



## (\*)Escola de Enxeñaría de Telecomunicación

### (\*)Páxina web

(\*)

[www.teleco.uvigo.es](http://www.teleco.uvigo.es)

### (\*)Presentación

The School of Telecommunication Engineering (EET) is a higher education school of the University of Vigo that offers Bachelor's degrees, Master's degrees and Doctoral programs in the fields of Telecommunications Engineering.

#### **Bachelor's Degree in Telecommunication Technologies Engineering (EUR-ACE®).**

The main goal of the Bachelor's Degree in Telecommunication Technologies Engineering is to form professionals at the forefront of technological knowledge and professional competences in telecommunication engineering. This Bachelor has been recognized with the best quality seals, like the EUR-ACE's. **It has a bilingual option: up to 80% of the degree credits can be taken in English.**

[http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/degree\\_telecom.pdf](http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/degree_telecom.pdf)

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/gett>

#### **Master in Telecommunication Engineering**

The Master in Telecommunication Engineering is a Master's degree that qualifies to exercise the profession of Telecommunication Engineer, in virtue of the established in the Order CIN/355/2009 of 9 of February.

[http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/master\\_telecom\\_rev.pdf](http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/master_telecom_rev.pdf)

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/mit>

#### **Interuniversity Masters**

The current academic offer includes interuniversity master's degrees that are closely related to the business sector:

Master in Cybersecurity: www: <https://www.munics.es/>

Master in Industrial Mathematics: www: <http://m2i.es>

International Master in Computer Vision: www: <https://www.imcv.eu/>

### (\*)Equipo directivo

#### MANAGEMENT TEAM

Directora: Rebeca Pilar Díaz Redondo ( [teleco.direccion@uvigo.gal](mailto:teleco.direccion@uvigo.gal))

Secretaría e Subdirección de Novas Titulacións: Pedro Rodríguez Hernández

([teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal);[teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal))

Subdirección de Organización Académica: Pedro Comesaña Alfaro (teleco.subdir.academica@uvigo.gal)

Subdirección de Relaciones Internacionais e Subdirección de Infraestructuras: María Verónica Santalla del Río (teleco.subdir.internacional@uvigo.gal; teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.gal)

Subdirección Difusión e Captación: Laura Docio Fernández (teleco.subdir.captacion@uvigo.gal)

Subdirección de Calidade: Ana María Cao Paz(teleco.subdir.calidade@uvigo.gal)

#### BACHELOR[S]DEGREE IN TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES ENGINEERING

Generalcoordinator: Lucía Costas Pérez (teleco.grao@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-gett/>

#### MASTER IN TELECOMMUNICATION ENGINEERING

Generalcoordinator: Manuel García Sánchez (teleco.master@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-met/>

#### MASTER INCYBERSECURITY

General coordinator:Ana Fernández Vilas (teleco.munics@uvigo.gal)

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-munics/>

#### MASTER ININDUSTRIAL MATHEMATICS

Generalcoordinator: Elena Vázquez Cendón (USC)

UVigo coordinator:José Durany Castrillo (durany@dma.uvigo.es)

<http://www.m2i.es/?seccion=coordinacion>

#### INTERNATIONALMASTER IN COMPUTER VISION

General coordinator: Xose Manuel Pardo López (USC)

UVigo coordinator:José Luis Alba Castro (jalba@gts.uvigo.es)

<https://www.imcv.eu/legal-notice/>

#### MASTER'S DEGREE IN QUANTUM INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGIES (MQIST)

General coordinator: Javier Mas (USC)

Coordinador UVIGO: Manuel Fernández Veiga(teleco.mqist@uvigo.es)

<https://quantummastergalicia.es/info>

## Máster Universitario en Matemática Industrial

### Subjects

#### Year 1st

Code	Name	Quadmester	Total Cr.
V05M135V01101	Numerical Methods and Programming	1st	6
V05M135V01102	Differential Equations and Dynamic Systems	1st	6
V05M135V01103	Partial Differential Equations	1st	6
V05M135V01104	Numerical Methods for Partial Differential Equations	1st	6

V05M135V01105	Mechanics of Continuous Media	1st	6
V05M135V01106	Optimisation and Control	1st	6
V05M135V01107	Stability of Physical Systems	1st	6
V05M135V01108	Computer-Aided Design (CAD)	1st	6
V05M135V01109	Stochastic Numerical Methods	1st	6
V05M135V01111	Numerical Methods for Large Systems of Equations	1st	3
V05M135V01112	Programming in C++	2nd	3
V05M135V01113	Parallel Calculation	1st	3
V05M135V01114	Computer Architecture and Operating Systems	1st	3
V05M135V01201	Fluid Mechanics	2nd	6
V05M135V01202	Solid Mechanics	2nd	6
V05M135V01203	Electromagnetism and Optics	2nd	6
V05M135V01204	Acoustics	2nd	6
V05M135V01205	Mathematical Models for the Environment	2nd	6
V05M135V01206	Mathematical Models in Finance	2nd	6
V05M135V01207	Method of Disturbance	2nd	6
V05M135V01211	Variational Analysis of Partial Differential Equations	2nd	3
V05M135V01212	Professional Software in Fluid Mechanics	2nd	6
V05M135V01213	Professional Software in Solid Mechanics	2nd	6
V05M135V01214	Professional Software in Electromagnetism	2nd	6
V05M135V01215	Professional Software in Acoustics	2nd	6
V05M135V01216	Professional Software in Environment	2nd	6
V05M135V01217	Professional Software in Finance	2nd	6
V05M135V01218	Advanced Finite Elements	2nd	3
V05M135V01219	Advances in Finite Volumes	2nd	3
V05M135V01220	Boundary Element Methods	2nd	3
V05M135V01221	Computer Networks and Distributed Computing	2nd	3
V05M135V01222	Combustion	2nd	6
V05M135V01223	Turbulence	2nd	6
V05M135V01224	Inverse Problems and Image Reconstruction	2nd	6
V05M135V01225	Optimal Multidisciplinary Design	2nd	6
V05M135V01226	Modelling in Biomedicine	2nd	6
V05M135V01227		2nd	6

**Year 2nd**

Code	Name	Quadmester	Total Cr.
V05M135V01301	The Final Master Degree Work	An	30

**IDENTIFYING DATA****Métodos Numéricos e Programación**

Subject	Métodos Numéricos e Programación			
Code	V05M135V01101			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Mandatory	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José García Rodríguez, José Antonio Pena Brage, Francisco José Santamarina Ríos, Duarte			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://www.m2i.es/docs/modulos/FBasica/4.Metodos%20Numericos%20y%20Programacion.pdf">http://https://www.m2i.es/docs/modulos/FBasica/4.Metodos%20Numericos%20y%20Programacion.pdf</a>			
General description	Iniciar aos alumnos en métodos numéricos de resolución de ecuacións, interpolación, diferenciación e integración. Aprender os fundamentos da programación científica e a súa aplicación para implementar métodos numéricos.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B2 B4 B5 C4 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Cartafol/dossier	0	0	0

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
Cartafol/dossier

**Atención personalizada**

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Ecuacións Diferenciais e Sistemas Dinámicos**

Subject	Ecuacións Diferenciais e Sistemas Dinámicos			
Code	V05M135V01102			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Mandatory	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José López Pouso, Óscar Rodríguez García, Jerónimo			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/FBasica/2.Ecuaciones%20Diferenciales%20Ordinarias-Sistemas%20Dinamicos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/FBasica/2.Ecuaciones%20Diferenciales%20Ordinarias-Sistemas%20Dinamicos.pdf</a>			
General description	<p>1. Coñecer os métodos máis comúns para a resolución numérica de problemas de valor inicial para EDO.  2. Familiarizarse cos conceptos de converxencia e orde, relacionados coa precisión, e co de estabilidade numérica, relacionado coa explosión do erro.  3. Observar os fenómenos do punto anterior, así como o efecto dos erros de redondeo sobre a converxencia, mediante a implementación en ordenador dalgún dos métodos estudados.</p> <p>II. SISTEMAS DINÁMICOS:  1. Manexar con soltura algúns métodos analíticos de integración de ecuacións diferenciais ordinarias.  2. Entender e saber analizar os sistemas dinámicos de baixa dimensión.  3. Entender os conceptos elementais de bifurcacións e saber aplicalos a problemas concretos.  4. Usar os sistemas dinámicos para modelar e analizar problemas de interese industrial.</p>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer conocimientos que aporten una base u oportunidade de ser orixinais en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B4 B5 C3 C6

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

---

**Metodología docente**

---

Description

---

---

---

**Atención personalizada**

---

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography**

---

**Complementary Bibliography**

---

---

---

**Recomendaciones**

---



**IDENTIFYING DATA****Ecuacións en Derivadas Parciais**

Subject	Ecuacións en Derivadas Parciais			
Code	V05M135V01103			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Mandatory	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Varas Mérida, Fernando			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/FBasica/1.Ecuaciones%20en%20Derivadas%20Parciais.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/FBasica/1.Ecuaciones%20en%20Derivadas%20Parciais.pdf</a>			
General description	El objetivo de este curso es presentar, de forma básica, los fundamentos de las ecuaciones en derivadas parciales, tanto desde el punto de vista clásico como desde un enfoque variacional.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Coñecer e comprender os problemas que se poden plantexar como Ecuacións en Derivadas Parciais	C3 C6
Coñecer o modelo matemático correspondente ao fenómeno físico plantexado.	C3 C6
Plantexar correctamente os modelos dende o punto de vista matemático	C3 C6
Adquirir habilidades de aprendizaxe na resolución de problemas	C3 C6

**Contidos**

Topic	
1. Análisis clásico de ecuaciones en derivadas parciales	1.1) Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales: algunas ecuaciones notables, ecuaciones de primer orden y curvas características e introducción al análisis de Fourier. 1.2) Ecuaciones de Laplace y Poisson: propiedades cualitativas y técnicas analíticas de resolución. 1.3) Ecuación del calor: propiedades cualitativas y técnicas analíticas de resolución. 1.4) Ecuación de ondas: propiedades cualitativas y técnicas analíticas de resolución.
2. Análisis variacional de ecuaciones en derivadas parciales.	2.1) Formulación variacional de problemas elípticos, elasticidad lineal y sistema de Stokes. 2.2) Introducción a la formulación variacional de problemas evolutivos: problemas parabólicos e hiperbólicos.

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Lección maxistral	44	66	110
Resolución de problemas	13	19.5	32.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	1.5	2.5

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Metodoloxía docente

	Description
Lección maxistral	Exposición dos contidos teóricos da materia utilizando a videoconferencia.
Resolución de problemas	Formulación, análise e resolución de problemas e exercicios relacionados coa materia.

### Atención personalizada

Methodologies	Description
Lección maxistral	Los estudiantes son atendidos personalmente y telemáticamente para todas las dudas que le surjan en la preparación de la materia.
Resolución de problemas	Los estudiantes son atendidos personalmente y telemáticamente para todas las dudas que le surjan en la preparación de la materia.

### Avaliación

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Resolución de problemas	Plantexamento de problemas que o alumno debe resolver	60	C3 C6
Resolución de problemas e/ou exercicios	Relación de preguntas relacionadas co temario	40	C3 C6

### Other comments on the Evaluation

Tanto en los ejercicios individuales como en el examen un 50% de la calificación corresponderá a cada una de las dos partes de la asignatura (descritas en el apartado de contenidos). Para obtener la calificación de aprobado será necesario alcanzar una calificación mínima de 3/10 en la nota de cada una de estas partes (tras ponderar con los pesos indicados los ejercicios individuales y el examen).

### Bibliografía. Fontes de información

#### Basic Bibliography

P.A. Raviart - J.M. Thomas, **Introduction a l'analyse numerique des equations aux derivees partielles**, Masson, 1998.,

R. Haberman, **Ecuaciones en Derivadas Parciales (con Series de Fourier y Problemas de contorno)**, 3a ed. Pearson Educación, 2003,

P.J. Olver, **Introduction to Partial Differential Equations.**, Springer, 2014,

R.E. Showalter, **Monotone Operators in Banach Space and Nonlinear Partial Differential Equations (Chapter I & II)**, Mathematical Surveys and Monographs Volume 49., American Mathematical Society (AMS), 1997

#### Complementary Bibliography

Brezis, **Analyse fonctionnelle**, Masson, 1983,

E. Casas, **Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales**, Univ. Cantabria, 1992.,

E. di Benedetto, **Partial differential equations**, Birkhauser, 2010.,

D. Gilbarg - N.S. Trudinger, **Elliptic partial differential equations of second order.**, Springer, 1998.,

J.L. Lions, **Quelques methodes de resolution des problemes aux limites non lineaires**, Dunod, 1969.,

V.P. Mijailov, **Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales**, MIR-Moscú, 1982,

J. Necas, **Direct methods in the theory of elliptic equations**, Springer, 2012,

I. Peral, **Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales**, Addison-Wesley. Univ. Autónoma Madrid, 1995.,

R. Temam, **Navier-Stokes equations**, North-Holland, 1984,

### Recomendacións

**IDENTIFYING DATA****Numerical Methods for Partial Differential Equations**

Subject	Numerical Methods for Partial Differential Equations			
Code	V05M135V01104			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Mandatory	1st	1st
Teaching language	Spanish			
Department				
Coordinator	Fernández Manin, Generosa			
Lecturers	Fernández Manin, Generosa García Lomba, Guillermo			
E-mail	gmanin@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
General description	In this subject, we give an introduction to several numerical methods for the resolution of equations in partial derivatives, using simple examples, and we solve, using COMSOL Multiphysics, some real simplified problems. <a href="http://www.m2i.es">www.m2i.es</a>			

**Training and Learning Results**

Code	
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	(*)Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C8	(*)Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.

