



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería



"1983/2023 – 40 Años de Democracia"

**PROGRAMA ANALÍTICO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

DEPARTAMENTO: CIENCIAS BÁSICAS

CARRERA: INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES

PLAN DE ESTUDIO: 2023 VERSIÓN: 0

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

ORIENTACIÓN: NO POSEE

ASIGNATURA: MÉTODOS NUMÉRICOS

CÓDIGO: 2408

DOCENTE RESPONSABLE

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Fernando Magnago	Doctor en Ingeniería Eléctrica	Profesor Titular	Exclusiva

EQUIPO DOCENTE

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Fernando Magnago	Doctor en Ingeniería Eléctrica	Profesor Titular	Exclusiva
Leonardo Molisani	Doctor en Ingeniería Mecánica	Profesor Asociado	Exclusiva

AÑO ACADÉMICO: 2023

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
2402	2612



DURACIÓN: 15 semanas

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Carga horaria semanal: 5 h	Carga horaria total: 75 h	RTF: 5,625
Teóricas: 20 h	Prácticas: 55 h	Teórico-prácticas: ...h

Distribución de las actividades de formación práctica	Resolución de problemas tipo	25 h
	Problemas de ingeniería	30 h
	Laboratorio	...h
	Proyecto integrador	...h
	Trabajo de campo	...h
	Práctica socio-comunitaria	...h
	Práctica profesional	...h

FUNDAMENTACIÓN

La materia Métodos Numéricos, corresponde al ciclo básico de las carreras de Ingeniería en Energía Eléctrica y Energías Renovables. Es una de las asignaturas que pretende proveer de los conocimientos esenciales relacionados con la aplicación práctica de dos áreas básicas; matemáticas y ciencias de la computación aplicada a la carrera específica. Por lo tanto representa una de las primeras materias donde el alumno empieza a comprender la aplicación de las ciencias básicas en el contexto de las distintas especialidades de su carrera.

El objetivo principal que se pretende alcanzar en el desarrollo de esta asignatura, es conocer las bases, fundamentos e implementación computacional de los análisis matemáticos que más se utilizan en Ingeniería.

La propuesta para el desarrollo de esta asignatura, es partir, cuando sea posible, de los conocimientos análogos ya vistos en las materias previas de matemática e informática, a los fines de entender la implementación práctica (programas de computadora) de métodos matemáticos.

Los métodos numéricos, serán desarrollados conjuntamente con ejemplos, problemas de aplicación, y con la correspondiente implementación en computadora.

A los fines de evaluar los aprendizajes requeridos, se propone diversas instancias de evaluación

COMPETENCIAS GENÉRICAS

Competencia genérica	Capacidades asociadas	Capacidades componentes
	1.a. Capacidad para identificar y formular problemas	1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa



1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	1.c. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución	1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado. 1.c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.
	1.d. Controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas	1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema 1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	2.a. Concebir soluciones tecnológicas	2.a.3 Ser capaz de generar alternativas de solución
	2.b. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	2.b.4. Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Esta materia se dicta para todas las carreras, solo se incluye un ejemplo correspondiente a la carrera de ingeniería electricista. Se infiere como impacta al resto de las competencias específicas de las otras carreras.

Actividad reservada	Alcances del título	Competencia específica
1. Diseñar, calcular y proyectar sistemas.	A1. Diseñar, calcular, planificar y proyectar sistemas.	CE1. Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de sistemas e instalaciones de generación, conversión, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica, y de supervisión, automatización, control, medición y protección eléctrica.
	A2. Diseñar, calcular, planificar y proyectar sistemas de supervisión, medición, control y automatización.	CE3. Interpretar, aplicar y desarrollar normas, estándares y marcos regulatorios referidos a la actividad electroenergética.



2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.	A3. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, puesta en marcha, instalación, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.	CE4. Proyectar, gestionar, dirigir y controlar la construcción, puesta en marcha, instalación, operación y mantenimiento de instalaciones y sistemas de energía eléctrica, de automatización y control y de protección eléctrica, aplicando marcos normativos y regulatorios de la actividad electroenergética y criterios de eficiencia energética.
	A4. Participar en el desarrollo de productos de programación (software) y de dispositivos físicos (hardware) aplicados a lo anteriormente mencionado.	CE6. Diseñar y desarrollar productos de programación y dispositivos (hardware) aplicados a los sistemas e instalaciones descriptos anteriormente.
3. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.	A7. Ensayar, diagnosticar, verificar, y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.	CE9. Verificar, diagnosticar y certificar el funcionamiento, condición de uso y estado de equipos, instalaciones y sistemas relacionados con la energía eléctrica.
		CE10. Desarrollar y aplicar metodología de inspección, de ensayo, de medición, de diagnóstico y protocolización de lo anteriormente mencionado.

