



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial

Grado en
Ingeniería en Tecnologías Industriales

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

2º Curso - 2º Cuatrimestre

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial
Código:	610019
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Departamento y Área de Conocimiento:	Física y Matemáticas, Matemática aplicada Teoría de la Señal y Comunicaciones, Ingeniería Mecánica
Carácter:	Obligatoria
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	2º Curso, 2º Cuatrimestre
Profesorado:	José Javier Martínez Fernández de las Heras Carlos Iturregui Arranz Efrén Díez Jiménez (coordinador)
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura "Métodos Matemáticos Aplicados a la Ingeniería Industrial" pretende, en primer lugar, que el estudiante comprenda los métodos matemáticos computacionales. Mediante el estudio de estos métodos el estudiante afianzará lo aprendido en las asignaturas previas Álgebra, Cálculo I, Cálculo II y Ecuaciones Diferenciales, ampliando además estos conocimientos básicos adquiridos. En segundo lugar, se hará una introducción a las aplicaciones de estos métodos numéricos en el ámbito de las tecnologías industriales. Por último, se abordará la resolución computacional de algunos de estos problemas, haciendo especial hincapié en la interpretación de los resultados obtenidos. De esta forma se introduce al estudiante en la tarea de relacionar conceptos matemáticos, herramientas computacionales e interpretación de resultados, teniendo en cuenta la aplicación.

Dado que esta asignatura está en segundo curso, segundo cuatrimestre, las aplicaciones prácticas irán encaminadas a analizar ejemplos prácticos que los estudiantes hayan visto con anterioridad o en el mismo cuatrimestre. El uso de programas de elementos finitos mostrará al estudiante cómo poder abordar con rigor problemas complicados desde el punto de vista analítico.

Nota: Los estudiantes que cursen esta asignatura deberán haber cursado con anterioridad las asignaturas de Álgebra, Cálculo I, Cálculo II y Ecuaciones Diferenciales.

1b. COURSE SUMMARY

The subject "Mathematical Methods Applied to Industrial Engineering" has as a first goal that the students understand computational methods of mathematics. Through the study of these methods the students will acquire a deeper knowledge of the concepts learnt in the previous subjects: Algebra, Calculus I, Calculus II, and Differential Equations. Secondly, an introduction will be presented to the applications of these numerical methods in the field of industrial technologies. Finally, the computational solving of some of these problems will be carried out, emphasizing the interpretation of the results being obtained. In this way the student is guided to relate mathematical concepts, computational tools and result interpretation, taking into account the applications.

Since this subject is located in the second semester of the second year, the practical applications will be oriented to analyze practical examples that the students have seen before or in the same semester. The use of Finite Element software will show the students the way to rigorously approach problems which may be complex from the analytic point of view.

Note: Students must have studied the following subjects before: Algebra, Calculus I, Calculus II, and Differential Equations.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales:

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CG2 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

CG4 - Conocimientos y capacidad para aplicar herramientas computacionales y experimentales para la resolución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

CG9 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Competencias Específicas

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) específicas:

CTE1 - Comprensión de métodos matemáticos computacionales que amplíen los conocimientos básicos adquiridos y que permitan su aplicación al análisis y modelado de dispositivos y procesos en el ámbito de las tecnologías industriales

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RAMM1. Conocer y aplicar las principales técnicas del análisis y diseño de algoritmos.

RAMM2. Manejar algoritmos numéricos, tanto programándolos como utilizando los ya implementados en aplicaciones informáticas.

RAMM3. Utilizar los métodos básicos aplicados a la solución numérica de ecuaciones no lineales, al álgebra lineal numérica, a la diferenciación e integración numéricas y al ajuste de curvas y superficies.

RAMM4. Usar los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias sabiendo elegir el adecuado a cada aplicación.

RAMM5. Aplicar a problemas de ingeniería los métodos numéricos básicos de las ecuaciones en derivadas parciales.