**Expected results from this subject**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Knowing the main families of numerical methods for the resolution of differential equations.	B5 C4 C8
Knowing to apply the main methods for numerical resolution of differential equations.	B2 C4
Understanding the degree of approximation obtained by a numerical method.	B2 C4 C8
Understanding the difficulties for solving numerically a partial differential equation	B2 B4 C4 C8

**Contents**

Topic	
Introduction to the numerical methods for the resolution of Differential Equations: finite differences, finite elements, finite volumes.	Generic description of the methods.
Methods of finite differences and finite elements in one dimensional problems.	Formulation of the methods, discretisation and numerical resolution. Analysis of the convergence and error estimates.

Methods of finite differences and finite elements Discretization, numerical resolution and error estimates. in several dimensions: elliptical, parabolic and hyperbolic problems.

Practices with COMSOL-MULTIPHYSICS Numerical resolution and analysis of results: thermal problems, solids, multiphysics, etc.

## Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Problem solving	4	12	16
Practices through ICT	12	12	24
Lecturing	26	52	78
Problem and/or exercise solving	2	10	12
Laboratory practice	2	4	6
Problem and/or exercise solving	0	14	14

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

## Methodologies

	Description
Problem solving	The student has to solve and deliver theoretical exercises (CG5, CE4).
Practices through ICT	In the computer laboratory and using COMSOL Multiphysics real simplified cases from several subjects: thermal, linear elasticity, electromagnetism, etc. are solved (CG2, CG4, CG5, CE4, CS1).
Lecturing	These classes are devoted to explain the theoretical contents, to solve some exercise to understand the methods and to introduce the practical tasks (CG2, CG4, CE5, CE4).

## Personalized assistance

Methodologies	Description
Lecturing	If any additional explanation is needed the student can demand it at the teacher's office, by email or through the subject web.
Problem solving	If any additional explanation is needed the student can demand it at the teacher's office, by email or through the subject web.
Practices through ICT	If any additional explanation is needed the student can demand it at the teacher's office, by email or through the subject web.

## Assessment

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Problem solving	Solved exercises delivered before the deadline are evaluated;	15	B5 C4
Practices through ICT	The practices of laboratory will be face-to-face (in Vigo for students from the Galician universities and in Madrid for other students). All of them mark the same.	30	B2 C8 B4 B5
Lecturing	The answer to 5 telematic activities.	10	B2 B4
Problem and/or exercise solving	It consists of a written test at the end of the semester.	25	C4 C8
Laboratory practice	Another practice of laboratory which should be done by the student in an autonomous way.	20	C4 C8

## Other comments on the Evaluation

Secondo opportunity;

Continuous evaluation: students can deliver the exercises (if they haven done it before) and they must do the final exam.

Exceptional case: students who can not follow the continuous assessment may do a different final exam; they will be marked with the points obtained in that exam.

more information: [www.m2i.es](http://www.m2i.es)

## Sources of information

### Basic Bibliography

Johnson, C., **Numerical solution for partial differential equations by the finite element methods**, 2009,

Reddy, J.N., **An introduction to the Finite Element Method**, 2ª y 3ª Ed (1993 y 2006),

Fdez-Manín, G. - García Lomba, Guillermo, **Notas de clase de la asignatura MNEDP**,

---

**Complementary Bibliography**

Eriksson, K - Estep, D - Hansbo, P. - Johnson, C., **Computational differential equations**, 1996,

LeVeque, R.J., **Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady State and Time Dependent Problems**, 2007,

Samarskii, A.A., **The Theory of Difference Schemes**, 2001,

Strickwerda, J.C., **Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations**, 1999 (2ª Ed 2004),

---

---

**Recommendations**

**Subjects that continue the syllabus**

Advanced Finite Elements/V05M135V01218

Solid Mechanics/V05M135V01202

---

**Subjects that are recommended to be taken simultaneously**

Computer-Aided Design (CAD)/V05M135V01108

Partial Differential Equations/V05M135V01103

Mechanics of Continuous Media/V05M135V01105

---

**IDENTIFYING DATA****Mecánica de Medios Continuos**

Subject	Mecánica de Medios Continuos			
Code	V05M135V01105			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Arregui Álvarez, Íñigo Durany Castrillo, José Rodríguez Seijo, José Manuel			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MMContinuos/Mecanica%20de%20los%20medios%20continuos.pdf">http://http://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MMContinuos/Mecanica%20de%20los%20medios%20continuos.pdf</a>			
General description	Álgebra y análisis tensorial. Coordenadas curvilíneas. Cinemática. Leyes de conservación. Cambio de observador. Algunos modelos simples en mecánica de sólidos y mecánica de fluidos.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C8	Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 C1 C2 C8

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

**Atención personalizada****Avaliación**

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

**Basic Bibliography**

**Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

---

**IDENTIFYING DATA****Optimización e Control**

Subject	Optimización e Control			
Code	V05M135V01106			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	1c
Teaching language	Castelán Galego			
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Balsa Canto, Eva Durany Castrillo, José Rodríguez García, Jerónimo Rodríguez García, Miriam Vilas Fernández, Carlos			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/M Aplicada/4.%20Optimizacion%20y%20Control.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/M Aplicada/4.%20Optimizacion%20y%20Control.pdf</a>			
General description	Introducir ao alumno no modelado matemático e na resolución numérica de diferentes problemas de optimización e control óptimo que xorden no ámbito da enxeñaría e da industria.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Poseer coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación, sabendo traducir necesidades industriais en termos de proxectos de I+D+i no campo da Matemática Industrial.	B1
Saber comunicar as conclusións, xunto cos coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun modo craro e sen ambigüedades.	B4
Poseer as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que habrá de ser en grande medida autodirixido o autónomo, e poder emprender con éxito estudos de doutoramento.	B5
Determinar se un modelo de un proceso está ben formulado matemáticamente e desde o punto de vista físico.	C3
Ser capaz de validar e interpretar os resultados obtidos, comparando con visualizacións, medidas experimentais e/ou requisitos funcionais do correspondente sistema físico/de enxeñaría .	C5



Prantexar, en termos de problemas de optimización/control óptimo, problemas que xorden no ámbito da enxeñaría e da industria. C2

Saber aplicar distintos métodos numéricos para resolver problemas de optimización discretos. C4

Utilizar técnicas básicas para tratar de resolver problemas de control óptimo gobernados por sistemas discretos, ecuacións diferenciais ordinarias e ecuacións en derivadas parciais. C6

### Contidos

#### Topic

1. Optimización	Unidade I: Introducción á optimización numérica Unidade II: Optimización sen restricións Unidade III: Optimización con restricións Unidade IV: Optimización global
2. Control óptimo	Unidade V: Introducción ao control óptimo de sistemas Unidade VI: Problemas modelados por sistemas discretos Unidade VII: Problemas modelados por ecuacións diferenciais ordinarias Unidade VIII: Problemas modelados por ecuacións en derivadas parciais. Sistemas elípticos e parabólicos

### Planificación

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Resolución de problemas	3	6	9
Lección maxistral	45	90	135
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	2	3
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	2	3

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Metodoloxía docente

	Description
Resolución de problemas	Nestas horas de traballo o profesor resolverá problemas de cada un dos temas e introducirá novos métodos de resolución non contidos nas clases maxistrais desde un punto de vista práctico. O alumno tamén deberá resolver problemas propostos polo profesor co obxectivo de aplicar os coñecementos adquiridos.
Lección maxistral	O profesor exporá neste tipo de clases os contidos teóricos da materia.

### Atención personalizada

Methodologies	Description
Lección maxistral	O profesor atenderá persoalmente as dúbidas e consultas dos alumnos. Atenderanse dúbidas tanto de forma presencial, en especial nas clases de problemas e laboratorios e nos horarios de titorías, como de forma non presencial mediante a plataforma Fatic.
Resolución de problemas	O profesor atenderá persoalmente as dúbidas e consultas dos alumnos. Atenderanse dúbidas tanto de forma presencial, en especial nas clases de problemas e laboratorios e nos horarios de titorías, como de forma non presencial mediante a plataforma Fatic.

### Avaliación

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Resolución de problemas e/ou exercicios	<input type="checkbox"/> Exercicios teóricos individuais: pequenos exercicios que o profesor irá encomendando ó longo do desenvolvemento dos contidos nas horas teóricas  <input type="checkbox"/> Traballos de laboratorio. A programación correspondente será realizada en distintos paquetes de software e debe presentarse un informe escrito relacionado cos exercicios de dita práctica	50	C2 C3 C4 C5 C6
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final da asignatura	50	C2 C3 C4 C5 C6

### Other comments on the Evaluation

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography**

---

J. NOCEDAL - S.J. WRIGHT, **Numerical Optimization**, 2006,

E. CERDÁ, **Optimización dinámica**, 2001,

K. OGATA, **Ingeniería de control moderna**, 2010,

**Complementary Bibliography**

---

D. BERTSEKAS, **Nonlinear Programming**, 2016,

---

**Recomendacións**

---

**Other comments**

---

RECOMENDACIÓN PARA O ESTUDO DA MATERIA

- Asistencia participativa a clase
  - Estudo diario da materia
  - Realización dos exercicios e traballos propostos
-

**IDENTIFYING DATA****Estabilidade de Sistemas Físicos**

Subject	Estabilidade de Sistemas Físicos			
Code	V05M135V01107			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Porter, Jeff Varas Mérida, Fernando			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MaAplicada/3.%20Estabilidad%20de%20Sistemas%20Fisicos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MaAplicada/3.%20Estabilidad%20de%20Sistemas%20Fisicos.pdf</a>			
General description	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cuestiones preliminares; álgebra lineal y ecuaciones diferenciales ordinarias.</li> <li>-Estabilidad lineal para sistemas lineales de coeficientes constantes y periódicos.</li> <li>-Bifurcaciones de tipo horca y transcricas.</li> <li>-Bifurcación de Hopf y oscilaciones no lineales.</li> <li>-Bifurcaciones de codimensión uno en sistemas con coeficientes periódicos.</li> <li>-Interacción de modos.</li> <li>-Comportamientos caóticos.</li> </ul>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 B4 B5 C3 C5 C6

**Contidos**

Topic	
-------	--

**Planificación**

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

**Metodología docente**

---

Description

---

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

---

---

**Recomendaciones**

---

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Diseño Asistido por Ordenador (CAD)</b>				
Subject	Diseño Asistido por Ordenador (CAD)			
Code	V05M135V01108			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	1c
Teaching language	Castelán			
Department	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinator	Segade Robleda, Abraham			
Lecturers	Izquierdo Belmonte, Pablo Segade Robleda, Abraham			
E-mail	asegade@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/1.Dise%C3%B1o%20asistido%20por%20ordenador.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/1.Dise%C3%B1o%20asistido%20por%20ordenador.pdf</a>			
General description	Na materia daranse nocións de modelado en *CAD 3D, comezando coa xeración de esbozo, modelado de pezas e finalmente montaxe de conxuntos. Daranse nocións sobre a xeración de planos para a fabricación de pezas empregando tamén ferramentas de *CAD.			

### Resultados de Formación e Aprendizaxe

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C8	Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

### Resultados previstos na materia

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Coñecer as vantaxes do deseño baseado en métodos *CAD-CAE	B1 C4 C8
Coñecer os principios básicos do deseño e modelado 3D: xeración de esbozo, modelado de pezas e montaxe de conxuntos.	B1 C4 C5 C8
Xeración de documentación para a fabricación de pezas e conxuntos.	B4 C4 C5 C8 C9

### Contidos

Topic	
1. Introducción	a. Aplicacións do Deseño Asistido por Computador. *b. Introducción ao *CAD 2D, 3D e *paramétrico.
2. Modelado sólido 3D de pezas.	a. Xeración de esbozo e ferramentas de *croquizar. *b. Operacións básicas e avanzadas con pezas. *c. Modelado de estruturas tipo Viga e Superficie.
3. Creación de ensamblaxes de pezas.	a. Inserir compoñentes, relacións de posición. *b. Operacións avanzadas en ensamblaxes.

