o calidad de lo mencionado anteriormente.*
- *Comunicarse con efectividad, en forma gráfica (manual y digitalmente), en forma oral y escrita integrando equipos de trabajo para la acción interdisciplinaria.*

Tributación de la asignatura a las competencias genéricas y específicas

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CG)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)
CE 1.1: nivel1	CG 1: nivel 2	CG 7: nivel 1
CE 1.2: nivel 1	CG 4: nivel 1	
CE 2.2: nivel 1		
CE 5.1: nivel 1		
CE 6.1: nivel 1		

Justificación de las competencias y su relación con los alcances y las actividades reservadas de la carrera Ingeniería Mecánica:

A continuación, se justifican las competencias tributadas en relación con el perfil de egreso, los alcances y las actividades reservadas. En particular se destaca que las competencias genéricas se acordaron en el ámbito del consejo departamental de Ing. Mecánica, mientras que las específicas son las que figuran en la matriz de tributación de la carrera, que obra en la Ordenanza 1901.

<u>CE 1.1:</u> *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 aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.*

Se tributa a esta competencia a través de la modelación matemática de problemas elementales de la física matemática, que son de utilidad para el diseño y proyecto de estructuras, dispositivos de generación de energía y sistemas de automatización y control. Los conceptos impartidos en la asignatura prestan competencias elementales para estas actividades, introduciendo al futuro profesional con su actividad ingenieril. En ese sentido, se promueven teorías elementales para el cálculo y estudio de estructuras

mecánicas, sistemas de automatización y control y estudios de fluidos. Tiene directa relación con la actividad reservada 1 (AR1)

CE 1.2: *Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución a lo antes mencionado, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.*

Se tributa a la competencia desde tareas de simulaciones computacional, uso de técnicas matemáticas y aplicaciones de software de cálculo simbólico, como instrumentos de modelización y posterior implementación de alternativas de solución, cálculo y simulaciones de problemas básicos de la física matemática, que derivan en problemas de ingeniería en asignaturas de tecnologías aplicadas. Esta competencia tiene relación con la AR1.

C.E.2.2: *Realizar la gestión del mantenimiento con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.*

Se tributa a esta competencia desde el tema Análisis de Fourier. Las series, integrales y transformadas de Fourier son herramientas matemáticas con las que el Ing. Mecánico analiza señales en tiempo y en frecuencia, siendo esta teoría fundamental para tareas de mantenimiento. El tratamiento especial de las señales periódicas y sus espectros (de amplitud, velocidad o aceleración según corresponda) dan la posibilidad de proponer acciones de mantenimiento en máquinas rotantes principalmente, permitiendo también predecir el comportamiento mecánico de éstas y de las estructuras que las soportan. La competencia está relacionada con la actividad reservada 2 (AR2)

CE 5.1: *Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas., respetando los criterios y metodologías prescriptos por las Normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.*

Se tributa desde contenidos de cálculo numérico y teoría de errores. Esta competencia es pertinente con el alcance 5 (AL5). Los métodos numéricos permiten obtener de manera analítica curvas que luego, en articulación con otras asignaturas, las y los estudiantes pueden comparar con las que obtienen en sus ensayos de laboratorio.

CE 6.1*: Comprender sobre sistemas robóticos, de automatización y control, incluyendo la programación (software) y los dispositivos físicos (hardware), aplicados a la Ingeniería Mecánica, empleando algoritmos numéricos, equipos de computación, tecnología de la información y comunicación.*

Se tributa desde el estudio de la Transformada de Laplace, teoría elemental de para el estudio de sistemas automáticos de control de procesos. En particular esta teoría otorga competencias que se relacionan con el AR1 y con el alcance 2 (AL2). Sabido es que la Transformada de Laplace es una herramienta de gran utilidad para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias, a coeficientes constantes de 1° y 2° orden, siendo éstas las que modelan, entre otras, sistemas de control para procesos de ingeniería.

