

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## MÉTODOS DE ANÁLISIS NO LINEAL EN INGENIERÍA

CÓDIGO 28801157

Ambito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
Código Seguro de Verificación (CSV) en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF0F7A651242

uned

23-24

MÉTODOS DE ANÁLISIS NO LINEAL EN  
INGENIERÍA

CÓDIGO 28801157

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el  
"Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

Nombre de la asignatura	MÉTODOS DE ANÁLISIS NO LINEAL EN INGENIERÍA
Código	28801157
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	
Nº ETCS	0
Horas	0.0
Periodo	SEMESTRE
Idiomas en que se imparte	

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

*Métodos de análisis no lineal en Ingeniería* es una de las asignaturas impartidas por el Departamento de Matemática Aplicada en el Programa Oficial de Postgrado en Investigación en Tecnología Industriales y corresponde al área de conocimiento de Matemática Aplicada. Con esta asignatura se pretende completar la formación matemática adquirida por los alumnos durante los ciclos universitarios cursados con anterioridad. En particular, las técnicas que se estudian complementan los conceptos adquiridos sobre ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias. Además, la asignatura introduce a los alumnos en la teoría de los sistemas dinámicos y en algunas técnicas para su estudio a través de multitud de ejemplos de interés práctico.

Además de la adquisición de unos conocimientos básicos sobre sistemas dinámicos no lineales, se pretende que, al completar el curso, el alumno sea capaz de seguir mejorando su competencia matemática, de forma autónoma y continuada, consultando tanto textos escritos como bases de datos en línea. En este sentido, se procurará generar en los alumnos una actitud positiva hacia la mejora e innovación de los métodos matemáticos que se aplican en la investigación en ingeniería.

Dado que los sistemas dinámicos son el modelo matemático natural para describir la mayoría de los procesos industriales, esta asignatura contribuye de forma decisiva a que el estudiante conozca y maneje técnicas de investigación que le permitirán avanzar en sus investigaciones. Contribuyendo así al perfil investigador que pretende proporcionar este máster.

En la siguiente tabla se indica, para cada competencia recogida en el posgrado, cómo queda cubierta por la asignatura, clasificándolas en cuatro niveles ( 0- no se cubre la competencia, 1- la cobertura de la competencia es importante en la asignatura, 2- la cobertura de la competencia es relevante en la asignatura, 3- la cobertura de la competencia es esencial en la asignatura)

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/validar/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

Capacidad de identificación de necesidades y demandas de desarrollo e innovación	Capacidad de análisis de información científica y técnica	Capacidad de síntesis de información científica y técnica	Conocimiento de los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico	Destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional	Destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental	Capacidad de razonamiento crítico	Habilidades para la elaboración y exposición de informes científicos
1	3	3	3	1	1	2	1

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Aunque el curso intentará ser lo más autocontenido posible y se recordarán muchos conceptos básicos, el alumno que quiera afrontar esta asignatura con garantías de éxito debe poseer una buena formación introductoria en las siguientes materias:

1. Cálculo infinitesimal de una y varias variables.
2. Álgebra lineal. Autovectores y autovalores.
3. Ecuaciones diferenciales ordinarias.
4. Física.

Es imprescindible una buena comprensión de textos científico-técnicos escritos en inglés para seguir la asignatura.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

DANIEL FRANCO LEIS  
dfranco@ind.uned.es  
91398-8134  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MATEMÁTICA APLICADA I

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ESTIBALITZ DURAND CARTAGENA  
edurand@ind.uned.es  
91398-6439  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MATEMÁTICA APLICADA I

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

FERNANDO JIMENEZ ALBURQUERQUE (Coordinador de asignatura)  
fjimenez@ind.uned.es  
91398-9600  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
MATEMÁTICA APLICADA I

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El horario de atención personal al alumno será:

### **Daniel Franco Leis**

Los miércoles por la mañana de 10:00 a 14:00 horas en el despacho 2.47 de la ETSI Industriales.

Correo: dfranco@ind.uned.es

Teléfono: 913988134

### **Estibalitz Durand Cartagena**

Los miércoles por la mañana de 10:00 a 14:00 horas en el despacho 2.41 de la ETSI Industriales.

Correo: edurand@ind.uned.es

Teléfono: 913986439

### **Fernando Jiménez Alburquerque**

Los martes por la tarde de 15:00 a 19:00 en el despacho 2.34 de ETSI Industriales.