4. Introducción ao modelado 3D directo.

- a. Introducción ao modelado de croquis e operacións.
- b. Mover e tirar para deformar xeometría.
- c. Preparación e reparación de xeometría para FEM.

<b>Planificación</b>			
	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Prácticas de laboratorio	25	20	45
Traballo tutelado	25	65	90
Lección maxistral	8	5	13
Práctica de laboratorio	2	0	2

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Description
Prácticas de laboratorio	Resolución de exercicios de modelado 3D, xeración de planos. As sesións correspondentes a conceptos novos impartiranse presencialmente.
Traballo tutelado	Realización dun proxecto de modelado en CAD 3D de pezas, montaxe de conxunto e xeración planos. As sesións correspondentes a este traballo impartiranse en remoto.
Lección maxistral	Introdución ás técnicas de modelado clásico 3D, xeración de planos e modelado 3D directo. As sesións de introdución a estes contidos realízanse presencialmente.

<b>Atención personalizada</b>	
Methodologies	Description
Traballo tutelado	Na medida do posible facilitarase o acceso ao programa de deseño 3D empregado na materia para facilitar o traballo independente do alumnado. Para o traballo tutelado poderá realizarse seguemento do mesmo en remoto

<b>Avaliación</b>				
	Description	Qualification	Training and Learning Results	
Traballo tutelado	Realización dun proxecto tutelado ao longo da duración da materia. O traballo consistirá en varias entregas: un modelo 3D, planos e renderizado do conxunto. Cada entrega non poderá superar a puntuación de 4 puntos sobre 10 do total	80	B1 B4	C4 C5 C8 C9
Práctica de laboratorio	O alumnado deberá entregar os exercicios realizados de forma individual durante as sesións en aula informática	20	B4	C4 C5 C8 C9

**Other comments on the Evaluation**

A metodoloxía por defecto é avaliación continua, para o que o alumnado debe asistir ao 80% das sesións presenciais. En caso de solicitar renuncia a avaliación continua ou non asistir á porcentaxe esixida de sesións presenciais, o alumnado deberá realizar un exame na data convida sobre o contido da materia.

Si o/a alumno/a decide optar por ir á opción do exame final, debe avisar ao profesorado con 2 semanas de antelación.

**Bibliografía. Fontes de información**

**Basic Bibliography**  
Lombard, Matt, **Solidworks 2013 Bible**, Wiley, 2013  
Alejandro Reyes, **Beginner's guide to SolidWorks 2013. Level I**, SDC Publications, 2013

**Complementary Bibliography**  
Alejandro Reyes, **Beginner's guide to SolidWorks 2013. Level II**, SDC Publications, 2013  
Jose M. Auria Apilluelo, P. Ibañez Carabantes y P. Ubieta Artur., **Dibujo Industrial - Conjuntos y Despieces**, Paraninfo, 2005

**Recomendacións**

**Subjects that continue the syllabus**

Ampliación de Elementos Finitos/V05M135V01218



<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Métodos Numéricos Estocásticos</b>				
Subject	Métodos Numéricos Estocásticos			
Code	V05M135V01109			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Vázquez Cendón, Carlos			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOOptatividad/CMetodosNumericos/5.Metodos%20numericos%20estocasticos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOOptatividad/CMetodosNumericos/5.Metodos%20numericos%20estocasticos.pdf</a>			
General description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a los procesos estocásticos</li> <li>2. Métodos de Monte Carlo</li> <li>3. Cálculo de Ito</li> <li>4. Ecuaciones diferenciales estocásticas</li> <li>5. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales estocásticas</li> </ol>			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 B5 C4 C9

<b>Contidos</b>
Topic

<b>Planificación</b>			
	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.			

<b>Metodoloxía docente</b>
Description

<b>Atención personalizada</b>

<b>Avaliación</b>		
Description	Qualification	Training and Learning Results

<b>Other comments on the Evaluation</b>



---

**Bibliografía. Fuentes de información**

**Basic Bibliography**

**Complementary Bibliography**

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Métodos Numéricos para Grandes Sistemas de ecuaciones**

Subject	Métodos Numéricos para Grandes Sistemas de ecuaciones		
Code	V05M135V01111		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	3	Optional	1
Teaching language	Quadmester 1c		
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Cendán Verdes, José Jesús Durany Castrillo, José		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/6.Metodos%20para%20grandes%20sistemas%20de%20ecuaciones.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/6.Metodos%20para%20grandes%20sistemas%20de%20ecuaciones.pdf</a>		
General description	<p>Tema 1: Formatos de almacenamiento de matrices huecas en el ordenador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Almacenamientos perfil, CSR, CSC y aleatorio. Elección del formato.</li> <li>Tema 2: Resolución numérica de grandes sistemas de ecuaciones lineales. Métodos de descenso: el método de gradiente conjugado (CG).</li> <li><input type="checkbox"/> Los métodos CGNR y CGNE. Métodos de Krylov. Técnicas de preconditionamiento.</li> <li>Tema 3: Resolución numérica de grandes sistemas de ecuaciones no lineales.</li> <li><input type="checkbox"/> Revisión del método de Newton. Estrategias para la convergencia global.</li> <li><input type="checkbox"/> Métodos de Newton-Krylov. Método de Broyden.</li> <li>Tema 4: Aproximación numérica de autovalores y autovectores.</li> <li><input type="checkbox"/> Localización de autovalores. Condicionamiento de un problema de autovalores.</li> <li><input type="checkbox"/> Métodos de la potencia. Iteración del cociente de Rayleigh. El método QR. Divide y vencerás</li> </ul>		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 B5 C4 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Programación en C++</b>				
Subject	Programación en C++			
Code	V05M135V01112			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	3	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Ferreiro Ferreiro, Ana García Rodríguez, José Antonio			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/3.Programacion%20en%20C++.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/3.Programacion%20en%20C++.pdf</a>			
General description	<p>Tema 1: El lenguaje de programación C++</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la programación en C++</li> <li>- Tipos de datos básicos</li> <li>- I/O por teclado y por fichero</li> <li>- Sentencias de control</li> <li>- Gestión dinámica de memoria: punteros</li> <li>- Estructuras</li> <li>- Funciones. Sobrecarga.</li> </ul> <p>Tema 2: Programación Orientada a Objetos en C++</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la Programación Orientada a Objetos</li> <li>- Clases e instancias</li> <li>- Sobrecarga de operadores</li> </ul> <p>Funciones y clases friend</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herencia</li> <li>- Polimorfismo</li> <li>- Templates (plantillas)</li> </ul> <p>Tema 3: Standard Template Library (STL)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la STL</li> <li>- Contenedores e iteradores</li> <li>- Manejo de contenedores básicos</li> </ul>			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results

**Contidos**

Topic

**Planificación**

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

**Atención personalizada****Avaliación**

Description

Qualification

Training and Learning Results

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información****Basic Bibliography****Complementary Bibliography****Recomendacións**

**IDENTIFYING DATA****Cálculo Paralelo**

Subject	Cálculo Paralelo			
Code	V05M135V01113			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	3	Optional	1	1c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Álvarez Dios, José Antonio Durany Castrillo, José Fernández Sánchez, Carlos			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/2.Calculo%20paralelo.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/2.Calculo%20paralelo.pdf</a>			
General description	Saber programar ordenadores paralelos. Coñecer a paralelización de algoritmos clásicos da análise matricial e algoritmos paralelos clásicos como a descomposición de dominio en problemas discretizados.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 C4 C5 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

**Atención personalizada****Avaliación**

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

**Other comments on the Evaluation**

---

**Bibliografía. Fuentes de información**

**Basic Bibliography**

**Complementary Bibliography**

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Arquitectura de Computadores e Sistemas Operativos**

Subject	Arquitectura de Computadores e Sistemas Operativos		
Code	V05M135V01114		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	3	Optional	1
Teaching language	1c		
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Pichel Campos, Juan Carlos		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/1.Arquitectura%20de%20computadores%20y%20sistemas%20operativos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/1.Arquitectura%20de%20computadores%20y%20sistemas%20operativos.pdf</a>		
General description	1. Asimilar os conceptos fundamentais da Arquitectura de computadores. 2. Adquirir os conceptos fundamentais dos Sistemas Operativos. 3. Adquirir competencias para a programación eficiente, aproveitando as características da arquitectura e o sistema operativo.		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 C4 C5 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

**Atención personalizada**



---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Fluid Mechanics**

Subject	Fluid Mechanics			
Code	V05M135V01201			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1st	2nd
Teaching language	#EnglishFriendly Spanish			
Department				
Coordinator	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Lecturers	Martín Ortega, Elena Beatriz Meis Fernández, Marcos Veiga López, Fernando			
E-mail	emortega@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/1.%20Mecanica%20de%20fluidos.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/1.%20Mecanica%20de%20fluidos.pdf</a>			
General description	Modelling course of fluid dynamic problems that appear in the industrial problems.  English Friendly subject: International students may request from the teachers: a) resources and bibliographic references in English, b) tutoring sessions in English, c) exams and assessments in English.			

**Training and Learning Results**

Code	
C1	(*)Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	(*)Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C6	(*)Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Expected results from this subject**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Capacity to select the appropriate model for a real fluid-dynamic problem	C2 C6
Understanding of the basic properties of the main models	C1 C2
Knowledge of the analysis techniques for the solutions of the models	C1 C6

**Contents**

Topic	
Main models of the dynamics of fluids	Conservation laws for Newtonian fluids.  Adimensionalisation of the model equations. Physical meaning of the main nondimensional numbers in the dynamics of fluids: Mach, Reynolds, Froude, Prandtl, Pelet, Grashof, Nusselt.  Deduction of the most common fluid dynamic models, e.g. limit models, from the adimensional numbers
Perfect incompressible flows	Equations for the vorticity evolution in a perfect flow.  Study of irrotational and potential flows. Limitations of the potential model.  Examples of potential flows and applications. Some ideas of the lift theory.

Viscous incompressible flows	Some particular solutions of the steady incompressible Navier-Stokes equations  Elementary analysis of the boundary layers: basic analysis and study of the Blasius problem  Observations on the stability of steady laminar viscous solutions  Some examples of unsteady hydrodynamics
Turbulent flows	Introduction Inviability of the direct numerical simulation (DNS)  Closure problem in turbulence equations  Models of turbulence
Flows with heat transfer	Equations of non-reactive flows for low Mach number  Forced convection  Free convection.

### Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Introductory activities	1	0	1
Lecturing	30	60	90
Problem solving	4	8	12
Project based learning	1	12	13
Case studies	10	20	30
Essay questions exam	4	0	4

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Methodologies

	Description
Introductory activities	Dedicated to the aims and organisation of the course/lectures contents
Lecturing	Lectures intended to present the theoretical contents of each lesson
Problem solving	Modelling exercises of real fluid dynamic problems of different nature to practice the acquired knowledge on the meaning of dimensionless numbers
Project based learning	It will tackle the complete modelling of a fluid dynamic industrial problem
Case studies	Sesions devoted to the modelization of real fluid dynamic industrial problems and their analysis

### Personalized assistance

Methodologies	Description
Introductory activities	The students will be given guidance and advice about appropriate bibliography and information related with the course

### Assessment

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Project based learning	Evaluation of the works/problems proposed presented by the student	40	C1 C2 C6
Essay questions exam	Written proof of the study of a case and his analysis	60	C1 C2

### Other comments on the Evaluation

#### Sources of information

##### Basic Bibliography

Barrero, A. y Pérez-Saborid, M., **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de fluidos**, 2005  
Panton, R.L., **Incompressible Flow**, 3rd, 2005  
White, F.M., **Heat and mass transfer**, 1988  
Wilcox, D.C., **Turbulence Modelling for CFD**, 3rd ed., 2006  
Kundu, P. K., Cohen, I. M., & Hu, H. H, **Fluid mechanics**, 6th ed., 2004