PROPÓSITO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Que el alumno sea capaz de:

Encontrar soluciones aproximadas (numéricas) a problemas complejos utilizando sólo las operaciones más simples de la aritmética e identificando los procedimientos por medio de los cuales las computadoras puedan realizar este trabajo con la mayor exactitud y rapidez posible.

Adquirir habilidad para de la resolución de problemas en forma analítica y/o simulación

Estimular al alumno al aprendizaje por simulación, motivando una actitud de aprendizaje significativo

Aplicar conocimientos y contenidos para modelar, calcular y analizar distintos sistemas industriales que impliquen distintas especificaciones.

Resolver problemas matemáticos implementando métodos numéricos en la computadora, analizando los resultados críticamente.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Propone y discute en grupos de trabajo diferentes alternativas, para dar la solución más adecuada al diseño de cada una de las etapas que conforman el proyecto final planteado por la asignatura.

Selecciona cada componente de acuerdo a los parámetros fundamentales previamente calculados.

Interpreta y comprende hojas de datos y manuales de usuario, para verificar la correcta selección de los componentes del sistema



Realiza la simulación de cada una de las etapas que conforman el proyecto, de modo de verificar el correcto funcionamiento y comparar parámetros fundamentales con los cálculos realizados previamente.

Verifica en el sistema práctico existente en el laboratorio los resultados obtenidos en la simulación y el correcto funcionamiento del mismo.

Elabora informes técnicos escritos del desarrollo realizado, describiendo problemas encontrados, soluciones propuestas, y coincidencias o discrepancias con el funcionamiento real.

CONTENIDOS

CONTENIDOS MÍNIMOS

- Fundamentos del Cálculo Numérico con Computadoras
- Solución Numérica de Ecuaciones No-Lineales
- Aproximación e Interpolación de Funciones
- Diferenciación e Integración Numérica
- Ecuaciones lineales
- Ecuaciones diferenciales

CONTENIDOS ANALÍTICOS

Eje temático 1: Fundamentos del Cálculo Numérico con Computadoras

1.1 Algoritmos numéricos.

1.1 Características de un algoritmo. Recurrencia o recursividad.

1.2 Errores y estabilidad en los Métodos Numéricos.

1.3 Origen de los errores.

1.4 Error relativo y error absoluto.

1.5 Propagación de errores.

1.6 Series de Taylor.

1.7 Programación en Métodos Numéricos.

1.8 Programación - MATLAB®.

1.9 Funciones de MATLAB®.

1.10 Graficación con MATLAB

Eje temático 2: Solución Numérica de Ecuaciones No-Lineales

2.1 Ecuaciones de una variable.

2.2 Métodos de bisección, secante y Newton-Raphson.

2.3 Método de iteración de punto fijo.

2.4 Raíces múltiples.

2.5 Análisis de errores.

2.6 Convergencia y estabilidad.

2.7 Máximos y mínimos.

2.8 Resolución de problemas y programación



Eje temático 3: Aproximación e Interpolación de Funciones

- 3.1 Teoría de interpolación y aproximación polinómica.
- 3.2 El Teorema de Weierstrass.
- 3.3 Los polinomios de Taylor.
- 3.4 Interpolación y los Polinomios de Lagrange.
- 3.5 Interpolación iterada.
- 3.6 Interpolación mediante los polinomios cúbicos de Hermite.
- 3.7 Interpolación mediante "Splines".
- 3.8 Teoría de aproximación.
- 3.9 Aproximación por mínimos cuadrados.
- 3.10 Polinomios ortogonales.
- 3.11 Resolución de problemas y programación.

●
Eje temático 4: Diferenciación e Integración Numérica

- 4.1 Aproximación numérica de derivadas primeras.
- 4.2 Análisis de error.
- 4.3 Fórmulas para derivadas superiores.
- 4.4 Deducción de fórmulas.
- 4.5 Integración Numérica.
- 4.6 Fórmulas de integración de Newton-Cotes.
- 4.7 Cuadratura Gaussiana. Fórmula de Romberg.
- 4.8 Análisis de los errores.
- 4.9 Resolución de problemas y programación.