RAMM6. Interpretar correctamente los resultados numéricos obtenidos en términos del problema real tratado en el ámbito de la ingeniería industrial.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Capítulo 1: Introducción: Conceptos básicos sobre algoritmos y aritmética de precisión finita.	2 horas prácticas
Capítulo 2: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales: factorizaciones matriciales; métodos directos; métodos iterativos.	3 horas teóricas 3 horas prácticas
Capítulo 3: Métodos numéricos para el cálculo de valores propios. La descomposición en valores singulares (SVD).	3 horas teóricas 3 horas prácticas
Capítulo 4: Solución numérica de ecuaciones y sistemas de ecuaciones no lineales.	2 horas teóricas 2 horas prácticas
Capítulo 5: Interpolación polinómica. Ajuste polinómico por mínimos cuadrados.	4 horas teóricas 4 horas prácticas
Capítulo 6: Derivación numérica e integración numérica de tipo interpolatorio.	2 horas teóricas 2 horas prácticas
Capítulo 7: Introducción a los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias. Método de Euler. Métodos de segundo orden. Métodos de Runge-Kutta.	4 horas teóricas 4 horas prácticas
<p>Capítulo 8: Introducción al método de elementos finitos. Conceptos básicos a tener en cuenta en la resolución de problemas de ingeniería.</p> <p>Uso del método de elementos finitos para el análisis estructural, térmico y de fluidos en aplicaciones de ingeniería industrial.</p> <p>Uso del método de elementos finitos para el análisis electromagnético en aplicaciones de ingeniería industrial.</p>	9 horas teóricas 9 horas prácticas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases magistrales/expositivas.
- Clases de resolución de problemas.
- Prácticas de laboratorio y elaboración de memorias.
- Ejercicios de simulación.
- Trabajos en grupo.
- Seminarios y tutorías programadas.
- Desarrollo de proyectos.
- Trabajo y estudio personal.
- Pruebas, ejercicios y problemas de seguimiento.
- Pruebas finales.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la [Normativa de Evaluación de los Aprendizajes](#) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben relacionarse con la adquisición de competencias por parte del estudiante, y con los resultados del aprendizaje. Se definen los siguientes:

CE1. Que el alumno comprenda los conceptos e ideas básicas de cada uno de los bloques de contenidos.

CE2. Que el alumno maneje los conceptos básicos, las técnicas y los resultados teóricos correspondientes a los métodos numéricos incluidos en el programa de la asignatura, llevando todo ello a la práctica también haciendo uso del software adecuado.

CE3. Que el alumno responda correctamente a los problemas y cuestiones teórico-prácticas que se le planteen.

CE4. Que el alumno utilice software de elementos finitos para la resolución de ecuaciones diferenciales en el ámbito de la ingeniería industrial.

CE5. Que el alumno interprete los resultados dados por el software de elementos finitos.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación definidos anteriormente se aplican sobre los siguientes instrumentos de evaluación:

- **Dos Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI1 y PEI2).** Estas pruebas evaluarán las competencias asociadas a la adquisición de conocimientos fundamentales. Dado que la asignatura no tiene secciones independientes, sino que se construye a partir del desarrollo de los conocimientos adquiridos en los temas anteriores, los exámenes no son liberatorios de materia. Esto significa que el segundo examen podría incluir contenidos correspondientes a la primera parte. La primera (PEI1) se realizará al terminar los seis primeros bloques de contenido, y la segunda (PEI2) al finalizar los dos últimos bloques.
- **Prácticas de laboratorio (PL).** Durante el curso se irán realizando ejercicios prácticos con herramientas informáticas. Esta parte se evaluará con entregas durante el cuatrimestre, pudiendo haber una prueba de calificación presencial en horas de clases. Las prácticas de laboratorio asociadas al bloque de introducción al método de los elementos finitos se realizarán de dos formas: problemas a resolver con el ordenador a lo largo del curso y presentación de un proyecto que se habrá realizado durante el curso con los aprendizajes adquiridos en la asignatura.
- **Prueba de Evaluación Final (PEF).** Resolución de cuestiones teórico-prácticas relacionadas con la globalidad de la asignatura. La PEF se descompondrá en dos partes, PF1 y PF2, que se corresponderán con las pruebas PEI1 y PEI2, respectivamente. También podrá incluir contenidos de las PL, para que el estudiante pueda demostrar las competencias desarrolladas en la parte de laboratorio.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

CONVOCATORIA ORDINARIA (EVALUACIÓN CONTINUA):

La siguiente tabla resume las relaciones entre las competencias, los resultados de aprendizaje y los elementos de evaluación de esta asignatura, especificándose el peso de cada instrumento de evaluación en la calificación final:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CG2,CG3,CG4,CG9, CB1, CTE1	RAMM1, RAMM2, RAMM3, RAMM4, RAMM5, RAMM6	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5	PEI1	40 %
			PL	20 %
			PEI2	40 %

- **Observación 1.** De acuerdo a la normativa vigente, al considerarse la parte de laboratorio experimental esencial para la adquisición de las competencias objetivo de la asignatura, la asistencia a las sesiones de laboratorio y la superación de las prácticas individuales será considerada elemento imprescindible de la evaluación en Convocatoria Ordinaria y Evaluación Continua (normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en la sesión ordinaria de Gobierno de 5 de mayo de 2016, Artículo 6, párrafo 4).
- **Observación 2.** Las calificaciones conseguidas en los apartados arriba indicados (PEI1, PEI2 y PL) serán ponderadas y sumadas, dando como resultado la calificación final (CF) entre 0 y 10. Para aprobar la asignatura, CF deberá alcanzar al menos 5 puntos.
- **Observación 3.** Se considerará que un alumno ha participado en el proceso enseñanza-aprendizaje, y por tanto se ha presentado en la Convocatoria Ordinaria por el proceso de Evaluación Continua, si participa en alguna prueba de evaluación parcial.