## Complementary Bibliography

---

### Recommendations

---

#### Subjects that continue the syllabus

---

Professional Software in Fluid Mechanics/V05M135V01212

---

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

---

Numerical Methods for Partial Differential Equations/V05M135V01104

---

#### Subjects that it is recommended to have taken before

---

Differential Equations and Dynamic Systems/V05M135V01102

Partial Differential Equations/V05M135V01103

Mechanics of Continuous Media/V05M135V01105

---

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Mecánica de Sólidos</b>				
Subject	Mecánica de Sólidos			
Code	V05M135V01202			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Barral Rodiño, Patricia Durany Castrillo, José Quintela Estévez, Peregrina			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/2.%20Mecanica%20de%20solidos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/2.%20Mecanica%20de%20solidos.pdf</a>			
General description	O obxectivo principal do curso é o estudo de modelos matemáticos referidos a problemas estáticos e dinámicos da mecánica de sólidos, asociados a materiais elásticos e isotropos que, debido á xeometría da peza, e/ou o tipo de forzas de volume, e/ou as condicións de contorno aplicadas, e/ou á existencia de simetrías, admiten simplificacións do modelo de elasticidade tridimensional xeral que xa se supón coñecido; identificaranse os modelos reducidos en cada caso. Ademais, farase unha introdución ao estudo de leis de comportamento máis xerais, á formulación de condicións de contorno non lineais e á incorporación de efectos térmicos. Finalmente, dedicarase a última parte do curso a estudar xeometrías con fendas, ao avance e detección das mesmas e á presentación dalgúns modelos de dano.			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B2 B4 B5 C1 C2 C5 C6

<b>Contidos</b>	
Topic	

---

**Planificación**

---

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

---

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

---

**Metodología docente**

---

Description

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendaciones**

---

**IDENTIFYING DATA****Electromagnetismo e Óptica**

Subject	Electromagnetismo e Óptica			
Code	V05M135V01203			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language	Castelán			
Department	Dpto. Externo Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinator	Lorenzo Rodríguez, María Edita de			
Lecturers	Bermúdez de Castro López-Varela, Alfredo Lorenzo Rodríguez, María Edita de			
E-mail	edita.delorenzo@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/3.%20Electromagnetismo%20y%20optica.pdf">http://http://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/3.%20Electromagnetismo%20y%20optica.pdf</a>			
General description	1.-Coñecer os fenómenos básicos do electromagnetismo e da óptica, e os seus modelos físico-matemáticos. 2.-Resolver casos particulares con técnicas analíticas de xeito exacto ou baixo aproximacións físico-matemáticas axeitadas. 3.-Formular matematicamente problemas, con vistas á súa resolución numérica.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code

**Resultados previstos na materia**Expected results from this subject Training and Learning Results**Contidos**

Topic

- 1.- Requisitos matemáticos: teoría de campos, distribucións e espazos funcionais.
- 2.- Conceptos xerais sobre ondas. Exemplos.
- 3.- Ecuacións de Maxwell no baleiro
- 4.- Ecuacións de Maxwell en rexións materiais.
- 5.- Electroestática.
- 6.- Corrente eléctrica continua.
- 7.- Magnetostática.
- 8.- Aproximación case-estática. Réxime harmónico. Indución electromagnética. Correntes de Foucault
- 9.- Ecuación de onda en espazo libre e campo radiado.
- 10.- Diagrama de radiación e parámetros dunha antena.
- (\*)11.- Introducción al estudio de antenas lineales y antenas de apertura.

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Actividades introductorias	2	0	2
Lección maxistral	30	60	90
Resolución de problemas	10	30	40
Exame de preguntas obxectivas	3	15	18

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

Actividades introductorias: Actividades encamiñadas a tomar contacto e reunir información sobre o alumnado, así como a presentar a materia.

Lección maxistral	Exposición por parte do/a profesor/a de os contidos sobre a materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio que o/a estudante ten que desenvolver
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problema e/ou exercicios relacionados coa materia. O/a estudante debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante a aplicación de fórmulas ou *algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados.

### Atención personalizada

Methodologies	Description
Lección maxistral	No horario de titorías, o profesorado atenderá as necesidades e consultas do alumnado relacionadas co estudo da materia.
Resolución de problemas	No horario de titorías, o profesorado atenderá as necesidades e consultas do alumnado relacionadas co estudo da materia.
Tests	Description
Exame de preguntas obxectivas	No horario de titorías, o profesorado atenderá as necesidades e consultas do alumnado relacionadas co estudo da materia.

### Avaliación

	Description	Qualification Training and Learning Results
Lección maxistral	(*Se evaluará a través de la resolución de problemas y el examen correspondiente	0
Resolución de problemas	(*Entrega de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el profesorado relacionados con los contenidos de la materia.	30
Exame de preguntas obxectivas	(*Prueba en la que el/a estudiante debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios relacionados con los contenidos de la materia.	70

### Other comments on the Evaluation

#### CRITERIOS PARA A 1ª OPORTUNIDADE DE AVALIACIÓN:

Proporanse exercicios e prácticas que serán presentados e avaliados contribuíndo ao 30% da cualificación.

Realizarase tamén un exame a todos os estudantes que suporá o restante 70% da cualificación final.

#### CRITERIOS PARA A 2ª OPORTUNIDADE DE AVALIACIÓN:

Procederáse de igual forma que na primeira oportunidade: proposta de exercicios e exame.

**As datas das probas obxectivas fixaranse no calendario oficial do máster aprobado pola Comisión Académica**

### Bibliografía. Fontes de información

#### Basic Bibliography

A. Bermúdez, D. Gómez, P. Salgado, **Mathematical Models and Numerical Simulation in Electromagnetism.**, UNITEXT, Vol. 74., Springer, 2014

A. Bossavit., **Computational Electromagnetism. Variational Formulations. Complementarity, Edge Elements.**, Academic Press, 1998

M. Cessenat., **Mathematical Methods in Electromagnetism**, World Scientific, 1998

T. A. Johnk, **Engineering Electromagnetic Fields and Waves**, Springer, 1998

C.A. Balanis, **Antenna Theory: Analysis and Design**, 4, John Wiley and Sons, 2016

#### Complementary Bibliography

J. C. Nédélec, **Acoustic and Electromagnetic Equations**, Springer, 2001

D. Popovic, **Introductory Engineering Electromagnetics**, Addison Wesley, 1971

B. Reece and T. W. Preston, **Finite Elements Methods in Electrical Power Engineering**, University Press, 2000

P. P. Silvester and R. L. Ferrari, **Finite Elements for Electrical Engineers**, Cambridge University Press, 1996

W. L. Stutzman, G. A. Thiele., **Antenna Theory and Design**, John Wiley and Sons, 2013

### Recomendacións





<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Acústica</b>				
Subject	Acústica			
Code	V05M135V01204			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Hervella Nieto, Luis María Prieto Aneiros, Andrés			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/4.%20Acustica.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/4.%20Acustica.pdf</a>			
General description	<p>Tema 1: Modelización de problemas acústicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Introducción. Oscilador armónico.</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos básicos de álgebra y cálculo, vectorial y tensorial.</li> <li><input type="checkbox"/> Cinemática.</li> <li><input type="checkbox"/> Masa y momentos.</li> <li><input type="checkbox"/> Leyes constitutivas.</li> <li><input type="checkbox"/> Modelos lineales.</li> <li><input type="checkbox"/> Vibraciones de medios continuos.</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos de acústica estructural (elastoacústica).</li> </ul> <p>Tema 2: Propagación acústica en el caso unidimensional</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Modelos unidimensionales.</li> <li><input type="checkbox"/> Ecuación de ondas unidimensional.</li> <li><input type="checkbox"/> Régimen armónico.</li> <li><input type="checkbox"/> Condiciones de contacto. Modelos para medios delgados.</li> <li><input type="checkbox"/> Propagación de ondas armónicas planas en un medio multicapa.</li> </ul> <p>Tema 3: Elementos de acústica aplicada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Umbrales sonoros. Decibelios. Niveles de presión, intensidad y potencia</li> <li><input type="checkbox"/> Coeficientes de reflexión, absorción y transmisión.</li> <li><input type="checkbox"/> Absorción total y promedio de superficies y recintos.</li> </ul> <p>Tema 4: Propagación acústica en 3 dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ecuación de ondas tridimensional.</li> <li><input type="checkbox"/> Soluciones armónicas. Ecuación de Helmholtz 3D.</li> </ul> <p>5. Resolución numérica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Formulaciones variacionales.</li> <li><input type="checkbox"/> Resolución numérica con elementos finitos de algunos problemas de la acústica.</li> <li><input type="checkbox"/> Resolución numérica del problema de Helmholtz en dominios no acotados.</li> </ul>			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.

C6 Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

---

---

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B2 B4 B5 C1 C2 C5 C6

---

---

**Contidos**

Topic

---

---

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

---

**Metodoloxía docente**

Description

---

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

---

---

**Recomendacións**

**IDENTIFYING DATA****Mathematical Models for the Environment**

Subject	Mathematical Models for the Environment			
Code	V05M135V01205			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1st	2nd
Teaching language	Spanish			
Department				
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Busto Ulloa, Saray Durany Castrillo, José Rodríguez Seijo, José Manuel			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/5.%20Modelos%20matematicos%20en%20medio%20ambiente.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/5.%20Modelos%20matematicos%20en%20medio%20ambiente.pdf</a>			
General description	This course is focused on the mathematical modelling of environmental processes, including species dynamics and pollution models.			

**Training and Learning Results**

Code	
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	(*)Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C4	(*)Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C7	(*)Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

**Expected results from this subject**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Know the distinct mathematical models for environmental problems.	C1
Achieve formulate any concrete real problems how problems of control.	C7
Apply correctly the methods to resolve several examples.	C4
	C4
Making decisions: having to decide the method to use more convenient to resolve the problem like this as the suitable tools, inside the possible ones, for his presentation.	
Use of computers: as a tool of indispensable use to realize the numerical calculations correspondents to the models that study in the subject.	C4
Orientation to the attainment: developing and cultivating the enthusiasm when having achieved the full resolution of the entrusted problems.	B5

**Contents**

Topic	
1. Introduction.	1.1. Role and stages of mathematical modeling. 1.2. Mathematical modeling. 1.3. Numerical simulation. 1.4. Types of models.
2. First steps: modeling of biological populations.	2.1. Models of single species dynamics. 2.2. Models of two species dynamics (competition, mutualism, commensalism, predator-prey, migration...) 2.3. Age-Structured Models of Population Dynamics.

3. Geophysical flows.	3.1. Introduction. 3.2. Transport-diffusion models. 3.3. Shallow water models. 3.4. Adsorption and sedimentation. 3.5. Dispersive flows models. 3.6. Unidimensional models for rivers and channels. 3.7. Pollution. 3.8. GPR model.
4. Transport and diffusion models. Pollution.	4.1. Transport and diffusion. 4.2. Phenomena involved in the study of pollution. 4.3. Some problems of control of the spread of contamination.
5. Models for shallow waters: the Saint-Venant equations.	5.1. Gravitational flow with free surface. 5.2. Shallow water equations. 5.3. Erosion and sedimentation.
6. Water pollution.	6.1. Adsorption and absorption. 6.2. Simplified pollution models.
7. Alternative models for shallow waters.	7.1. Models for dispersive flows. 7.2. Multilayer models.
8. Other models with applications in the environment.	8.1. Models for subsurface waters. Richards equation. 8.2. GPR model for continuum mechanics.

### Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Lecturing	45	90	135
Problem solving	3	6	9
Problem and/or exercise solving	1	2	3
Essay questions exam	1	2	3

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Methodologies

	Description
Lecturing	Presentation of the main theoretical contents of the subject.
Problem solving	Solution of problems and brief introduction to further methods extending the content of lectures from a practical point of view. Small exercises will be proposed to the students aiming at applying the knowledge acquired.

### Personalized assistance

#### Methodologies Description

Lecturing	The professor will personally attend the doubts and queries of the students both online (videoconference system and moodle) or onsite (during lessons or tutorials).
Problem solving	The professor will personally attend the doubts and queries of the students both online (videoconference system and moodle) or onsite (during lessons or tutorials).