CG 1: *Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería*

Se tributa a esta competencia a través del estudio de problemas elementales de la física matemática que son la base de muchos de los problemas de la ingeniería mecánica, principalmente la ecuación de onda (para problemas de vibraciones mecánicas) la ecuación de Fourier (para problemas de transmisión de calor unidimensional) y la ecuación de Laplace (para problemas de transmisión de calor en estado estacionario). Estos problemas brindan competencias elementales para identificar problemas de ingeniería en asignaturas posteriores del bloque de tecnologías básicas y tecnologías aplicadas. Así, se generan competencias para la formulación matemática de éstos, haciendo especial énfasis en su resolución tanto analítica como computacional, competencias ligadas íntimamente con la AR1 y AR2

CG4: *Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería*

Se tributa a esta competencia a través de la generación de habilidades para la manipulación de técnicas matemáticas de cálculo (series, integrales, transformadas y métodos numéricos) y el uso de software de cálculo simbólico y numérico, que luego se aplicarán en casos prácticos de soluciones de problemas de ingeniería. Esta competencia genérica está relacionada con las AR1 y AR2.

CG 7: *Comunicarse con efectividad*

A los efectos de tributar a esta competencia genérica, se proponen actividades obligatorias de entrega de trabajos escritos y de defensa oral, que las y los estudiantes deben presentar en un formato normalizado por la cátedra, mediante una plantilla elaborada a tal fin. De esta manera se potencian las habilidades de comunicación efectiva a través de la oralidad, y la producción escrita de informes.

4. Propósito, objetivos y resultados de aprendizaje

4.1. Propósito

Esta asignatura propone otorgar al futuro profesional herramientas matemáticas sólidas que impacten positivamente en el estudio de problemas elementales de la ingeniería mecánica, desde su concepción teórica, su aplicación práctica y la solución a través del uso de la herramienta computacional.

4.2. Objetivos establecidos en el Diseño Curricular

- Interpretar a la matemática como una práctica social de argumentación, formulación y demostración.
- Hacer uso de la matemática para resolver problemas básicos de la ingeniería.

4.3. Objetos de conocimiento y Resultados de aprendizaje

Los Resultados de Aprendizaje (RA) son 4. A continuación, se describen y se acompaña en cada caso el objeto de conocimiento indicado

Resultado de Aprendizaje 1 (RA1)

Aplica el cálculo en Variable Compleja para el estudio de funciones analíticas y armónicas, y para calcular integrales en el campo complejo, reconociendo su utilidad en el campo aplicación de la ingeniería.

Objeto de conocimiento 1: Cálculo en Variable Compleja.

El RA1 se vincula con la CE1.2 y con la CG 4. Esto se fundamenta en que el Cálculo en Variable Compleja aporta herramientas de cálculo que resuelven problemas de la física matemática a través del estudio de funciones analíticas, (siendo los más conocidos los problemas de vibraciones mecánicas desde excitaciones armónica), problemas de dinámica de fluidos (que se desarrollan mediante funciones analíticas) y en particular integrales reales que se evalúan y resuelven mediante técnicas de integración compleja. Todas estas herramientas otorgan al futuro profesional capacidades para implementar y resolver problemas de ingeniería.

Resultado de Aprendizaje 2 (RA2)

Utiliza la Transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales lineales, ordinarias a coeficientes constantes de 1° y 2° orden reconociendo su importancia como herramienta práctica para la resolución y estudio de sistemas lineales de control y de problemas de vibraciones mecánicas.

Objeto de conocimiento: Transformada de Laplace

El RA2 se relaciona con las competencias CE 6.1, CG 1 y CG 4. La Transformada de Laplace es una técnica matemática que se utiliza como herramienta para resolver a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) lineales, a coeficientes constantes, de 1° y 2° orden, no homogéneas, y que se responden a problemas de valores iniciales. Estas EDO simulan sistemas lineales de control automático y/o problemas de vibraciones de uno o varios grados de libertad. La Función Transferencia del sistema permite trabajar con la respuesta en frecuencia de sistemas dinámicos, tarea íntimamente ligada al mantenimiento, la automatización y a la robótica.

Resultado de Aprendizaje 3 (RA3)

Emplea el Análisis de Fourier para interpretar y estudiar componentes armónicas de señales periódicas y no periódicas y para resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, reconociendo su importancia como herramienta práctica en el estudio de dinámica estructural, transmisión de calor, vibraciones mecánicas y mantenimiento.

Objeto de conocimiento: Análisis de Fourier

El RA3 se relaciona pertinentemente con las competencias CE 2.2, CE 6.1, CG 1 y CG 4. El Análisis de Fourier (series, integrales y transformadas) es una herramienta para entender y operar de manera significativa con señales periódicas y aleatorias, que son con las que profesionales de la ingeniería mecánica trabajan cotidianamente en tareas de mantenimiento de máquinas rotantes y estructuras excitadas con fuerzas periódicas ejemplo. En líneas generales, permite el análisis espectral de las señales de excitación y desde allí determinar sus amplitudes, frecuencias y la energía asociada a ésta. Esta tarea está íntimamente ligada a técnicas de mantenimiento.

