



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Cálculo Avanzado

Año Académico: 2023

Área: Matemática

Bloque: Ciencias Básicas de la ingeniería

Nivel: 3

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
72	96	3

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor Adjunto: ing. Alejandro Hayes

ATP: ing. Patricio Fay

FUNDAMENTACIÓN

La materia se fundamenta en la importancia para un estudiante de Ingeniería Mecánica de generar modelos matemáticos y profundizar en la simulación de los mismos mediante herramientas computacionales. Dentro del plan de estudios, la asignatura constituye un nexo entre la formación básica y la formación aplicada, de modo tal que el estudiante incorporará las bases teóricas necesarias para la comprensión de los modelos que se estudiarán en el resto de su trayecto formativo. Por otro lado, el estudiante adquirirá las bases del cálculo numérico y la simulación computacional, lo cual contribuye a la simulación de sistemas y procesos que pueden encontrarse en el desempeño profesional.



COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.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 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.		X		
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, 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.		X		
CE5.1. 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.				X
CE6.1. Diseñar 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.				X



COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería		X	

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- 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.
- Utilizar métodos matemáticos avanzados para desarrollar simulaciones de sistemas y procesos industriales.
- Aplicar las herramientas matemáticas para el cálculo de sistemas de automatización y control.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Variable Compleja
- Funciones de variable compleja.
- Límite y continuidad de funciones de variable compleja.
- Diferenciabilidad. Funciones analíticas.
- Integración en el campo complejo.
- Sucesiones y series.
- Resoluciones de integrales reales.
- Análisis de Fourier. Series y transformada.
- Transformada de Laplace. Transformada inversa.
- Métodos numéricos.
- Cálculo numérico. Métodos convencionales y computacionales.



Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: MODELOS MATEMÁTICOS EN INGENIERÍA

Concepto de modelo. Clasificación según el fenómeno físico bajo estudio. Modelos lineales, no lineales, determinísticos y estocásticos, analíticos y numéricos, otras clasificaciones. Análisis de la necesidad de aplicación de cada tipo.

UNIDAD TEMÁTICA II: VARIABLE COMPLEJA

Analizar el conjunto de los números complejos y sus operaciones para resolver diferentes situaciones. Análisis y Clasificación de Funciones de variable compleja y sus propiedades. Interpretación los conceptos de Límite y Continuidad tanto puntual como local con el fin de analizar diferentes situaciones. Estudio de Funciones Analíticas y su importancia en la teoría de la variable compleja. Clasificación de Singularidades de funciones. Introducción a los conceptos de Derivación e Integración en el plano complejo y su relación con los modelos en ingeniería. Análisis de Series en el Campo complejo y su importancia a la hora de realizar aproximaciones. Estudio del Teorema de los residuos como técnica de resolución de integrales. Cálculo de residuos y su aplicación a problemas propuestos. Aplicación de la teoría de variable compleja al cálculo de algunas integrales reales. Integrales reales. Aplicación a problemas de física.

UNIDAD TEMÁTICA III: ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES Y ANÁLISIS DE FOURIER

Introducción a la serie trigonométrica de Fourier continua. Representación de señales periódicas. Aplicaciones a la resolución de ecuaciones diferenciales derivadas parciales de la Física Matemática. Análisis de Problemas estacionarios y transitorios. Estudio de las Ecuaciones del Calor, de la Onda y de Laplace. Estudio de la Transformada de Fourier en tiempo continuo como técnica para analizar señales no periódicas. Aplicaciones a problemas de física.

UNIDAD TEMÁTICA IV: ECUACIONES DIFERENCIALES A COEFICIENTES VARIABLES

Presentación de la forma general de las ecuaciones diferenciales a coeficientes variables. Resolución en un entorno de un punto regular. Resolución en un entorno de punto singular. Análisis del Método de Frobenius e introducción a las series fraccionarias. Estudio de la Ecuación de Bessel e interpretación de resultados. Aplicación a fenómenos Físicos.