### Assessment

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Problem and/or exercise solving	Evaluated through:	50	C1
	a) Assistance and active participation at lessons.		C4
	b) Development of exercises to be proposed by the professor during lessons.		C7
Essay questions exam	Final examination of the subject.	50	C1 C4 C7

### Other comments on the Evaluation

### Sources of information

#### Basic Bibliography

C.R. Hadlock, **Mathematical modeling in the environment**, Mathematical Association of America, 1998  
N. Hritonenko & Y. Yatsenko, **Mathematical modeling in economics, ecology and the environment**, Kluwer Academic Publishers, 2013

J. Pedlosky, **Geophysical fluid dynamics**, Springer Verlag, 1987

---

**Complementary Bibliography**

S.C. Chapra, **Surface water-quality modelling**, WCB/McGraw Hill, 1997

P.L. Lions, **Mathematical topics in fluid mechanics. Vol. 2: Compressible models**, Clarendon Press, 2013

G.I. Marchuk, **Mathematical models in environmental problems**, North-Holland, 1986

J.C. Nihoul, **Modelling of marine systems**, Elsevier, 1975

L. Tartar, **An introduction to Navier-Stokes equation and oceanography**, Springer Verlag, 2006

R.K. Zeytounian, **Meteorological fluid dynamics**, Springer Verlag, 1991

---

**Recommendations**

**Subjects that continue the syllabus**

Professional Software in Environment/V05M135V01216

---

**Subjects that are recommended to be taken simultaneously**

Advances in Finite Volumes/V05M135V01219

---

**Subjects that it is recommended to have taken before**

Partial Differential Equations/V05M135V01103

Mechanics of Continuous Media/V05M135V01105

Optimisation and Control/V05M135V01106

---

**Other comments**

It is recommended:

1. Assistance and active participation at lessons.
  2. Weekly study.
-

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Modelos Matemáticos en Finanzas</b>				
Subject	Modelos Matemáticos en Finanzas			
Code	V05M135V01206			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Vázquez Cendón, Carlos			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/6.%20Modelos%20matematicos%20en%20finanzas.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/MBasica/6.%20Modelos%20matematicos%20en%20finanzas.pdf</a>			
General description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mercados financieros y productos financieros derivados.</li> <li>2. Valor actualizado de productos sin riesgo.</li> <li>3. Modelos de precios de activos con riesgo.</li> <li>4. Técnica de cobertura dinámica y modelos de Black-Scholes.</li> <li>5. Modelos Black-Scholes para opciones y bonos con un factor estocástico</li> <li>6. Modelos Black-Scholes para opciones y bonos con dos factores estocásticos</li> <li>7. Calculo de riesgos financieros: riesgo de valoración y de contraparte: Definiciones, metodología y uso.</li> </ol>			

### **Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

### **Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B2 B4 B5 C1 C2 C5 C6

### **Contidos**

Topic	
-------	--

---

**Planificación**

---

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

---

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

---

**Metodología docente**

---

Description

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendaciones**

---



<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Método de Perturbaciones</b>				
Subject	Método de Perturbaciones			
Code	V05M135V01207			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Carretero, Manuel Durany Castrillo, José López Bonilla, Luis Sánchez Villaseñor, Eduardo			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MPerturbaciones/Metodo%20de%20perturbaciones.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MPerturbaciones/Metodo%20de%20perturbaciones.pdf</a>			
General description	<input type="checkbox"/> Nociones básicas de Análisis Asintótico. <input type="checkbox"/> Aproximación de integrales. <input type="checkbox"/> La condición de resolubilidad de un problema lineal no homogéneo. <input type="checkbox"/> Problemas de autovalores. <input type="checkbox"/> Método de Poincaré-Linstedt. <input type="checkbox"/> Scaling de problemas de perturbaciones singulares. <input type="checkbox"/> Capa límite y principio de acoplamiento asintótico. <input type="checkbox"/> Método de desarrollos asintóticos acoplados. <input type="checkbox"/> Método de las escalas múltiples. <input type="checkbox"/> Método de Chapman-Enskog.			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos
C7	Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B5 C2 C3 C6 C7

<b>Contidos</b>
Topic

<b>Planificación</b>			
	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

<b>Metodoloxía docente</b>
Description

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Análise Variacional de Ecuación en Derivadas Parciais**

Subject	Análise Variacional de Ecuación en Derivadas Parciais			
Code	V05M135V01211			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	3	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Muñoz Sola, Rafael			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MaAplicada/1.%20Análisis%20Variacional%20de%20EDPs.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MaAplicada/1.%20Análisis%20Variacional%20de%20EDPs.pdf</a>			
General description	Preténdese presentar os fundamentos das inecuacións variacionais, os problemas de autovalores (no contexto de problemas de contorno elípticos) e a teoría variacional sobre ecuacións en derivadas parciais parabólicas lineares así como unha introdución á teoría variacional para ecuacións hiperbólicas lineares de orde dous en tempo. Preténdese tamén ilustrar cada parte coas súas aplicacións máis importantes.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 B4 B5 C3 C5 C6

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

---

---

**Atención personalizada**

---

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

---

---

---

**Recomendacións**

---

<b>IDENTIFYING DATA</b>			
<b>Software Profesional en Mecánica de Fluidos</b>			
Subject	Software Profesional en Mecánica de Fluidos		
Code	V05M135V01212		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	6	Optional	1
Teaching language	Quadmester 2c		
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Ferrín González, José Luis		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/5.Software%20profesional%20en%20mecanica%20de%20fluidos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/5.Software%20profesional%20en%20mecanica%20de%20fluidos.pdf</a>		
General description	El objetivo del curso es el aprendizaje de un paquete comercial de Mecánica de Fluidos Computacional (CFD). En concreto, el software elegido es Fluent de la compañía ANSYS. No solo se pretende aprender el manejo del paquete a un nivel de usuario, sino también profundizar en los métodos numéricos empleados en la resolución de las distintas ecuaciones que componen el modelo.		

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C8	Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B4 C4 C5 C8 C9

<b>Contidos</b>
Topic

<b>Planificación</b>			
	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

<b>Metodoloxía docente</b>
Description

<b>Atención personalizada</b>

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Professional Software in Solid Mechanics</b>				
Subject	Professional Software in Solid Mechanics			
Code	V05M135V01213			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1st	2nd
Teaching language	Spanish			
Department				
Coordinator	Fernández García, José Ramón			
Lecturers	Fernández García, José Ramón Quintela Estévez, Peregrina			
E-mail	jose.fernandez@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/7.Software%20profesional%20en%20solidos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/7.Software%20profesional%20en%20solidos.pdf</a>			
General description	<p>(*)Realizarse a simulación numérica de diversos exemplos *benchmark de aplicacións na industria e en Enxeñaría Civil. As prácticas da materia farán un percorrido de aplicacións en elasticidade lineal e non lineal. En particular, incluirán:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elasticidade lineal *estacionaria e evolutiva. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Modelos de elasticidade 3D</li> <li>*b. Modelos 2D de deformacións planas e de tensións planas.</li> <li>*c. Modelos 2D de placas e láminas.</li> <li>d. Modelos 2D para comportamentos *axialmente simétricos.</li> <li>e. Modelos 1D de Vigas.</li> <li>*f. Modelos *multidimensionales.</li> <li>*g. Cálculo de frecuencias e modos propios de vibración.</li> <li>*h. *Termoelasticidad lineal.</li> <li>*i. *Anisotropía.</li> </ol> </li> <li>2. Elasticidade non lineal <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Materiais non lineais: materiais *elastoplásticos, Leis de *fluencia de *von Mises e *Tresca. Criterio de *Hill.</li> <li>*b. Endurecemento *isótropo e *cinemático.</li> <li>*c. Problemas de contacto. Contacto con sólido ríxido ou con sólido *deformable. Contacto entre dous corpos.</li> <li>d. Axuste de non *linealidades.</li> </ol> </li> </ol>			

<b>Training and Learning Results</b>	
Code	

<b>Expected results from this subject</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
New	

<b>Contents</b>	
Topic	

(\*)Se realizará la simulación numérica de diversos ejemplos benchmark de aplicaciones en la industria y en Ingeniería Civil. Las prácticas de la materia harán un recorrido de aplicaciones en elasticidad lineal y no lineal. En particular, incluirán:

1. Elasticidad lineal estacionaria y evolutiva.
  - a. Modelos de elasticidad 3D
  - b. Modelos 2D de deformaciones planas y de tensiones planas.
  - c. Modelos 2D de placas y láminas.
  - d. Modelos 2D para comportamientos axialmente simétricos.
  - e. Modelos 1D de Vigas.
  - f. Modelos multidimensionales.
  - g. Cálculo de frecuencias y modos propios de vibración.
  - h. Termoelasticidad lineal.
  - i. Anisotropía.

2. Elasticidad no lineal
  - a. Materiales no lineales: materiales elastoplásticos, Leyes de fluencia de von Mises y Tresca. Criterio de Hill.
  - b. Endurecimiento isótropo y cinemático.
  - c. Problemas de contacto. Contacto con sólido rígido o con sólido deformable.  
Software Profesional en Mecánica de Sólidos.  
Contacto entre dos cuerpos.
  - d. Acoplamiento de no linealidades.

### Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Portfolio/dossier	0	0	0

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Methodologies

Description
Portfolio/dossier

### Personalized assistance

### Assessment

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

### Other comments on the Evaluation

### Sources of information

#### Basic Bibliography

#### Complementary Bibliography

### Recommendations



**IDENTIFYING DATA****Software Profesional en Electromagnetismo**

Subject	Software Profesional en Electromagnetismo		
Code	V05M135V01214		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	6	Optional	1
Teaching language	Castellano		
Department	Dpto. Externo Teoría de la señal y comunicaciones		
Coordinator	Lorenzo Rodríguez, María Edita de		
Lecturers	Gómez Pedreira, María Dolores Lorenzo Rodríguez, María Edita de Salgado Rodríguez, María del Pilar		
E-mail	edita.delorenzo@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/3.Software%20profesional%20en%20electromagnetismo.pdf">http://https://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/3.Software%20profesional%20en%20electromagnetismo.pdf</a>		
General description	Descripción de los paquetes FLUX2D y FEKO para la resolución numérica de problemas industriales en el campo del electromagnetismo. Estudio de los métodos numéricos empleados por los citados paquetes comerciales.		

**Resultados de Formación y Aprendizaje**

Code

**Resultados previstos en la materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
------------------------------------	-------------------------------

**Contenidos**

Topic	
Tema1: Introducción al método de elementos finitos en electromagnetismo.	a. Diferentes formulaciones de los modelos el ectromagnéticos en dos y tres dimensiones. b. Elementos finitos de Lagrange y elementos finitos de arista.
Tema 2: Descripción del paquete FLUX2D.	a. Presentación y descripción del software. b. Utilización del paquete para resolver diferentes problemas de electromagnetismo: electrostática, corriente continua, magnetostática, corriente alterna, ...
Tema 3: Descripción del paquete FEKO de cálculo electromagnético.	a. Presentación del software. b. Descripción de los diferentes métodos de resolución del software. c. Utilización del paquete de software en el análisis de antenas y sistemas radiantes con diferentes características y utilizando diferentes métodos de análisis.

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Actividades introductorias	3	0	3
Prácticas con apoyo de las TIC	36	90	126
Examen de preguntas objetivas	3	18	21

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodologías**

	Description
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la asignatura.
Prácticas con apoyo de las TIC	Actividades de aplicación de conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio, que se realizan en aulas de informática.

**Atención personalizada**

Methodologies	Description
---------------	-------------

Prácticas con apoyo de las TIC En el horario de tutorías, el profesorado atenderá las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio de la materia.

<b>Evaluación</b>			
	Description	Qualification	Training and Learning Results
Prácticas con apoyo de las TIC	El/la estudiante debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el profesor.	40	
Examen de preguntas objetivas	Pruebas que evalúan el conocimiento que incluye preguntas cerradas.	60	

#### **Other comments on the Evaluation**

#### **CRITERIOS PARA LA 1ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN**

La evaluación de los alumnos estará basada en el seguimiento de las sesiones prácticas y en la entrega de los ejercicios propuestos en los distintos bloques de la materia. Estos ejercicios deberán defenderse de modo individual en la fecha oficial asignada para la evaluación de la materia. Esta defensa es requisito indispensable para poder superar la materia.

En los ejercicios propuestos al estudiante se le planteará un problema que tendrá que resolver numéricamente con las herramientas de software representadas en la materia. Para ello deberá, en primer lugar, determinar el modelo matemático adecuado al problema planteado y explicar razonadamente el motivo de dicha elección. Además, deberá desarrollar las ecuaciones del modelo seleccionado indicando las incógnitas que se utilizarán en la aproximación numérica del mismo. Con ello se validarían las competencias CG1, CE4 y CS1. A continuación, resolverá numéricamente el problema haciendo uso de los paquetes comerciales explicados en la materia y elaborará un informe crítico de los resultados obtenidos en las distintas cuestiones que se formulen, que luego deberá defender. Esto permitirá, además de evaluar sus conocimientos, valorar el grado de desarrollo alcanzado en las competencias CG4, CE5 y CS2.

La nota final numérica se calculará teniendo en cuenta que la parte de FEKO tendrá un peso de 1/3 y la parte de Flux2D un peso de 2/3.

Concretamente, se define:

$$M = 1/3 * CAL\_FEKO + 2/3 * CAL\_Flux2D$$

donde:

**CAL\_FEKO:** Calificación numérica de la parte de FEKO

**CAL\_FLUX2D:** Calificación numérica de la parte de FLUX2D

Para superar la materia será necesario alcanzar un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada una de las partes. La calificación que figurará en el acta de la materia dependerá de si se supera o no el mínimo de 4 puntos exigido en cada parte. Así:

nota acta = M, si supera el mínimo exigido en cada parte

nota acta = mínimo(M, 4), si no supera el mínimo exigido en alguna de las partes.