Resultado de Aprendizaje 4 (RA4)

Opera con métodos numéricos para la resolución de problemas elementales de la ingeniería, mediante técnicas simbólicas y numéricas, cuya comparación infiere sobre la conveniencia de

utilizar la más adecuada, presentando los resultados mediante actividades que fomenten la comunicación oral y escrita.

Objeto de conocimiento: Métodos numéricos

El RA4 se relaciona con las competencias CE 1.2, CG 1 y CG 4. Los métodos numéricos son de amplia utilidad para resolver problemas de la ingeniería mecánica. En particular, estos problemas se resumen en 3 casos: la ecuación unidimensional de onda, la ecuación unidimensional de transmisión de calor y la ecuación de Laplace; de los que se derivan problemas de transmisión de calor, distribución de temperaturas y de vibraciones mecánicas de medios continuos. El trabajo con estas ecuaciones pone en contacto a las y los estudiantes con la formulación de problemas, la búsqueda de resoluciones y metodologías de simulación en ingeniería y el uso y utilización efectiva de técnicas y herramientas de aplicación en el futuro ejercicio profesional. En la actualidad el papel de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería ha aumentado de forma considerable, ya que permite aproximar cálculos y simulaciones de manera muy simplificada, probar alternativas de solución, permitiendo incrementar las habilidades creativas personales, dándole mayor importancia a la formulación de un problema y a la interpretación de la solución y sus variantes que a la solución analítica simbólica, que en muchos casos no es posible calcular.

5. Integración y articulación de la asignatura con el área de conocimiento (horizontal y/o vertical), el nivel de la carrera (horizontal) y el diseño curricular.

De niveles anteriores, la asignatura articula con las asignaturas Análisis Matemático I y II y Álgebra y Geometría Analítica, en competencias sobre los temas funciones de una y dos variables, límite, derivadas, integrales, vectores y ecuaciones diferenciales.
En el mismo nivel se promoverá la articulación con Mecánica Racional (vibraciones en un grado de libertad), con Termodinámica (ecuación de Fourier) y Estabilidad II (vibraciones de medios continuos).
Hacia niveles superiores articulará con asignaturas Elementos de Máquinas, Tecnología del Calor, Mecánica de los Fluidos (funciones armónicas) y Electrónica y Sistemas de Control (sistemas lineales de control).

6. Metodología de enseñanza

Resultado de Aprendizaje 1: *Aplica el cálculo en Variable Compleja para el estudio de funciones analíticas y armónicas, y para calcular integrales en el campo complejo, reconociendo su utilidad en el campo aplicación de la ingeniería.*			
Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase (estimadas)
	1. Aula invertida.	1. Debate y puesta en común de Funciones de Variable, Derivadas y Ecuaciones de Cauchy Riemann. 2. Intercambio entre docente y estudiantes.	1. Visualización de video de video y lectura de texto previo a la clase. 2. Organización de conceptos para debate en clase.

I, II y III.		3. Respuesta y resolución de ejemplos de aplicación. 9 hs.	3. Trabajo con guías para la elaboración de preguntas para debate. 6 hs.
	2. Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con soporte de material audiovisual.	1. Exposición del tema Integrales en el campo complejo, Seres y Sucesiones de manera interactiva entre docentes y estudiantes con revisión de saberes previos. 2. Aplicaciones a la resolución de integrales curvilíneas mediante ejercitación. 3. Planteo y resolución de ejercicios Series y Sucesiones. 6 hs.	1. Organización de conceptos teóricos y relación con saberes previos. 2. Lectura de material bibliográfico. 3. Visualización de material audiovisual para reforzar conceptos. 4 hs.
	3. Simulación de casos con soporte de software específico y rutinas propias de la cátedra y de elaboración por parte de estudiantes.	1. Presentación de software y rutinas específicas. 2. Trabajo sobre guías de orientación y específicas del para abordar la resolución de problemas integradores que involucren el cálculo en variable compleja. 12 hs.	1. Resolución de ejercitación mediante software. 2. Búsqueda de material relacionado con los trabajos integradores sobre Variable Compleja para la aprobación directa. 9 hs.