CONVOCATORIA ORDINARIA (EVALUACIÓN FINAL):

En el caso de la evaluación final, el alumno realizará un único examen final con cuestiones teórico-prácticas, que podrá ser escrito y/o con herramientas informáticas. Esta prueba se realizará al final del cuatrimestre en la fecha oficial. La nota obtenida en dicho examen será la nota final del alumno. En esta prueba podrán incluirse contenidos correspondientes a las PL de la modalidad Evaluación Continua, para que el estudiante pueda demostrar haber adquirido estas competencias.

Para acogerse al proceso de Evaluación Final el alumno debe solicitarlo por escrito al director del centro en las dos primeras semanas desde su incorporación, indicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua. El director del centro comunicará la resolución en un máximo de 15 días. En caso de no haber recibido respuesta, se considera estimada esta solicitud.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CG2,CG3,CG4,CG9, CB1, CTE1	RAMM1, RAMM2, RAMM3, RAMM4, RAMM5, RAMM6	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5	PEF	100%

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (EVALUACIÓN CONTINUA O FINAL):

Aquellos alumnos que no superen la convocatoria ordinaria (bien mediante evaluación continua o por evaluación final) tendrán derecho a una Convocatoria Extraordinaria.

En esta convocatoria, al igual que en la opción de evaluación final de la convocatoria ordinaria, el alumno realizará un único examen final con cuestiones teórico-prácticas, que podrá ser escrito y/o con herramientas informáticas. La nota obtenida en dicho examen será la nota final del alumno. En esta prueba podrán incluirse contenidos correspondientes a las PL de la modalidad Evaluación Continua, para que el estudiante pueda demostrar haber adquirido estas competencias.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CG2,CG3,CG4,CG9, CB1, CTE1	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6	CE1, CE2, CE3, CE4, CE5	PEF	100%

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Klaus-Jürgen Bathe: Finite element procedures (Second Edition). K. J. Bathe (2016).
- Klaus-Jürgen Bathe: Finite element method. Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering. John Wiley and Sons, Inc. (2007).
- Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Annette M. Buden, Análisis Numérico (10ª edición). Cengage Learning eds., 2017.
- W. Cheney, D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing (Fifth Edition). Thomson Learning, 2004.
- W. Gautschi: Numerical Analysis. An Introduction. Birkhäuser, 1997.
- D. J. Higham, N. J. Higham: MATLAB Guide (Third Edition). SIAM, 2017.
- D. Kincaid, W. Cheney: Análisis numérico. Las matemáticas del cálculo científico. Addison Wesley Iberoamericana, 1994.
- Young W. Kwon, Hyochong Bang: The finite element method using MATLAB. CRC press, 2018.
- C. B. Moler: Numerical Computing with MATLAB. SIAM, 2004.
- Eugenio Oñate: Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos (Segunda edición). CIMNE, Barcelona, 1995.
- A. Quarteroni, F. Saleri: Cálculo Científico con MATLAB y Octave. Springer, 2006.
- J. M. Sanz-Serna: Diez Lecciones de Cálculo Numérico (Segunda edición revisada y ampliada). Universidad de Valladolid, Valladolid, 2010.
- G. Strang: Álgebra Lineal y sus Aplicaciones (Cuarta Edición). Ed. Thomson, 2007.

- L. N. Trefethen, D. Bau, III: Numerical Linear algebra. SIAM, 1997.
- L. Vázquez, S. Jiménez, C. Aguirre, P.J. Pascual: Métodos Numéricos para la Física y la Ingeniería. McGraw-Hill, 2009.
- Olgierd Cecil Zienkiewicz: El método de los elementos finitos. Reverté, 2010.

6.2. Bibliografía complementaria

- J. W. Demmel: Applied Numerical Linear Algebra. SIAM, 1997.
- G. H. Golub, C: F. Van Loan: Matrix Computations (4th edition). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2013.
- J. J. Martínez Fernández de las Heras: La descomposición en valores singulares (SVD) y algunas de sus aplicaciones. La Gaceta de la RSME, vol. 8.3 (2005), 795-810.
- G. W. Stewart: On the early history of the singular value decomposition. SIAM Review 35 (1993), 551-566.
- L. N. Trefethen: Approximation Theory and Approximation Practice. SIAM, 2013.

Otros recursos:

Se pone a disposición del alumnado el material recopilado en la página web de la asignatura o en el Aula Virtual:

- Ficheros .pdf con contenidos desarrollados en las horas de clase.
- Material adicional de apoyo al alumno.
- Resúmenes gráficos, apuntes de teoría, videotutoriales,...
- Cuaderno de prácticas del curso.
- Colecciones de problemas a desarrollar a lo largo del cuatrimestre.

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.