#### **CRITERIOS PARA LA 2ª OPORTUNIDAD DE EVALUACIÓN:**

Se realizará un examen teórico-práctico incluyendo los contenidos de cada parte de la materia.

La nota final numérica se calculará teniendo en cuenta las mismas proporciones y criterios que en la primera oportunidad. Es decir:

$$M = 1/3 * CAL\_FEKO + 2/3 * CAL\_Flux2D$$

donde:

**CAL\_FEKO:** Calificación numérica de la parte de FEKO

**CAL\_FLUX2D:** Calificación numérica de la parte de FLUX2D

Parasuperar la materia será necesario alcanzar un mínimo de 4 puntos sobre 10 encada una de las partes. La calificación que figurará en el acta de la materia dependerá de si se supera o no el mínimo de 4 puntos exigido en cada parte. Así:

nota acta = M, si supera el mínimo exigido encada parte

nota acta = mínimo(M, 4), si no supera el mínimo exigido en alguna de las partes.

Los alumnos que repitan curso serán evaluados con el mismo sistema que los no repetidores

Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la Normativa de evaluación de rendimiento académico de los estudiantes y de revisión de calificaciones.

---

### Fuentes de información

#### Basic Bibliography

FLUX2D User's guide.,

User Manual for FEKO.,

C.A. Balanis, **Antenna Theory: Analysis and Design.**, Wiley, 2016

A. Bermúdez, D. Gómez, P. Salgado, **Mathematical models and numerical simulation in electromagnetism**, Springer, 2014

#### Complementary Bibliography

A. Bossavit, **Computational electromagnetism. Variational Formulations, Complementarity, Edge Elements**, Academic Press, 1998

D. Popovic, **Introductory Engineering Electromagnetics**, Addison Wesley, 1971

B. Reece and T. W. Preston, **Finite Elements Methods in Electrical Power Engineering**, Oxford University Press, 2000

P.P. Silvester and R.L. Ferrari, **Finite Elements for Electrical Engineers**, Cambridge University Press, 1996

---

### Recomendaciones

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Electromagnetismo y Óptica/V05M135V01203

**IDENTIFYING DATA****Professional Software in Acoustics**

Subject	Professional Software in Acoustics			
Code	V05M135V01215			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1st	2nd
Teaching language	Spanish			
Department				
Coordinator	Sobreira Seoane, Manuel Ángel			
Lecturers	García Lomba, Guillermo Recondo Estévez, Sara Sobreira Seoane, Manuel Ángel			
E-mail	msobre@gts.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/2.Software%20profesional%20n%20acustica.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/2.Software%20profesional%20n%20acustica.pdf</a>			
General description	(*)Pretendese que o estudante se familiarice cos distintos paquetes de software para a simulación e resolución numérica de problemas acústicos, intentando que se mantenga un paralelismo entre este curso e el de modelización acústica.			

**Training and Learning Results**

Code	
C4	(*)Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	(*)Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C8	(*)Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.
C9	(*)Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Expected results from this subject**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Basic:	C4
CG2: Be able to apply the acquired knowledge and abilities to solve problems in new or unfamiliar environments within broader contexts, including the ability to integrate multidisciplinary R & D in the business environment;	C5 C8 C9
CG4: To have the ability to communicate the findings to specialist and non-specialist audiences in a clear and unambiguous way.	
CG5: To have the appropriate learning skills to enable them to continue studying in a way that will be largely self-directed or autonomous, and also to be able to successfully undertake doctoral studies.	
Specific:	
CE4: Being able to select a set of numerical techniques, languages and tools, appropriate to solve a mathematical model.	
Numerical Simulation specialization:	
CS2: To adapt, modify and implement software tools for numerical simulation.	

**Contents**

Topic	
Subject 1: : numerical Methods in acoustics applied to one-dimensional problems	1.1. Introduction Numpy and Scipy libraries in Python 1.2. Approximation of Helmholtz equation: finite differences, finite elements and spectral methods 1.3. Behavior of the error in problems of propagation of waves: phase shift, error of dispersion and numerical pollution 1.4. Propagation of plane waves in multilayer media: transfer matrix method

Subject 2: Method of finite elements (*FEM) in acoustics	2.1. Introduction to the FEniCS library in Python 2.2. Vibrations in structures: coupling between a compressible fluid and a elastic solid. 2.3. Dissipation of noise: coupled problem - compressible fluid and porous layer 2.4. Transmission of vibrations: compressible fluids in presence of wall impedance, porous veils and thin plates 2.5. Approximation by means of finite elements of unbounded problems: absorbent conditions and perfectly matched layers (PML)
Subject 3: Applications FEM/BEM to the resolution of acoustic problems.	3.1 Modelling with OpenBEM of cavities and rooms in 2D and 3D. 3.2 Modelling problems of radiation. 3.3 Design of acoustic barriers by means of BEM. 3.4 Modelling acoustic problems with COMSOL Multiphysics.

### Planning

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Mentored work	24	24	48
Mentored work	0	57	57
Lecturing	15	30	45

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Methodologies

	Description
Mentored work	Development of basic practical cases, guided by the teacher to learn the fundamentals of the software.
Mentored work	Practical works on the application of the software and numerical methods in acoustic problems.
Lecturing	Brief masterclasses at the beginning of each session, covering the fundamental aspects of the methods and the software to apply in each case.

### Personalized assistance

Methodologies	Description
Mentored work	Development of projects under the individual supervision of the teacher.

### Assessment

	Description	Qualification	Training and Learning Results
Mentored work	Assesment will be carried out through the resolution of practical works. Up to six practical mentored works will be carried out. Problems related to sound diffraction, radiation (loudspeakers design), resonances in cavities, among others, will be solved using B.E.M and F.E.M. Different software platforms will be used, as COMSOL, OpenBEM, Python and FEniCS.	100	C4 C5 C8 C9

### Other comments on the Evaluation

#### Sources of information

##### Basic Bibliography

##### Complementary Bibliography

D.T. Blackstock, **Fundamentals of Physical Acoustics**, John Wiley and Sons, 2000

G.C. Cohen, **Higher-order numerical methods for transient wave equations.**, Springer, 2002

**COMSOL Acoustics module. User's Guide and Model Library.**,

F. Ihlenburg, **Finite Element Analysis of Acoustic Scattering.**, Springer, 2013

Peter M. Juhl, **The Boundaty Element Method for Sound Field Calculations**,

Anders Logg, Kent-Andre Mardal, Garth Wells, **Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method. The FEniCS Book.**, Springer, 2012

### Recommendations

#### Subjects that it is recommended to have taken before

Acoustics/V05M135V01204

**IDENTIFYING DATA****Software Profesional en Medio Ambiente**

Subject	Software Profesional en Medio Ambiente		
Code	V05M135V01216		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	6	Optional	1
Teaching language	Castelán		Quadmester
	Galego		2c
Department	Departamento do Centro Universitario da Defensa da Escola Naval Militar de Marín Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Fernández Fernández, Francisco Javier Rodríguez Iglesias, Carmen		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/6.Software%20profesional%20en%20medio%20ambiente.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/6.Software%20profesional%20en%20medio%20ambiente.pdf</a>		
General description	<p>I) Software MIKE21</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Introducción: marco de trabajo.</li> <li><input type="checkbox"/> Generalidades.</li> <li><input type="checkbox"/> Módulo HD (modelo hidrodinámico bidimensional de las aguas poco profundas).</li> <li><input type="checkbox"/> Incorporación de datos observados: batimetrías, datos de marea, viento, etc.</li> <li><input type="checkbox"/> Visualización e extracción de resultados.</li> <li><input type="checkbox"/> Módulo AD (modelo de transporte bidimensional advección/dispersión).</li> <li><input type="checkbox"/> Módulo ECO Lab (modelos de calidad de aguas)</li> </ul> <p>II) Introducción a la metodología de resolución y control de problemas medioambientales con FreeFem++</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Planteamiento de algunos problemas relacionados con el medioambiente</li> <li><input type="checkbox"/> Resolución numérica de los mismos con FreeFem++</li> </ul> <p>II I) Introducción al software AERMOD de dispersión atmosférica</p>		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C8	Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Coñecer as principais ferramentas de software profesional nun campo de aplicación no ámbito da Enxeñaría e as Ciencias Aplicadas	B1 B4 C4 C5 C8 C9
Saber utilizar de modo eficiente as principais ferramentas de software profesional no devandito campo de aplicación	B1 B4 C4 C5 C8 C9
Validación de modelos numéricos implementados en software profesional de simulación numérica	B1 B4 C4 C5 C8 C9

### Contidos

Topic	
Software *MIKE21	1.- Introducción ao programa comercial MIKE21 2.- Xeneralidades. 3.- Modulo HD (modelo hidrodinámico bidimensional de augas pouco profundas). 4.- Incorporación de datos observados (batimetrías, datos de marea, vento, etc.) 5.- Visualización e extracción de resultados. 6.- Modulo AD (modelo de transporte bidimensional advectivo/dispersivo). 7.- Módulo ECO Lab (modelos de calidade de augas). 8.- Introducción ao módulo ST (transporte de sedimentos non cohesivos). 9.- Introducción ao módulo MT (transporte de sedimentos cohesivos).
Introdución ao software AERMOD de dispersión atmosférica.	1.- Introducción ao programa AERMOD 2.- Xeneralidades 3.- Resolución dun modelo simple
Introdución á metodoloxía de resolución de problemas medioambientais con FreeFem++	1.- Formulación dun problema medioambiental. 2.- Análise da resolución numérica do mesmo. 3.- Introducción ao software FreeFem++ 4.- Resolución numérica do problema exposto con FreeFem++

### Planificación

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Prácticas con apoio das TIC	42	84	126
Práctica de laboratorio	3	12	15
Traballo	2	7	9

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Metodoloxía docente

	Description
Prácticas con apoio das TIC	As clases impartiranse necesariamente nunha aula de informática. Nelas o profesorado exporá os tipos de problemas que se pretenden resolver, mostrará os modelos matemáticos correspondentes e sinalará os elementos que considere importantes relacionados cos devanditos modelos e coa resolución numérica dos mesmos. Dirixirá ao alumnado no manexo do software, co que se realizarán simulacións numéricas sobre problemas concretos. Cada estudante realizará as tarefas que se establezan nas clases de maneira individual. O profesorado atenderá as cuestións presentadas polos alumnos e levará un seguimento dos traballos realizados por cada un dos alumnos.

### Atención personalizada

Methodologies	Description
---------------	-------------

Prácticas con apoio das TIC O profesor atenderá de forma personalizada o alumnado durante a realización das prácticas en aulas de informática

<b>Tests</b>	<b>Description</b>
Práctica de laboratorio	O profesor atenderá de forma personalizada o alumnado durante as probas prácticas de execución de tarefas reais e/ou simuladas
Traballo	O profesor atenderá de forma personalizada o alumnado durante a realización de traballos e proxectos

<b>Avaliación</b>				
	Description	Qualification	Training and Learning Results	
Práctica de laboratorio	Realizarase unha proba individual diante do computador na que o alumno deberá resolver un problema medioambiental empregando as ferramentas explicadas durante o curso	70	B1 B4	C4 C5 C8 C9
Traballo	O alumno deberá realizar un traballo no que se lle pedirá que resolva unha serie de problemas medioambientais coa axuda de FreeFem++	30	B1 B4	C4 C5 C8 C9

#### **Other comments on the Evaluation**

#### **Bibliografía. Fontes de información**

##### **Basic Bibliography**

##### **Complementary Bibliography**

Bruce Turner, Richard H. Schulze, **Practical Guide to Atmospheric Dispersion Modeling**, Trinity Consultants, Inc., 2007

Diaz, J. I., **The Mathematics of Models for Climatology and Environment**, Nato ASI Series, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg., 1997

Fernandez, Francisco J., **Algunos problemas de control en procesos de eutrofización**, Tesis Dpto. Matematica Aplicada. USC, 2008

García Chan, Nestor, **Diferentes estrategias para el analisis y resolucion numerica de problemas de gestion medioambiental en zonas costeras**, Tesis Dpto. Matematica Aplicada. USC, 2009

Partheniades, Emmanuel, **Cohesive sediments in open channels**, Elsevier, 2009

Vazquez Mendez, Miguel E., **Analisis y control optimo de problemas relacionados con la dispersion de contaminantes**, Tesis Dpto. Matematica Aplicada. USC, 1999

Hervouet, Jean-Michel, **Hydrodynamics of free surface flows**, John Wiley & Sons, 2007

Kundu, Pijush K., **Fluid Mechanics**, Academia Press, 1990

Samallo Celorio, Maria Luisa, **Desarrollo e integracion de modelos numericos de calidad del agua en un sistema de informacion geografica**, Tesis Dpto. de Ciencias y Tecnicas del agua y del, 2011