<u>Saberes conocer</u>: Teoría de funciones complejas, teoremas de convergencia, ecuaciones de Cauchy Riemann y de Laplace.
<u>Saberes hacer</u>: resolución de ecuaciones de Cauchy – Riemann, cálculo de integrales y series.
<u>Saberes ser</u>: respeto por la igualdad de género, participación en foros temáticos, cumplimiento de fechas de entrega de prácticos, utilización del modelo de plantilla para la entrega del trabajo de aprobación directa.

Resultado de Aprendizaje 2: *Utiliza la Transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales lineales, ordinarias a coeficientes constantes de 1° y 2° orden reconociendo su importancia como herramienta práctica para la resolución y estudio de sistemas lineales de control y de problemas de vibraciones mecánicas.*

Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
	1. Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con soporte de material audiovisual.	1. Exposición del tema de manera interactiva entre docentes y estudiantes con revisión de saberes previos. 2. Aplicación a la resolución de EDO.	1.Organización de conceptos y casos. 2. Complemento con lectura de bibliografía y material multimedia. 3 hs.

IV.		3. Aplicaciones a problemas de vibraciones y de sistemas de control. 6 hs.	
	2**. Resolución de ejercicios de manera colaborativa y de manera autónoma por parte de estudiantes**	1. Ejercitación en clase de guías de trabajos prácticos de manera colaborativa. 2. Aplicación de saberes para resolución de ejercicios mediante software específico. 6 hs.	1. Resolución de ejercitación. 2. Consulta a docentes. 3. Presentación de resultados y devolución. 4. Resolución de ejercicios mediante AV con software específico. 6 hs.
	3. **Simulación de casos con soporte de software específico.**	1. Presentación de trabajo de simulación. 2. Manejo del programa de software específico. 6 hs.	1.Contrastación de resultados por equipos. 2. Simulación de problemas con aplicación de software específico de manera colaborativa. 6 hs.

<u>Saberes conocer</u>: transformadas y anti transformadas de Laplace, teoremas de desplazamiento.
<u>Saberes hacer</u>: resolución de ecuaciones diferenciales con Mathematica que modelan problemas de vibraciones y de sistemas de control.
<u>Saberes ser</u>: respeto por la igualdad de género, participación en foros temáticos, cumplimiento de fechas de entrega de prácticos, utilización del modelo de plantilla para la entrega del trabajo de aprobación directa.

Resultado de Aprendizaje 3: *Emplea el Análisis de Fourier para interpretar y estudiar componentes armónicas de señales periódicas y no periódicas y para resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, reconociendo su importancia como herramienta práctica en el estudio de dinámica estructural, transmisión de calor, vibraciones mecánicas y mantenimiento.*

Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
	1. Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con soporte de material audiovisual.	1. Introducción y explicación teórica de la utilidad del Análisis de Fourier en la actividad profesional, intercambiando con estudiantes sobre aplicaciones en temas como mantenimiento y vibraciones de medios continuos. 2. Exposición a través de ejemplos de la aplicación de	1. Organización de conceptos teóricos y relación con saberes previos. 2. Articulación de saberes con otras asignaturas del mismo nivel: Mecánica Racional y Estabilidad II. 3. Lectura de material bibliográfico.

V, VI y VII		las herramientas del Análisis de Fourier. 12 hs.	3. Visualización de material audiovisual para reforzar conceptos. 9 hs.
	2. Resolución de problema de vibraciones de 1 grado de libertad y de medios continuos.	1. Planteo de situación problemática sobre mantenimiento de máquinas rotantes y sobre problemas de vibraciones de cuerpos continuos. 2. Identificación del uso de la herramienta matemática para la interpretación del problema y como aplicación para su solución. 12 hs.	1. Búsqueda de material adecuado para la interpretación de la física del problema. 2. Práctica con rutinas de métodos numéricos. 6 hs.
	3. Simulación de casos con soporte de software de cálculo y específico y	1. Trabajo sobre problemas de vibraciones de 1 o más grados de libertad. 2. Obtención de diferentes soluciones de acuerdo con la variación de los parámetros que definen el modelo matemático del problema. 3. Interpretación de los diferentes resultados obtenidos y relación con la física del problema. 9 hs.	1. Practica con las rutinas de cálculo elaboradas por la cátedra. 2. Resolución de la ejercitación propuesta en la guía de trabajos prácticos. 3. Simulación de problemas con aplicación de software específico de manera colaborativa. 6 hs.
	4. Práctica en laboratorio sobre vibraciones mecánicas en laboratorio	1. Presentación de guía de trabajo. 2. Relevamiento de datos en el laboratorio. 3. Análisis de datos. 3 hs.	1. Presentación de informe sobre la práctica. 3 hs.