Eje temático 5: Solución Numérica de Sistemas de Ecuaciones Algebraicas Lineales y de Ecuaciones No-Lineales

- 5.1 Métodos Directos.
- 5.2 Triangularización. Eliminación Gaussiana.
- 5.3 Diagonalización. Método de Gauss-Jordan.
- 5.4 Métodos Iterativos.
- 5.5 Método de Jacobi.
- 5.6 Método de Gauss-Seidel.
- 5.7 Teoremas de convergencia y análisis de errores.
- 5.8 Matrices Ralas.
- 5.9 Sistemas de Ecuaciones No-Lineales.
- 5.10 Método de Newton-Raphson.
- 5.11 Métodos Cuasi-Newton.
- 5.12 Resolución de problemas y uso de "software" científico.

●
Eje temático 6: Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

- 6.1 Problemas de valores iniciales.
- 6.2 Métodos de un paso.
- 6.3 Métodos de Euler explícitos e implícitos.
- 6.4 Métodos de Runge-Kutta.
- 6.5 Estimación de errores.
- 6.6 Métodos multi-paso.
- 6.7 Métodos Predictores-Correctores.



- 6.8 Control del paso. Consistencia, estabilidad y convergencia.
- 6.9 Comparación de Métodos.
- 6.10 Problemas de valores en las fronteras.
- 6.11 Método de diferencias finitas.
- 6.12 Métodos "shooting".
- 6.13 Resolución de problemas y uso de "software" científico.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

Las clases serán de carácter teórico- práctico. El desarrollo de las mismas abarca una exposición teórica conceptual, por parte de docentes, abarcando ejemplos prácticos de aplicación, que propicien la comprensión de los nuevos conceptos introducidos. En otros momentos de la clase se propone la resolución de ejercicios y problemas y de implementación computacional. En general se sugiere el trabajo grupal entre los estudiantes para favorecer el intercambio de propuestas y argumentaciones entre ellos. Durante ese bloque de trabajo, el equipo docente está disponible para contribuir a las discusiones que se produzcan en los grupos de trabajo. Finalmente se desarrollan tareas de laboratorio experimental donde los alumnos reproducen los cálculos realizados mediante simulación.

Se espera que estas prácticas sumadas a la revisión de otros problemas por parte de los estudiantes en su estudio fuera del aula, se alcancen los objetivos de aprendizaje propuestos.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Los requisitos para regularizar y promocionar la materia, fueron fijados de acuerdo a lo establecido en el punto 3.2 parte B de la Res. 120/17 del Consejo Superior de la UNRC. Los parciales serán de tipo práctico, resolviendo problemas simples en papel y utilizando el programa MATLAB. El desarrollo de competencias se evalúa realizando un laboratorio integral que se evalúa parcialmente, el que se deberá defender en forma individual al final del cuatrimestre

Regularidad: Para acceder a la regularidad de la materia, es requisito obtener en cada parcial o instancia de recuperación una nota igual o superior a 5 (cinco).

Promoción: aquellos alumnos que habiendo aprobado los parciales o su instancia recuperatoria y además suman 14 puntos entre las dos notas resultantes, tendrán la posibilidad de rendir un coloquio, que de aprobar significará la promoción de la materia. El coloquio en este caso es sobre temas indicados por el docente y conocidos por el alumno con 3 días de anticipación al mismo.

Examen final: Aquellos alumnos que no promocionen la materia, deberán rendir un examen final.



El mismo consta de un examen escrito que incluye desarrollos de programas en computadora y de aprobarse se continúa con un coloquio oral. El examen escrito difiere dependiendo si la condición del estudiante es libre o regular. La extensión del examen libre es mayor, ya que abarca un espectro más amplio de temas de la asignatura.

FORMACIÓN PRÁCTICA

Actividad	Eje	Tema	Tipo	Entrega y evaluación
Resolución de Problemas	todos	Todos	Guías de trabajos prácticos para resolución de todos los ejes y sus contenidos.	Se entrega en forma digital y debe incluir los programas fuentes. Se evalúa en forma individual.
Proyecto final	todos	Todos	Implementación de un proyecto integral de todos los conocimientos de la asignatura, escribiendo un artículo sobre un tema específico de la carrera que utilice un método numérico para resolver un tema práctico.	Se realiza un informe escrito, el cual incluye cálculos, simulación y resultados experimentales de cada una de las etapas que conforma el proyecto. Y se defiende en forma individual y oral.

PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:

No se contemplan en presente ciclo lectivo.