UNIDAD TEMÁTICA V: TRANSFORMADA DE LAPLACE

Introducción a la Transformada de Laplace. Definiciones principales. Análisis de las Propiedades operacionales. Presentación de los Teoremas fundamentales y su aplicación en distintos casos. Presentación de la Transformada inversa de Laplace y sus propiedades. Aplicaciones a la resolución de ecuaciones diferenciales. Modelización de sistemas físicos. Definición de Función de Transferencia. Aplicaciones al Análisis de la



Estabilidad de sistemas lineales. Introducción a los sistemas a lazo abierto y a lazo cerrado. Introducción al método de las variables de estado.

UNIDAD TEMÁTICA VI: SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO

Introducción a la discretización de sistemas a tiempo discreto. Definición de Transformada Z y Antitransformada. Definición de Función de transferencia de un sistema discreto. Análisis de la Estabilidad.

UNIDAD TEMÁTICA VII: ANÁLISIS NUMÉRICO MATRICIAL

Introducción a los métodos numéricos y su importancia en la resolución de los problemas de ingeniería. Introducción a Teoría del error y análisis de estabilidad numérica. Análisis de sistemas de ecuaciones lineales. Clasificación en Métodos directos e iterativos. Estudio de los métodos de Jacobi, Gauss Seidel, Relajación, Gradiente conjugado y otros. Aplicación a situaciones reales. Estudio de algoritmos con software de cálculo.

UNIDAD TEMÁTICA VIII: RESOLUCIÓN DE ECUACIONES Y SISTEMAS DE ECUACIONES

Introducción a la Resolución de ecuaciones en una variable e interpretación de resultados. Análisis de error y convergencia. Presentación de los métodos de Bisección. Punto Fijo y Newton Raphson. Comparación y estudio de su aplicabilidad. Resolución de sistemas de ecuaciones no lineales. Generalización de los métodos de punto fijo y Newton-Raphson. Aplicación a problemas de ingeniería e interpretación de resultados. Estudio de algoritmos con software de cálculo

UNIDAD TEMÁTICA IX: INTERPOLACIÓN Y AJUSTE DE CURVAS

Introducción al concepto de Interpolación. Desarrollo de modelos polinómicos. Presentación de los Polinomios de Lagrange, Newton y Hermite. Introducción al Ajuste por mínimos cuadrados y su diferencia con la interpolación Aplicación al ajuste de Funciones. Estudio y análisis de algoritmos con software de cálculo. Aplicación al análisis de datos.

UNIDAD TEMÁTICA X: INTEGRACIÓN Y DERIVACIÓN NUMÉRICA

Introducción al concepto de derivada discreta y sus aplicaciones. Definición de Integración Numérica. Presentación de las Fórmulas de Cuadratura, estudio de las Reglas del Trapecio, Simpson y Cuadratura de Gauss. Estudio de algoritmos con software de cálculo.

UNIDAD TEMÁTICA XI: RESOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES

Introducción a la Resolución de Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Estudio de análisis numérico de problemas de valor inicial. Presentación de los métodos de Euler, y Runge Kutta. Estudio de problemas de valor frontera. Presentación



del Método de Diferencias Finitas. Aplicación a problemas de fluidos y de transferencia de calor.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	36	-	36
Formación práctica	36	-	36

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental		-	
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)		-	
Proyecto y diseño		-	
Problemas Estructurados	36	-	
Práctica supervisada		-	
Total de horas	36	-	

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Las clases son teórico-prácticas promoviendo la participación activa de los alumnos mediante clases con exposición dialogada. Las exposiciones se orientan a la comprensión de los diferentes temas de la asignatura en forma integradora, no sólo como herramientas aisladas de cálculo sino también para incentivar el cálculo computacional como un complemento permanente de la asignatura, provocando un acercamiento con la realidad ingenieril. Dentro de la parte práctica se incluye el uso de software para modelado y simulación elegido de modo tal que no solo le sea útil al estudiante dentro del ámbito académico sino también en el ámbito profesional.