Correo: fjimenez@ind.uned.es

Teléfono: 913989600

Puede, y debe, contactar con el equipo docente siempre que lo necesite. Nuestra recomendación es que lo haga a través de los foros del **curso virtual** si quiera tratar un asunto general o que puede ser de interés para el resto de sus compañeros. Si por el contrario se trata de algo particular, le recomendamos utilizar el correo electrónico.

Si lo desea, también puede acudir presencialmente a la ETSI Industriales. Le recordamos que está situada en la Ciudad Universitaria de Madrid, concretamente en la calle Juan del Rosal número 12 que tiene código postal 28040. En este caso, le recomendamos que fije la cita con anterioridad por correo electrónico o teléfono.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### **Competencias Básicas:**

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Ámbito: GUJ - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

**Competencias Generales:**

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

**Competencias Específicas:**

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Aptitudes	Numeración	Descripción
X			O1	Adquirir los conocimientos básicos sobre sistemas dinámicos no lineales
	X		O2	Aplicar las técnicas presentadas a ciertos modelos reales que surgen en ingeniería y otras áreas afines
X			O3	Consolidar la formación matemática necesaria para cursar otras asignaturas del programa
	X		O4	Adquirir hábitos y destrezas de auto-formación.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

		X	O5	Favorecer una actitud crítica y reflexiva, valorando el rigor para la consecución de resultados fiables.
--	--	---	----	--

## CONTENIDOS

### Bloque 0. Motivación (0.2 ECTS)

Tema 1. Historia y relevancia de los sistemas dinámicos no lineales (0.2 ECTS)

### Bloque 1. Sistemas dinámicos continuos unidimensionales (1.4 ECTS)

Tema 2. Ecuaciones diferenciales autónomas no dependientes de parámetros (0.4 ECTS)

Tema 3. Bifurcaciones (1 ECTS)

### Bloque 2. Sistemas dinámicos continuos bidimensionales (2 ECTS)

Tema 4. Plano de fases (1 ECTS)

Tema 5. Ciclos límite (0.5 ECTS)

Tema 6. Bifurcaciones (0.5 ECTS)

### Bloque 3. Dinámica compleja (0.9 ECTS)

Tema 7. Caos y dinámica discreta (0.9 ECTS)

## METODOLOGÍA

La asignatura se imparte con la metodología de la enseñanza a distancia propia de la UNED. Las principales herramientas son el texto-base, material audiovisual que se encuentra en internet y el curso virtual, en particular, sus foros de contenidos, en los que el alumno deberá consignar regularmente sus avances y dificultades.

El autor del libro tiene en el canal YouTube una serie de vídeos en el que desarrolla todas las lecciones. Se trata de grabaciones realizadas en 2005 en la Universidad de Cornell. El enlace a las mismas estará disponible en el curso virtual.

Al final de cada tema, que debe serguir con papel y bolígrafo tratando de realizar por uno mismo los cálculos que hace el autor, el estudiante dispone de un buen número de ejercicios

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

propuestos que deberá intentar resolver con el fin de autoevaluarse. Si encontrase cualquier dificultad, el equipo docente estará encantado de ayudarle a superarla a través del curso virtual.

En el curso virtual también encontrará documentos que le ayudarán a manejar el programa de cálculo simbólico wxmaxima. Este programa le resultará muy útil, tanto para comprobar las operaciones que realice como para realizar representaciones gráficas y visualizar los conceptos que veremos durante el curso.

También en el curso virtual encontrará recomendaciones sobre cómo elaborar documentos que contienen matemáticas.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	3
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Texto base de la asignatura y calculadora no programable.

#### Criterios de evaluación

Se valorará tanto la correcta elección de las técnicas adecuadas para la resolución de los problemas y como la corrección en los desarrollos que llevan hasta la solución.

**No se tendrán en cuenta respuestas no razonadas.**

**No será necesario contestar a todas las cuestiones planteadas, pero la calificación obtenida en las que conteste debe ser al menos 4 para poder superar la asignatura.**

% del examen sobre la nota final	60
Nota del examen para aprobar sin PEC	10
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	0
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

#### Comentarios y observaciones

La nota final se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

**$0.4 \cdot (\text{Nota trabajo}) + 0.6 \cdot (\text{Nota prueba presencial})$ ,  
siendo necesario obtener un 4 al menos en la prueba presencial.**

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad	Si
Descripción	

La prueba presencial requiere presencialidad. La PEC no requiere presencialidad.

#### Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242



## Comentarios y observaciones

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

## Descripción

La Prueba de evaluación a distancia consistirá en la elaboración de un trabajo individual por parte del estudiante en el que informará sobre el avance en su estudio de la asignatura y resolverá cuatro problemas que le remitirá el equipo docente. Esta prueba de evaluación continua es obligatoria.

## Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación coinciden con los de la prueba presencial. Es decir, se valorará tanto la correcta elección de las técnicas adecuadas para la resolución de los problemas y como la corrección en los desarrollos que llevan hasta la solución. No se tendrán en cuenta respuestas no razonadas.

**Además se tendrán en cuenta la correcta presentación del trabajo.**

Ponderación de la PEC en la nota final

Supone un 40% de la nota final.

Fecha aproximada de entrega

Diciembre

## Comentarios y observaciones

Los enunciados de los trabajos se envían por correo electrónico y se entregan a través del curso virtual.

**La calificación obtenida en la PEC se mantiene para la convocatoria extraordinaria.**

**Si un estudiante no puede entregar la PEC dentro del plazo establecido, debe contactar con el equipo docente mediante correo electrónico.**

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

## Descripción

## Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

## Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

La nota final se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

**$0.4 \cdot (\text{Nota trabajo}) + 0.6 \cdot (\text{Nota prueba presencial})$ ,**

**siendo necesario obtener un 4 al menos en la prueba presencial.**

**La calificación obtenida en la PEC se mantiene para la convocatoria extraordinaria.**

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9780738204536

Título:NONLINEAR DYNAMICS AND CHAOS : WITH APPLICATIONS TO PHYSICS, BIOLOGY, CHEMISTRY, AND ENGINEERING (-)

Autor/es:- ;

Editorial:-

Steven H. Strogatz. **Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering. Westview Press. 2001. ISBN:0738204536**

Se trata de un manual, escrito en lengua inglesa, diseñado para servir como libro de texto. El autor ha realizado varias grabaciones que se pueden ver en youtube y que ilustran el comportamiento de algunos de los modelos descritos en el libro.

La primera edición del libro es de 1994 en la editorial Perseus Books Publishing y tiene una portada distinta y tapa dura. Por lo demás los libros son idénticos.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780123497031

Título:DIFFERENTIAL EQUATIONS, DYNAMICAL SYSTEMS, AND AN INTRODUCTION TO CHAOS. (-)

Autor/es:- ;

Editorial:-

ISBN(13):9780387971414

Título:DYNAMICS AND BIFURCATIONS (-)

Autor/es:- ;

Editorial:-

ISBN(13):9788497321983

Título:ECUACIONES DIFERENCIALES Y EN DIFERENCIAS (2003)

Autor/es:Vázquez Hernández, Francisco José ; Vegas Montaner, José Manuel ; Fernández Pérez, Carlos ;

Editorial:Cengage Learning

Fernández-Vázquez-Vegas, Ecuaciones diferenciales y en diferencias. sistemas dinámicos. (2003). ISBN 84-9732-198-7. Thomson.

Hirsch-Smale-Devaney, Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos. (2004) Pure and Applied Mathematics (Academic Press), 60.

Hale-Koçak, Dynamics and bifurcations. (1991). Texts in Appl. Math. 3. ISBN 0387-97141-6. Springer-Verlag.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Utilizaremos el programa de cálculo simbólico **Maxima**. Se trata de un programa multiplataforma y de libre distribución que se puede encontrar en <http://andrejv.github.com/wxmaxima>. Lo emplearemos fundamentalmente para realizar representaciones gráficas.

En el curso virtual se pondrán a disposición de los alumnos diversos elementos que le ayuden y motiven en su aprendizaje, como por ejemplo, vídeos que muestran la aparición de comportamiento caótico en sistemas mecánicos sencillos estudiados en el texto base.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,..)?

No

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Presencial:

Obligatoria:

Es necesario aprobar el examen para realizarlas:

Fechas aproximadas de realización:

Se guarda la nota en cursos posteriores si no se aprueba el examen:  
(Si es así, durante cuántos cursos)

Cómo se determina la nota de las prácticas:

### REALIZACIÓN

Lugar de realización (Centro Asociado/ Sede central/ Remotas/ Online):

N.º de sesiones:

Actividades a realizar:

**OTRAS INDICACIONES:**

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B15C96CE4F3F00648E21BF07A651242