Stoker, J. J., **Water Waves**, Interscience, New York, 1957

Zhen-Gang Ji, **Hidrodinamics and water quality. Modeling rivers, lakes and estuaries**, John Wiley & Sons, 2008

Winterwerp, Johan C.-Van Kesteren, Walther G. M., **Introduction to the physics of cohesive sediment in the marine environment**, Elsevier, 2004

#### **Recomendacións**

##### **Subjects that continue the syllabus**

Modelos Matemáticos en Medio Ambiente/V05M135V01205

##### **Subjects that it is recommended to have taken before**

Métodos Numéricos para Ecuacións en Derivadas Parciais/V05M135V01104

Optimización e Control/V05M135V01106



**IDENTIFYING DATA****Software Profesional en Finanzas**

Subject	Software Profesional en Finanzas		
Code	V05M135V01217		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	6	Optional	1
Teaching language			
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Calvo Garrido, María del Carmen Durany Castrillo, José Vázquez Cendón, Carlos		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/4.Software%20profesional%20en%20finanzas.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MESimNumerica/SoftProfenSimulacionNumerica/4.Software%20profesional%20en%20finanzas.pdf</a>		
General description	<ol style="list-style-type: none"> <li>Una panorámica de las herramientas de software profesional en finanzas</li> <li>Introducción a Excel orientado a su utilización en finanzas</li> <li>Herramientas específicas de Matlab en finanzas</li> <li>Interacción Excel <input type="checkbox"/> VBA <input type="checkbox"/> Matlab: Excel Link</li> <li>Elaboración de software de valoración financiera en Excel y Matlab</li> <li>Implementación en Excel del cálculo de riesgos de mercado y contraparte de una cartera de productos financieros</li> </ol>		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C8	Conocer, saber seleccionar y saber manejar las herramientas de software profesional (tanto comercial como libre) más adecuadas para la simulación de procesos en el sector industrial y empresarial.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	
Nova	B1 B4 C4 C5 C8 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Ampliación de Elementos Finitos**

Subject	Ampliación de Elementos Finitos		
Code	V05M135V01218		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	3	Optional	1
Teaching language			
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Viaño Rey, Juan Manuel		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/1.Ampliacion%20de%20elementos%20finitos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/1.Ampliacion%20de%20elementos%20finitos.pdf</a>		
General description	<p>Completar a formación dos alumnos no método de elementos finitos para ecuacións en derivadas parciais, abordando con certa profundidade os seguintes aspectos:</p> <p>i) Fundamentos teórico-prácticos dos elementos finitos de Lagrange para problemas de contorno en dimensión 2 e 3, incluíndo as bases para a súa programación nunha linguaxe de alto nivel.</p> <p>ii) Introducción a métodos de aproximación con elementos finitos noutros problemas: cuarta orde (Hermite), evolutivos e mixtos.</p>		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 B5 C4 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

**Atención personalizada****Avaliación**

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

**Other comments on the Evaluation**

---

**Bibliografía. Fontes de información**

**Basic Bibliography**

**Complementary Bibliography**

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Ampliación de Volumes Finitos**

Subject	Ampliación de Volumes Finitos		
Code	V05M135V01219		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	3	Optional	1
Teaching language			
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Vázquez Cendón, María Elena		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/2.%20Ampliacion%20de%20volumenes%20finitos.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/2.%20Ampliacion%20de%20volumenes%20finitos.pdf</a>		
General description	Que o/a estudante coñeza e saiba aplicar o método de volumes finitos en problemas matemáticos de interese medioambiental e industrial no contexto das leis de conservación hiperbólicas non lineais en unha e dichas dimensións. Os métodos propostos serán analizados e validados coas ferramentas de análise numérica e, en algúns exemplos, con datos experimentais nos talleres e prácticas propostas.		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 B5 C4 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

**Atención personalizada****Avaliación**

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información**

**Basic Bibliography**

**Complementary Bibliography**

**Recomendacións**

**IDENTIFYING DATA****Métodos de Elementos de Contorno**

Subject	Métodos de Elementos de Contorno			
Code	V05M135V01220			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	3	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José González Taboada, María			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/4.Metodos%20de%20elementos%20de%20contorno.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/CMetodosNumericos/4.Metodos%20de%20elementos%20de%20contorno.pdf</a>			
General description	<p>Tema 1: Métodos de elementos de contorno para resolver problemas de potencial.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas interiores y exteriores para la ecuación de Laplace.</li> <li>- Solución fundamental del laplaciano.</li> <li>- Fórmula de representación de una función armónica.</li> <li>- Deducción de las ecuaciones integrales sobre la frontera.</li> <li>- Métodos directos e indirectos. Análisis de las formulaciones variacionales.</li> <li>- Discretización. Estimaciones de error a priori.</li> <li>- Aspectos prácticos de la resolución numérica del problema discreto.</li> </ul> <p>Tema 2: Métodos de elementos de contorno en acústica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de contorno interiores y exteriores en acústica (régimen armónico).</li> <li>- Soluciones fundamentales.</li> <li>- Fórmula de representación de Green. Potenciales de capa simple y doble.</li> <li>- Ecuaciones integrales de frontera.</li> <li>- Métodos directos e indirectos. Discretización e implementación.</li> </ul>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar herramientas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B3 B5 C4 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---



**IDENTIFYING DATA****Redes de Computadores e Computación Distribuída**

Subject	Redes de Computadores e Computación Distribuída			
Code	V05M135V01221			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	3	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Cabaleiro Domínguez, José Carlos Durany Castrillo, José Rodríguez Presedo, Jesús María			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/4.Redes%20y%20computacion%20distribuida.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/MOptatividad/Computacion/4.Redes%20y%20computacion%20distribuida.pdf</a>			
General description	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentar os principios fundamentais das redes de computadores e Internet tanto desde o punto de vista software como hardware.</li> <li>2. Facilitar a programación de aplicacións de rede sinxelas usando os sockets TCP e UDP.</li> <li>3. Estudio dos diversos paradigmas para o desenrolo de aplicacións distribuídas.</li> <li>4. Estudio de ferramentas para o desenrolo de aplicacións distribuídas complexas.</li> </ol>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer conocimientos que aporten una base u oportunidade de ser orixinais en el desenvolvemento y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación, sabendo traducir necesidades industriais en termos de proxectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun sendo incompleta o limitada, incluya reflexiónes sobre las responsabilidades sociais y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
C4	Ser capaz de seleccionar un conxunto de técnicas numéricas, linguaxes y ferramentas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciónes, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C9	Saber adaptar, modificar e implementar ferramentas de software de simulación numérica.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 C4 C5 C9

**Contidos**

Topic
-------

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description
-------------

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendacións**

---

**IDENTIFYING DATA****Combustión**

Subject	Combustión			
Code	V05M135V01222			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Sánchez Sanz, Mario Vera Coello, Marcos			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/5.Combustion.pdf">http://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/5.Combustion.pdf</a>			

General description

1. Introducción
  - Perspectiva histórica
  - La ciencia de la combustión
  - Desarrollos futuros
2. Ecuaciones de conservación para flujos reactivos
  - Mezclas multicomponente
  - \* Fracciones másicas
  - \* Fracciones molares
  - \* Concentraciones molares
  - Ecuaciones de estado para mezclas de gases ideales
  - \* Ecuación térmica de estado
  - \* Ecuación calórica de estado
  - Transporte molecular en mezclas multicomponente
  - \* Velocidades de difusión
  - \* Transporte multicomponente
  - \* Simplificaciones usuales en problemas de combustión
  - Ecuaciones de conservación
  - \* Masa
  - \* Cantidad de movimiento
  - \* Especies
  - \* Energía
  - Escalas características y números adimensionales
3. Termoquímica
  - La hipótesis de combustión completa
  - \* Mezcla estequiométrica
  - \* Relación de equivalencia (o dosado relativo)
  - \* Composición de la mezcla de productos en combustión completa
  - + Combustión pobre
  - + Combustión rica
  - Temperatura adiabática de llama
  - \* Definición
  - \* Calor de combustión
  - \* Cálculo de la temperatura adiabática de llama
  - + cp Variable
  - + cp Constant
  - Combustión completa vs. combustión incompleta
  - \* Especies mayoritarias y minoritarias
  - Equilibrio químico en mezclas reactivas
  - \* La constante de equilibrio
  - \* Disociación de las especies mayoritarias
  - \* Efecto de la temperatura y la presión
4. Cinética de la combustión
  - Cinética química
  - \* Tipos de reacciones elementales
  - \* Mecanismos detallados y reducidos
  - \* Mecanismos de un solo paso
  - \* El límite de alta energía de activación
  - Ritmo de liberación de calor por reacción química
  - Hipótesis de estado estacionario
  - Hipótesis de equilibrio parcial
  - Ejemplos
  - \* Combustión de hidrógeno
  - \* Combustión de hidrocarburos
  - \* Análisis de Zeldovich para la producción de NOx
5. Combustión en sistemas de composición homogénea
  - Ecuaciones de conservación para sistemas de composición homogénea
  - Combustión adiabática en un reactor bien agitado. Soluciones estacionarias
  - \* El número de Damköhler
  - \* Ignición y extinción: La curva en forma de S
  - Teoría de Frank-Kamenetskii de explosiones térmicas en recintos cerrados
  - Explosiones de radicales
  - \* Límites de explosión en mezclas H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>
  - \* Límites de explosión en mezclas HC-O<sub>2</sub>
  - Ignición espontánea en una cámara de combustión de volumen variable
  - Otros procesos de ignición
6. Frentes reactivos: Detonaciones y deflagraciones
  - Relaciones de Rankine-Hugoniot
  - Detonaciones
  - \* Estructura ZND
  - \* Detonaciones "galopantes"
  - \* Estructura real de las detonaciones
  - Deflagraciones o llamas premezcladas
  - \* Estructura interna
  - \* Velocidad de propagación
  - + Variación con la presión y la relación de equivalencia
  - \* Energía mínima de encendido
  - \* Distancia de apagado
  - \* Límites de inflamabilidad
7. Llamas de difusión
  - Combustión no premezclada
  - Parámetros termoquímicos relevantes
  - El límite de reacción infinitamente rápida
  - Efectos de cinética finita
  - \* Llamas de difusión en contracorriente
  - \* Ignición y extinción: La curva en forma de S
  - Ejemplos
  - \* Llamas de difusión de chorro
  - \* Interacción de llamas con torbellinos
8. Evaporación y combustión de gotas y sprays
  - Evaporación de gotas
  - Combustión de gotas
  - Descripción homogeneizada de la combustión de sprays
9. Inestabilidades de la combustión
  - Estiramiento y curvatura de la llama
  - Inestabilidad termo-difusiva
  - Inestabilidad hidrodinámica
  - Inestabilidad termoacústica
10. Combustión turbulenta
  - Combustión turbulenta premezclada
  - \* Escalas características
  - \* Diagrama de regímenes
  - \* Velocidad de llama turbulenta
  - Combustión turbulenta no premezclada
  - \* Escalas características
  - \* Diagrama de regímenes
  - \* Llamas de difusión de chorro turbulentas

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject

Training and  
Learning Results**Contidos**

Topic

**Planificación**

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

**Atención personalizada****Avaliación**

Description

Qualification

Training and Learning Results

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información**

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

**Recomendacións**

<b>IDENTIFYING DATA</b>				
<b>Turbulencia</b>				
Subject	Turbulencia			
Code	V05M135V01223			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Sánchez Sanz, Mario			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/Turbulencia_guia_orientativa.pdf">http://https://www.m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/Turbulencia_guia_orientativa.pdf</a>			
General description	<p>Introducción</p> <p>2 Descripción estadística de la turbulencia</p> <p>2.1 Conceptos de estadística</p> <p>2.2 Las ecuaciones de Navier Stokes promediadas (Reynolds-averaged Navier Stokes)</p> <p>2.3 El problema del cierre</p> <p>3 Flujos de cortadura libre</p> <p>3.1 Capas de mezcla, chorros, estelas.</p> <p>4 Las escalas de los flujos turbulentos</p> <p>4.1 La cascada de energía</p> <p>5 Flujos de pared</p> <p>5.1 Canales, tuberías y capas límites.</p> <p>6 El modelado de la turbulencia: DNS, LES, RANS</p> <p>7 Introducción al modelado RANS</p> <p>7.1 Modelos de viscosidad turbulenta</p> <p>7.2 Modelos de esfuerzos de Reynolds</p> <p>8 Introducción al modelado LES</p>			

### Resultados de Formación e Aprendizaxe

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C7	Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

### Resultados previstos na materia

Expected results from this subject	Training and Learning Results
------------------------------------	-------------------------------