Se desarrollarán una serie de actividades en las que el alumno debe adquirir la capacidad de identificar el nivel de dificultad de la misma para decidir el uso o no de la herramienta computacional.

En cuanto a los trabajos prácticos obligatorios, se desarrollarán dos actividades en las que se deberán resolver problemas similares a los vistos en clase, pero mediante la utilización de software. La primera actividad se denomina "Estudio de funciones de variable compleja y cálculo operacional" y abarca las unidades 1 a 6, con el uso del



software de cálculo simbólico Maxima; la segunda práctica se denomina “Análisis Numérico” y abarca las unidades 7 a 11, con el uso del software de cálculo numérico Octave. Ambos trabajos prácticos se desarrollan en el ámbito elegido por el alumno.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de 2 (dos) exámenes parciales teórico- prácticos, que integran los temas desarrollados en el período que abarcan.

El primer parcial consiste en una evaluación escrita de 3 horas de duración aproximadamente, donde se evalúan las unidades temáticas 1 y 2.

El segundo parcial consiste en una evaluación escrita de 3 horas de duración aproximadamente, donde se evalúan las unidades temáticas 3 a 6.

Por otro lado, el estudiante deberá presentar dos informes que consisten en el desarrollo de una serie de ejercicios que deben realizarse con las herramientas computacionales elegidas respectivamente, donde se evalúan todas las unidades de la asignatura, y el manejo de un software de cálculo simbólico como Maxima y otro de cálculo numérico que es Octave.

Habiendo aprobado los parciales y habiendo firmado los trabajos prácticos el alumno debe pasar la instancia del examen final. La metodología propuesta para el examen final consiste en que tenga la opción de elegir entre dar un examen escrito donde se evaluarán los contenidos de la cursada mediante ejercicios integradores de los conceptos, o la realización de un trabajo de modelización matemática que permita integrar los contenidos de la materia con tópicos de aplicación en Ingeniería Mecánica que involucren modelos matemáticos de sistemas donde sea necesario aplicar conceptos de la materia. El método de evaluación se informa en la presentación de la asignatura. La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza y aprendizaje, está garantizado por las Resoluciones N° 2352/03 y 1862/02 del Consejo Directivo de la FRBA.

Requisitos de regularidad

El alumno deberá aprobar las instancias de evaluaciones parciales mencionadas con una nota de 6 (seis) o superior y haber cumplido con la entrega y aprobación de los informes de laboratorio correspondientes, además de contar con el mínimo de asistencia según lo establecido por la reglamentación vigente.

Requisitos de aprobación no directa

Aprobar el examen final con nota mínima de 6 (seis) puntos.



Requisitos de aprobación directa (Promoción)

Para acceder a la promoción el estudiante deberá aprobar ambos parciales con nota mayor o igual a 8 (ocho) pudiendo recuperar sólo uno de ellos, reemplazando indefectiblemente la calificación obtenida previamente en caso que tuviera el parcial aprobado con nota menor que 8 (ocho) en primera instancia. Además, deberá aprobar los informes mencionados anteriormente. Finalmente, contar con el porcentaje de asistencia exigido.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura se articula en forma horizontal con *Mecánica Racional* (tercer nivel) ya que se presentan y desarrollan estrategias para interpretar modelos matemáticos aplicados en problemas de oscilaciones y vibraciones, capaces de brindar herramientas para interpretar soluciones, así también como en problemas con ecuaciones diferenciales. En cuanto a la articulación vertical, se profundiza mucho el estudio de la transformada de Laplace y el análisis de estabilidad, lo que la articula de una forma muy sólida con la asignatura *Electrónica y Sistemas de Control* (cuarto nivel). Por otro lado, se desarrollan tópicos de análisis numérico y simulación que aplican en diferentes materias a lo largo de la carrera.

El equipo docente participa permanentemente de reuniones intercátedras convocadas por el departamento o quien tenga a cargo la coordinación de la cátedra, con el fin de generar acuerdos temáticos que faciliten la interacción necesaria en un proceso de articulación.



CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
1	Presentación de la asignatura. Explicación de modalidad y aprobación. Introducción a los números complejos. Ejemplos	Presencial
2	Radicación y Logaritmo. Práctica	Presencial
3	Funciones de Variable Compleja. Propiedades. Clasificación y Ejemplos	Presencial
4	Clase Práctica	Presencial
5	Límite y Continuidad. Derivada. Presentación. Aplicaciones	Presencial
6	Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Función Analítica. Funciones Armónicas.	Presencial
7	Clase Práctica	Presencial
8	Integración. Definiciones. Ejemplos	Presencial
9	Teorema de Cauchy. Consecuencias	Presencial
10	Clase Práctica	Presencial
11	Fórmulas de Cauchy. Singularidades. Consecuencias	Presencial
12	Clase Práctica	Presencial
13	Series de Taylor y Laurent. Clasificación de Singularidades. Residuo	Presencial
14	Clase Práctica	Presencial
15	Teorema de los Residuos. Cálculo de Residuos. Ejemplos	Presencial
16	Clase Práctica	Presencial
17	Resolución de Integrales Reales. Estudio de Casos	Presencial
18	Clase Práctica	Presencial
19	Repaso General	Presencial
20	Primer Parcial	Presencial
21	Análisis de Fourier. Serie Trigonométrica. Ejemplos	Presencial
22	Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales. Método de variables separadas.	Presencial
23	Clase Práctica	Presencial
24	Transformada de Laplace. Presentación. Propiedades	Presencial
25	Aplicaciones de la Transformada de Laplace. Ejemplos. Anti transformada	Presencial
26	Estabilidad. Clase Práctica	Presencial



27	Repaso. Consultas	Presencial
28	Segundo Parcial	Presencial
29	Introducción a los Métodos Numéricos. Errores.	Presencial
30	Resolución de Ecuaciones y Sistemas De Ecuaciones.	Presencial
31	Interpolación e Integración numérica. Ajuste de Datos	Presencial
32	Resolución de ecuaciones diferenciales	Presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Capilla, R. F.; Giménez, I. (2021). *Variable compleja y ecuaciones diferenciales*. Reverté.

Churchill, R. V., Brown, J. W., (1986). *Variable compleja y aplicaciones (pp. 14-22)*. McGraw-Hill.

Derrick, W. R., (1987). *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericana.

Soto, F. G., Pérez, J. G., Gil, J. S., (2019). *Guía práctica de variable compleja y aplicaciones*. Universidad de León.

Levinson, N.; Redheffer, R. M. (2010). *Curso de variable compleja*. Reverté.

López Pouso, R. (2019). *Series de Fourier y ecuaciones en derivadas parciales: una introducción con maple y ejercicios resueltos. Series de Fourier y ecuaciones en derivadas parciales, 1-268*.

Mamani Condori, F. F. ; González Medina, R. I. (2019). *Aplicación de las series de Fourier en la solución de problemas con valor inicial en la frontera. Veritas, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 225-230, jun. 2019. ISSN 1684-7822*. Perú: Universidad Católica de Santa María.

Fernández, A. O. (2018). *Series de Fourier: Una Perspectiva Histórica. Selecciones Matemáticas, 5(1), 102-120*.

Zill, D. G.; Hernández, A. E. G., (2002). *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado (No. 970-686-487-3)*. Thomson Learning.

Spiegel, M. R., (1983). *Ecuaciones diferenciales aplicadas (No. 04; QA371, S6)*. Prentice Hall.

Spiegel, M. R. (1991). *Transformadas de laplace*. McGraw-Hill.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Wunsch, A. D., (1997). *Variable compleja con aplicaciones*. Addison-Wesley Iberoamericana.

Ross, S. L. (2021). *Ecuaciones diferenciales*. Reverté.

Contreras Maldonado, S. A. (2019). *Introducción a la teoría de funciones de variable compleja*. Universidad del Bío-Bío.

Capilla, R. F., & Giménez, I. (2021). *Variable compleja y ecuaciones diferenciales*. Reverté.