<u>Saberes conocer</u>: espectros, ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, teoría de vibraciones de medios continuos, transmisión de calor,
<u>Saberes hacer</u>: resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias que modelan problemas de vibraciones, utilización del método de separación de variables para ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, vibraciones de medios continuos, transmisión de calor.
<u>Saberes ser</u>: respeto por la igualdad de género, participación en foros temáticos, cumplimiento de fechas de entrega de prácticos, utilización del modelo de plantilla para la entrega del trabajo de aprobación directa.

Resultado de Aprendizaje 4: *Opera con métodos numéricos para la resolución de problemas elementales de la ingeniería, cuya comparación infiere sobre la conveniencia de utilizar la más adecuada, presentando los resultados mediante actividades que fomenten la comunicación oral y escrita.*

Unidad temática	Estrategias de enseñanza y aprendizaje	Actividades formativas y carga horaria	
		En clase	Fuera clase
	1. Clase expositiva e interactiva entre docentes y estudiantes, con soporte de material audiovisual.	1. Introducción y explicación teórica de los métodos numéricos para la resolución de problemas de ingeniería. 2. Exposición de rutinas de cálculo a través de ejemplos de la aplicación. 12 hs.	1. Organización de conceptos teóricos y relación con saberes previos. 2. Lectura de material bibliográfico. 3. Visualización de material audiovisual para reforzar conceptos. 6 hs.
	2. Resolución de problemas de ingeniería mediante métodos numéricos y rutinas específicas.	1. Planteo de problemas a resolver mediante métodos numéricos. 2. Selección del método y del procedimiento adecuado de resolución de acuerdo con el problema. 12 hs.	1. Búsqueda de material adecuado para la interpretación de la física del problema propuesto. 2. Práctica con rutinas de métodos numéricos. 6 hs.

En líneas generales se orientará la asignatura al manejo de conceptos teóricos básicos, promoviendo como criterio generar competencias desde la máxima explotación de la práctica en relación con el desarrollo de capacidades, esto es incentivando a las y los estudiantes a que adquieran habilidades para la manipulación de herramientas de cálculo avanzado e identifiquen el problema a tratar, su desarrollo teórico, su aplicación práctica y su posterior resolución simbólica y computacional.

Se proveerá a las y los estudiantes de guías de Trabajos Prácticos por unidad temática para su resolución tanto grupal como individual, y también se promoverá el uso de software de cálculo simbólico MATHEMATICA que ayudará en la resolución de los problemas a abordar en la asignatura. El uso y aprendizaje de este paquete tendrá vinculación para la aprobación directa de la materia.

7. Recomendaciones para el estudio

- Realizar lectura semanal del material aportado por la cátedra que obra en el aula virtual de la asignatura.
- Realizar los ejercicios prácticos según la guía que obra en el aula virtual.

- Contestar y participar en los foros de consulta de práctica y teoría, en los cuales quien curse puede encontrar respuestas comunes a inquietudes del desarrollo de la asignatura.
- Relacionar conceptos con las asignaturas Análisis Matemático II, Estabilidad I y II, y Mecánica Racional.
- Profundizar la práctica con el software MATHEMATICA, trabajando con las rutinas de cálculo que otorga la cátedra, para una mejor interpretación de los resultados de cada ejercitación.

8. Metodología y estrategias de evaluación

Evaluación de cada Resultado de Aprendizaje.