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES, PARCIALES y ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA

semana	Temas –planificados
1	Fundamentos de cálculo numérico con computadora. Repaso Programación
	Fundamentos de cálculo numérico con computadora. Aritmética de punto flotante.
2	Fundamentos de cálculo numérico con computadora. Aritmética de punto flotante.



3	Solución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Métodos directos.
4	Solución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Métodos directos.
	Solución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Métodos indirectos.
5	Solución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Métodos indirectos.
	Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales
6	Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales
	PRIMER EXAMEN PARCIAL
7	Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales
	Problemas de autovalores estándar y generalizado.
8	RECUPERACIÓN DEL PRIMER EXAMEN PARCIAL
	Problemas de autovalores estándar y generalizado.
	Teoría de aproximación. Interpolación de funciones. Regresión lineal. Linealización.
9	Teoría de aproximación. Interpolación de funciones. Regresión lineal. Linealización.
	Teoría de aproximación. Interpolación de funciones. Regresión lineal. Linealización.
10	Teoría de aproximación. Interpolación de funciones. Regresión lineal. Linealización.
	Diferenciación numérica.
	Integración numérica. Fórmulas de integración de Newton-Cotes.
11	Diferenciación numérica.
	Integración numérica. Fórmulas de integración de Newton-Cotes.
12	Integración numérica. Integrales impropias. Cuadratura Gaussiana.
	SEGUNDO EXAMEN PARCIAL
13	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores iniciales.
	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores iniciales.
14	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores iniciales.
	RECUPERACIÓN DEL SEGUNDO EXAMEN PARCIAL
15	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores en la frontera.
	Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valores en la frontera.

[Handwritten signature]



semana	Proyectos de computadora (PC)
1	PC#1: Fundamentos de cálculo numérico con computadora. Repaso Programación
2	PC#2: Fundamentos de cálculo numérico con computadora.
3	PC#3: Solución Numérica de Ecuaciones No-Lineales
5	PC#4: Solución numérica de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.
8	PC#5: Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales.
10	PC#6: Aproximación e Interpolación de Funciones
11	PC#7: Diferenciación e Integración Numérica
13	PC#8: Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN BÁSICAS Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:

Básica

Título	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático					
				1	2	3	4	5	6
<i>Métodos numéricos para ingenieros – 6ta Edición</i>	<i>S. C. Chapra and R. P. Canale</i>	<i>McGraw-Hill, 2021</i>	9	x	x	x	x	x	x
<i>Numerical Analysis – 8th Edition</i>	R. Burden and D. J. Faires	Thomson Brooks/Cole, 2005	9	x	x	x	x	x	x

De consulta (*)

Título	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático			
				1	2	3	...

(*) No se requiere.

HORARIOS DE CLASES

Ing. en Energías Renovables

DÍA	HORARIO	LUGAR
Lunes	14 a 17 h	
Viernes	14 a 17 h	

[Handwritten signature]



HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS

DIA	HORARIO	LUGAR
Lunes	9 a 13 h.	Oficina 10

Nota: Estos horarios pueden cambiar de acuerdo a la comisión asignada, debe confirmar esto con el responsable de la comisión y verificar en la plataforma informática de su comisión

AULA VIRTUAL: <https://cursos.ing.unrc.edu.ar/cursos/>

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

Las condiciones requeridas para alcanzar ya sea la condición regular como promocional se ajustan a lo establecido en el anexo I de la Res. CS. N° 120/17 y a la Res. CD N° 138/18, Res. CD N° 121/19 y Res. CD N° 259/22, estableciéndose los siguientes requisitos:

Requisitos generales: Aprobación de las dos evaluaciones prácticas y aprobación del laboratorio integrador

Requisitos para alcanzar la regularidad: Aprobación de las dos evaluaciones prácticas y aprobación del laboratorio integrador

Requisitos para alcanzar la promoción: No se prevé

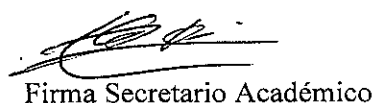
Instancias de evaluación previstas: Dos evaluaciones parciales escritas de la parte práctica. Ambas instancias tienen posibilidades de ser recuperadas en caso de desaprobación.

CARACTERÍSTICAS Y MODALIDAD DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial	Teórico / Practico	Escrito	1 día	15 días
Laboratorio	Practico	Escrito/Oral	1 semana	1 semana

EXAMENES FINALES	
Alumnos en condición regular	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Práctico	Escrito
Teórico-práctico	Oral
Alumnos en condición libre	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Práctico	Escrito
Teórico-práctico	Oral


Firma Docente Responsable


Firma Secretario Académico