**Contidos**

## Topic

Introducción

2 Descripción estadística de la turbulencia

2.1 Conceptos de estadística

2.2 Las ecuaciones de Navier Stokes  
promediadas (Reynolds-averaged Navier Stokes)

2.3 El problema del cierre

3 Flujos de cortadura libre

3.1 Capas de mezcla, chorros, estelas.

4 Las escalas de los flujos turbulentos

4.1 La cascada de energía

5 Flujos de pared

5.1 Canales, tuberías y capas límites.

6 El modelado de la turbulencia: DNS, LES, RANS

7 Introducción al modelado RANS

7.1 Modelos de viscosidad turbulenta

7.2 Modelos de esfuerzos de Reynolds

8 Introducción al modelado LES

**Planificación**

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

**Atención personalizada****Avaliación**

Description

Qualification

Training and Learning Results

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información****Basic Bibliography****Complementary Bibliography****Recomendacións**

**IDENTIFYING DATA****Problemas Inversos e Reconstrucción de Imaxes**

Subject	Problemas Inversos e Reconstrucción de Imaxes		
Code	V05M135V01224		
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial		
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year
	6	Optional	1
Teaching language	Quadmester 2c		
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II		
Coordinator	Durany Castrillo, José		
Lecturers	Durany Castrillo, José Terragni, Filippo		
E-mail	duranypp@uvigo.es		
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAplicada/5.Problemas%20Inversos%20y%20Reconstruccion%20de%20Imagenes.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAplicada/5.Problemas%20Inversos%20y%20Reconstruccion%20de%20Imagenes.pdf</a>		
General description	<p>Introducción: problemas directos e inversos en la vida real.</p> <p>Problemas lineales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existencia y unicidad de la solución de un problema inverso. La solución generalizada del tipo Moore-Penrose.</li> <li>- Problemas bien y mal planteados. Concepto de Hadamard.</li> <li>- Regularización de problemas inversos. Regularización Tikhonov Phillips.</li> <li>- Técnicas de minimización L1.</li> </ul> <p>Problemas no lineales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Método del gradiente. El esquema adjunto.</li> <li>- Métodos de reconstrucción y de regularización usando conjuntos de nivel.</li> <li>- Ejemplos: Tomografía óptica difusa, reconstrucción de grietas, detección de isquemias.</li> </ul>		

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B3 B4 B5 C3 C5 C6

**Contidos**

Topic
-------



---

**Planificación**

---

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

---

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

---

---

**Metodología docente**

---

Description

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Description

Qualification

Training and Learning Results

---

**Other comments on the Evaluation**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Basic Bibliography****Complementary Bibliography**

---

---

**Recomendaciones**

---

**IDENTIFYING DATA****Diseño Óptimo Multidisciplinar**

Subject	Diseño Óptimo Multidisciplinar			
Code	V05M135V01225			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Perales Perales, José Manuel Velázquez López, Ángel			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAAvanzada/1.Dise%C3%B1o%20optimo%20multidisciplinar.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAAvanzada/1.Dise%C3%B1o%20optimo%20multidisciplinar.pdf</a>			
General description	<p>(*)1.- Introducción al diseño de sistemas de ingeniería: objetivos y disciplinas técnicas; modelización y simulación. Variables de diseño y parámetros. Restricciones requisitos/especificaciones. Ciclos de diseño.</p> <p>2. Diseño de experimentos y post-optimalidad. Mu estreo: factorial, central compuesto y aleatorio. Correlaciones, matriz de correlación, correlaciones lineales múltiples. Superficies de respuesta y modelos surrogados: mínimos cuadrados, interpolación (incluida Kriging), aproximaciones de baja dimensión. Análisis de post-optimalidad; robustez. Uso de las herramientas del entorno MatLab.</p> <p>3. Métodos de optimización de tipo gradiente. Optimización sin restricciones: Newton, casi-Newton y gradiente conjugado; descenso y regiones de confianza. Optimización con restricciones: multiplicadores de Lagrange y condiciones KKT. Resolución adaptativa del sistema Lagrange-KKT. Uso de las herramientas de optimización del entorno MatLab.</p> <p>4. Otros métodos. Programación lineal, simulated annealing, algoritmos genéticos, Particle Swarm, Simulating Annealing, redes neuronales. Métodos híbridos. Optimización mixta. Optimización multiobjetivo; frentes de Pareto; medias ponderadas; formulación en términos de las condiciones KKT. Uso de las herramientas de optimización del entorno MatLab.</p> <p>5. Formulaciones continuas vs. formulaciones discretas. Ideas básicas de cálculo de variaciones. Cálculo del gradiente, método del adjunto. Adjunto discreto y adjunto continuo; aplicación a las ecuaciones de Navier-Skokes. Diseño de forma y optimización topológica.</p> <p>6. Diseño multidisciplinar en varios campos. Motores Alternativos y Aerorreactores. Diseño aerodinámico. Diseño estructural. Optimización de Órbitas.</p>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C1	Alcanzar un conocimiento básico en un área de Ingeniería/Ciencias Aplicadas, como punto de partida para un adecuado modelado matemático, tanto en contextos bien establecidos como en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Expected results from this subject	Training and Learning Results
Nova	B1 B2 B4 B5 C1 C2 C5

<b>Contidos</b>
Topic

<b>Planificación</b>			
	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Description

<b>Atención personalizada</b>
-------------------------------

<b>Avaliación</b>		
Description	Qualification	Training and Learning Results

<b>Other comments on the Evaluation</b>
---

<b>Bibliografía. Fontes de información</b>	
	Basic Bibliography
	Complementary Bibliography

<b>Recomendacións</b>
-----------------------

**IDENTIFYING DATA****Modelización en Biomedicina**

Subject	Modelización en Biomedicina			
Code	V05M135V01226			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José López Bonilla, Luis Rodríguez Rodríguez, Francisco Javier Torrente Orihuela, Ester Aurora			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAAvanzada/3.Modelizacion%20en%20Biomedicina.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAAvanzada/3.Modelizacion%20en%20Biomedicina.pdf</a>			
General description	<p>(*)Migración de células epiteliales y aplicación a la Ingeniería tisular. Proliferación de células, factores de control. Medidas de velocidad y densidad de células en tejidos bidimensionales mediante técnicas de análisis de imágenes. Mecanismos del movimiento colectivo, quorum sensing. Modelos matemáticos. Resolución numérica: resultados, validación e interpretación. Validación de modelos usando resultados experimentales.</p> <p>Angiogénesis: formación de vasos sanguíneos inducida por factores de crecimiento. Diferenciación de células endoteliales: ramificación, extensión y anastomosis. Movimiento de capilares siguiendo gradientes de campos continuos: Quemotaxis y haptotaxis. Circulación sanguínea. Modelos estocásticos mediante procesos de nacimiento y muerte y ecuaciones diferenciales estocásticas. Resolución numérica. Leyes de grandes números y derivación de una descripción determinista por medio de ecuaciones en derivadas parciales. Resolución numérica. Modelos híbridos. Modelos de Potts celulares y métodos de Monte Carlo. Vascularización de la retina. Angiogénesis y vascularización postnatal en ratones, vascularización prenatal en primates. Retinopatía de la prematuridad. Modelos matemáticos. Resolución numérica.</p>			

**Resultados de Formación e Aprendizaje**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.
C6	Ser capaz de extraer, empleando diferentes técnicas analíticas, información tanto cualitativa como cuantitativa de los modelos
C7	Saber modelar elementos y sistemas complejos o en campos poco establecidos, que conduzcan a problemas bien planteados/formulados.

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
------------------------------------	-------------------------------

**Contidos**

Topic

**Planificación**

Class hours

Hours outside the  
classroom

Total hours

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

**Atención personalizada****Avaliación**

Description

Qualification

Training and Learning Results

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información**

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

**Recomendacións**

**IDENTIFYING DATA****Técnicas de modelado reducido**

Subject	Técnicas de modelado reducido			
Code	V05M135V01227			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	6	Optional	1	2c
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Durany Castrillo, José Rapún Banzo, Maria Luisa Terragni , Filippo Varas Mérida, Fernando Velázquez López, Ángel			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/6.TecnicasModeladoReducido.pdf">http://https://m2i.es/docs/modulos/EModelizacion/MAvanzada/6.TecnicasModeladoReducido.pdf</a>			
General description	Introducción al curso Modelos reducidos, clasificación y objetivos; aceleración de simulaciones. Modelos basados en proyección de los simuladores y modelos basados solamente en datos. Interpolación, descomposición ortogonal propia (POD) y descomposición en valores singulares (SVD). Modelos reducidos basados en la proyección del modelo físico. Modelos reducidos basados en la identificación de patrones espacio-temporales.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code

**Resultados previstos na materia**

Expected results from this subject	Training and Learning Results
------------------------------------	-------------------------------

**Contidos**

Topic

**Planificación**

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
--	-------------	-----------------------------	-------------

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

**Metodoloxía docente**

Description

**Atención personalizada****Avaliación**

Description	Qualification	Training and Learning Results
-------------	---------------	-------------------------------

**Other comments on the Evaluation****Bibliografía. Fontes de información****Basic Bibliography****Complementary Bibliography****Recomendacións**



**IDENTIFYING DATA****Trabajo Fin de Máster**

Subject	Trabajo Fin de Máster			
Code	V05M135V01301			
Study programme	Máster Universitario en Matemática Industrial			
Descriptors	ECTS Credits	Choose	Year	Quadmester
	30	Mandatory	2	An
Teaching language				
Department	Dpto. Externo Matemática aplicada II			
Coordinator	Durany Castrillo, José			
Lecturers	Arregui Álvarez, Íñigo Carretero, Manuel Durany Castrillo, José Fernández Manin, Generosa Ferrín González, José Luis García Lomba, Guillermo Varas Mérida, Fernando Vázquez Cendón, Carlos Vázquez Cendón, María Elena			
E-mail	duranypp@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://m2i.es/?seccion=modulos&amp;modulo=trabajo">http://https://m2i.es/?seccion=modulos&amp;modulo=trabajo</a>			
General description	El tema del Trabajo Fin de Máster será elegido entre las propuestas presentadas por las empresas colaboradoras del Máster y las ofertas presentadas por instructores del programa y avaladas por la Comisión Académica del Máster.  En el marco del desarrollo del Trabajo Fin de Máster (al margen del trabajo personal del estudiante tutorizado por un profesor del Máster), el estudiante deberá participar en algunas de las siguientes actividades:  Taller de problemas industriales (TPI) y semanas de modelización Modelling Weeks (MW) internacionales anualmente organizadas por el ECMI.  Seminarios de metodología de proyectos relativos a proyectos tanto en el marco general de la matemática industrial como en dominios específicos (como, por ejemplo, proyectos de desarrollo de software).			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Code	
B1	Poseer 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, sabiendo traducir necesidades industriales en términos de proyectos de I+D+i en el campo de la Matemática Industrial
B2	Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios, incluyendo la capacidad de integrarse en equipos multidisciplinares de I+D+i en el entorno empresarial
B3	Ser capaz de integrar conocimientos para enfrentarse a la formulación de juicios a partir de información que, aun siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos
B4	Saber comunicar las conclusiones, junto con los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
B5	Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, y poder emprender con éxito estudios de doctorado
C2	Modelar ingredientes específicos y realizar las simplificaciones adecuadas en el modelo que faciliten su tratamiento numérico, manteniendo el grado de precisión, de acuerdo con requisitos previamente establecidos.
C3	Determinar si un modelo de un proceso está bien planteado matemáticamente y bien formulado desde el punto de vista físico.
C4	Ser capaz de seleccionar un conjunto de técnicas numéricas, lenguajes y herramientas informáticas, adecuadas para resolver un modelo matemático.
C5	Ser capaz de validar e interpretar los resultados obtenidos, comparando con visualizaciones, medidas experimentales y/o requisitos funcionales del correspondiente sistema físico/de ingeniería.

**Resultados previstos na materia**



Expected results from this subject

Training and Learning Results

Nova

B1  
B2  
B3  
B4  
B5  
C2  
C3  
C4  
C5

### Contidos

Topic

(\*)El tema del Trabajo Fin de Máster será elegido entre las propuestas presentadas por las empresas colaboradoras del Máster (que serán objeto además de sesiones específicas de modelización matemática, tal y como se han descrito anteriormente) y las ofertas presentadas por instructores del programa y avaladas por la Comisión Académica del Máster.

### Planificación

	Class hours	Hours outside the classroom	Total hours
Cartafol/dossier	0	0	0

\*The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

### Metodología docente

Description

Cartafol/dossier

### Atención personalizada

### Avaliación

Description

Qualification

Training and Learning Results

### Other comments on the Evaluation

### Bibliografía. Fontes de información

Basic Bibliography

Complementary Bibliography

### Recomendacións