Resultado de Aprendizaje 1: *Aplica el cálculo en Variable Compleja para el estudio y cálculo de funciones analíticas y armónicas y el cálculo de integrales, reconociendo su utilidad en el campo aplicación de la ingeniería*

Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./Sumativa) (Auto/co/Heteroevaluación)
1. Comprende el concepto de función analítica, integrales curvilíneas, series y sucesiones, y lo aplica adecuadamente en la resolución de ejercicios.	**1. Resolución de ejercicios**	Trabajo individual de resolución de ejercicios con software de cálculo simbólico a entregarse desde el Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
	2. Resolución de cuestionario	Cuestionario individual de resolución a través de Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
2. Resuelve problemas de ingeniería que involucran el cálculo en variable compleja de manera adecuada, presentando un informe de manera grupal.	**1. Presentación escrita y defensa oral de trabajo grupal sobre aplicaciones del cálculo en variable compleja en problemas de ingeniería**	Trabajo integrador de resolución de problemas de ingeniería, el que se debe entregar en un formato preestablecido y resuelto mediante el uso de software de cálculo simbólico. Rúbrica	Sumativa Integradora Grupal

Resultado de Aprendizaje 2: *Utiliza la Transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales lineales, ordinarias a coeficientes constantes de 1° y 2° orden reconociendo su importancia como*

herramienta práctica para la resolución y estudio de sistemas lineales de control y de problemas de vibraciones mecánicas.			
Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./Sumativa) (Auto/co/Heteroevaluación)
1. Aplica técnicas simbólicas y mediadas por software de cálculo para obtener la Transformada de Laplace de funciones reales	**1. Resolución de ejercicios**	Trabajo individual de resolución de ejercicios con software de cálculo simbólico a entregarse desde el Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
	2. Resolución de cuestionario	Cuestionario individual de resolución a través de Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
2. Resuelve ecuaciones diferenciales que modelan problemas de vibraciones mecánicas y sistemas de control de manera adecuada y en el marco teórico que el problema representa	**1. Presentación escrita y defensa oral de trabajo grupal sobre problemas de vibraciones mecánicas y sistemas de control**	Trabajo integrador de resolución de problemas de vibraciones y sistemas de control, el que se debe entregar en un formato preestablecido y resuelto mediante el uso de software de cálculo simbólico. Rúbrica.	Sumativa Integradora Grupal

Resultado de Aprendizaje 3: *Emplea el Análisis de Fourier para interpretar y estudiar componentes armónicas de señales periódicas y no periódicas y resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, reconociendo su importancia como herramienta práctica en el estudio de dinámica estructural, transmisión de calor, vibraciones mecánicas y mantenimiento.*			
Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./Sumativa) (Auto/co/Heteroevaluación)

1. Obtiene series y transformadas de Fourier de manera adecuada mediante técnicas simbólicas y con el uso de software de cálculo simbólico.	**1. Resolución de ejercicios**	Trabajo individual de resolución de ejercicios con software de cálculo simbólico a entregarse desde el Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
	2. Resolución de cuestionario	Cuestionario individual de resolución a través de Aula Virtual. Lista de cotejos	Formativa Sumativa Individual
2. Utiliza las series y transformadas de Fourier en la solución de problemas de vibraciones de 1 grado de libertad y en ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.	**1. Presentación escrita y defensa oral de trabajo grupal sobre problemas de vibraciones de 1 grado de libertad, de vibración de medios continuos y de transmisión de calor**	Trabajo integrador de resolución de problemas de vibraciones y transmisicón de calor, el que se debe entregar en un formato preestablecido y resuelto mediante el uso de software de cálculo simbólico. Rúbrica	Sumativa Integradora Grupal

Resultado de Aprendizaje 4: *Opera con métodos numéricos para la resolución de problemas elementales de la ingeniería, cuya comparación infiere sobre la conveniencia de utilizar la más adecuada, presentando los resultados mediante actividades que fomenten la comunicación oral y escrita.*

Criterios de evaluación	Actividades de evaluación	Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación (Diagn./Form./Sumativa) (Auto/co/Heteroevaluación)
1. Resuelve mediante métodos numéricos problemas abiertos de ingeniería para realizar la presentación de resultados de manera oral y escrita.	**1. Resolución de ejercicios**	Trabajo individual de resolución de ejercicios con software de cálculo simbólico a entregarse desde el Aula Virtual. Lista de cotejos.	Formativa Sumativa Individual
	2. **Presentación escrita y defensa oral de trabajo grupal sobre problemas integradores de ingeniería**	Trabajo integrador de resolución de problemas de ingeniería mediante métodos numéricos,	Sumativa Integradora Grupal

	mecánica: vibraciones, sistemas de control y de transmisión de calor	el que se debe entregar en un formato preestablecido y resuelto mediante el uso de software de cálculo simbólico. Rúbrica.	

La evaluación de los Resultados de Aprendizaje se realizará a través de lista de cotejos y de rúbricas. Estos instrumentos tendrán en cuenta las evidencias de cada evaluación según la técnica propuesta (pruebas escritas, exposiciones orales, entregas de trabajos, etc.) que permitirán adecuadamente recolectar información del desempeño de cada estudiante en el logro de aprendizaje.
Las evaluaciones en todos los casos son del tipo integradoras.

Argumentar que las evaluaciones no discriminan en teóricas y prácticas

Condiciones de aprobación:

- Condiciones para la aprobación directa: será condición para la aprobación directa *a)* aprobación de 3 trabajos integradores (en su instancia inicial o en recuperatorio) *b)* la aprobación de las entregas de ejercitación de actividades prácticas en MATHEMATICA vía Aula Virtual. Quienes aprueben las instancias *a) y b),* estarán en condiciones para la realización de un trabajo de integración grupal (máximo 3 integrantes) editado según la plantilla otorgada por la cátedra. Cada trabajo será expuesto y defendido de manera oral. Con la aprobación del trabajo integrador, se logra la aprobación directa.
Todas las instancias de evaluación tendrán instancia de recuperación al finalizar el cuatrimestre respectivo. Los estudiantes que no aprueben la instancia de recuperación de algún trabajo al perderán el cursado de la materia.
-Condiciones para la aprobación indirecta: los estudiantes que no aprueben la entrega de trabajos de la instancia *b)* tendrán derecho a la aprobación indirecta de la materia en un todo de acuerdo con lo estipulado en la Ordenanza 1549.

9. Cronograma de clases/trabajos prácticos/exámenes

Profesor: Mg. Ing. Mecánico Carlos VERA. Responsable de la planificación de la teoría y práctica.

Ayudante de Trabajos Prácticos: Ing. Mecánico Nicolás VIRLA. Responsable de la planificación y corrección de las actividades prácticas.

Las clases se desarrollarán de manera indistinta en la modalidad híbrida, en línea con las definiciones que al respecto vaya adaptando la FRBB y la UTN.

Clase	Docente	Descripción del Tema	Clase Teórica	Clase Práctica	
			Marcar según corresponda		

Clase 1	**Carlos Vera**	Presentación - Ev. Diagnóstica. Repaso de Números Complejos	**x**	**x**		
Clase 2	**Carlos Vera**	Funciones de variable compleja. Nociones de MATHEMATICA	**x**	**x**		
Clase 3	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 4	**Carlos Vera**	Funciones Elementales - Aplicaciones con MATHEMATICA	**x**	**x**		
Clase 5	**Carlos Vera**	Integrales en C - Aplicaciones con MATHEMATICA	**x**	**x**		
Clase 6	**Carlos Vera**	Integrales en C - Fórmulas de la Integral de Cauchy	**x**	**x**		
Clase 7	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 8	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 9	**Carlos Vera – Nicolás Virla**	1° parcial. Variable compleja.		**x**		
Clase 10	**Carlos Vera**	Transformada de Laplace - Transformada inversa.	**x**	**x**		
Clase 11	**Carlos Vera**	Teoremas de desplazamiento, Propiedades operacionales. Resolución de EDO.	**x**	**x**		
Clase 12	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA.		**x**		
Clase 13	**Carlos Vera**	Aplicaciones a problemas de Vibraciones y a SCA	**x**	**x**		
Clase 14	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 15	**Carlos Vera - Nicolás Virla**	2° Parcial. TRANSFORMADA de LAPLACE		**x**		
Clase 16	**Nicolás Virla**	Recuperatorios de 1° y 2° parcial		**x**		

Clase 17	**Carlos Vera**	Series de Fourier	**x**	**x**		
Clase 18	**Carlos Vera**	Fórmula de Angulo Fase - Aplicaciones a EDO Vibraciones	**x**	**x**		
Clase 19	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 20	**Carlos Vera**	Integral y Transformada de Fourier	**x**	**x**		
Clase 21	**Carlos Vera**	Problemas de contorno. Ecuación de Cauchy – Euler.	**x**	**x**		
Clase 22	**Carlos Vera**	Autovalores y autofunciones. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Problema de la cuerda vibrante.	**x**	**x**		
Clase 23	**Carlos Vera**	Vibraciones de medios continuos: barras, ejes, vibraciones laterales de vigas. Eje rotante	**x**	**x**		
Clase 24	**Carlos Vera**	Ecuación de Transmisión de Calor. Ecuación de Laplace.	**x**	**x**		
Clase 25	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 26	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 27	**Carlos Vera – Nicolás Virla**	3° Parcial: Análisis de Fourier, Problemas de contorno.		**x**		
Clase 28	**Carlos Vera**	Cálculo numérico: raíces de ecuaciones, interpolación y aproximación de funciones.	**x**	**x**		
Clase 29	**Carlos Vera**	Derivación e integración numérica. Aplicaciones con MATHEMATICA.	**x**	**x**		
Clase 30	**Nicolás Virla**	Práctica. Aplicaciones con MATHEMATICA		**x**		
Clase 31	**Carlos Vera**	Resolución numérica de EDO. Aplicaciones con MATHEMATICA	**x**	**x**		

Clase 32	**Carlos Vera – Nicolás Virla**	Recuperatorio 3° parcial. Defensa de trabajos de aprobación directa.		**x**	

10. Recursos necesarios
Los recursos necesarios para el desarrollo de la materia son: - Aula para actividades presenciales. - Aula Virtual para actividades híbridas y remotas. - Disponibilidad de plataforma, conectividad y equipamiento para acciones de hibridación. - Proyector multimedia. - Software específico (MATHEMATICA y MATLAB) - Equipamiento e instrumental para medición de vibraciones en laboratorio.

11. Función Docencia
11.1 Reuniones de asignatura y área
Se realizarán reuniones con el ayudante de trabajos prácticos de manera semanal fuera del horario de cursado, de manera de realizar el seguimiento de las actividades de las y los estudiantes y de ir completando las listas de cotejos respetivas.
11.2 Orientación de las y los estudiantes
Luego del desarrollo de Series y Transformadas de Fourier, se realizarán actividades prácticas en el laboratorio de Ing. Mecánica para la medición de vibraciones.
11.3. Atención de las y los estudiantes
Consultas de teoría y práctica: <u>Presencial</u>: miércoles de 19:30 a 22:00 <u>A través de AV</u>: Teoría, lunes a jueves de 9:00 a 17:00. Práctica: lunes a viernes de 15:00 a 19:30.

12. Proyecto de Investigación en el que participa (si corresponde).
Nombre del Proyecto: AMTCABB0008473TC Desarrollo e implementación de estación de sensado autónoma para el monitoreo estructural mediante recolección de energía.
Grupo de Investigación: Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada (GIMAP)

Director: Dr. Sebastián MACHADO		
Tipo de proyecto: PID EQUIPOS CONSOLIDADOS CON INCENTIVOS TIPO A		
Fecha de Inicio:	1-01-2022	**Fecha de Finalización**: 31-12-2024

12. 1 Impacto del proyecto de investigación en la cátedra.
Las actividades que el docente desarrolla en el proyecto de investigación impactan muy positivamente en la cátedra. Se realizan aportes a temas como respuesta en frecuencia, espectro de señales, resolución de problemas de contorno y métodos numéricos principalmente, todas estas tareas de aplicación directa del proyecto y que permiten incorporar conceptos, desde ejemplos de aplicación y técnicas al desarrollo teórico de cada objeto de conocimiento. También se impacta positivamente en las aplicaciones prácticas relacionadas con la medición de vibraciones mecánicas en laboratorio y el tratamiento de señales.

13. Información Complementaria función Investigación y Extensión (si corresponde)
13.1. Lineamientos de Investigación de la cátedra
Se promueven acciones de incentivo a la investigación a estudiantes desde la difusión de las actividades de investigación del docente y de proyectos de investigación del GIMAP, desde los objetos de conocimiento Transformada de Laplace, Series y Transformadas de Fourier y Problemas de Contorno.

13.2. Lineamientos de Extensión de la cátedra
Se promueven acciones de incentivo a estudiantes para que se involucren en tareas de voluntariado universitario, programas de apoyo a estudiantes ingresantes y tutorías.

13.3. Actividades en las que pueden participar las/os estudiantes
Las y los estudiantes pueden participar activamente en las tareas de actividades de extensión y de investigación que desarrollan tanto el profesor como el ayudante: voluntariado, tutorías, rutinas de cálculo en software específico, etc.

14. Contribución de la asignatura a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS - opcional)
Se contribuye al ODS 9 Industrias, Innovación e Infraestructuras, Meta 9.5. El indicador es el % de estudiantes que habiendo cursado la asignatura participan luego en proyectos de investigación de la Facultad.