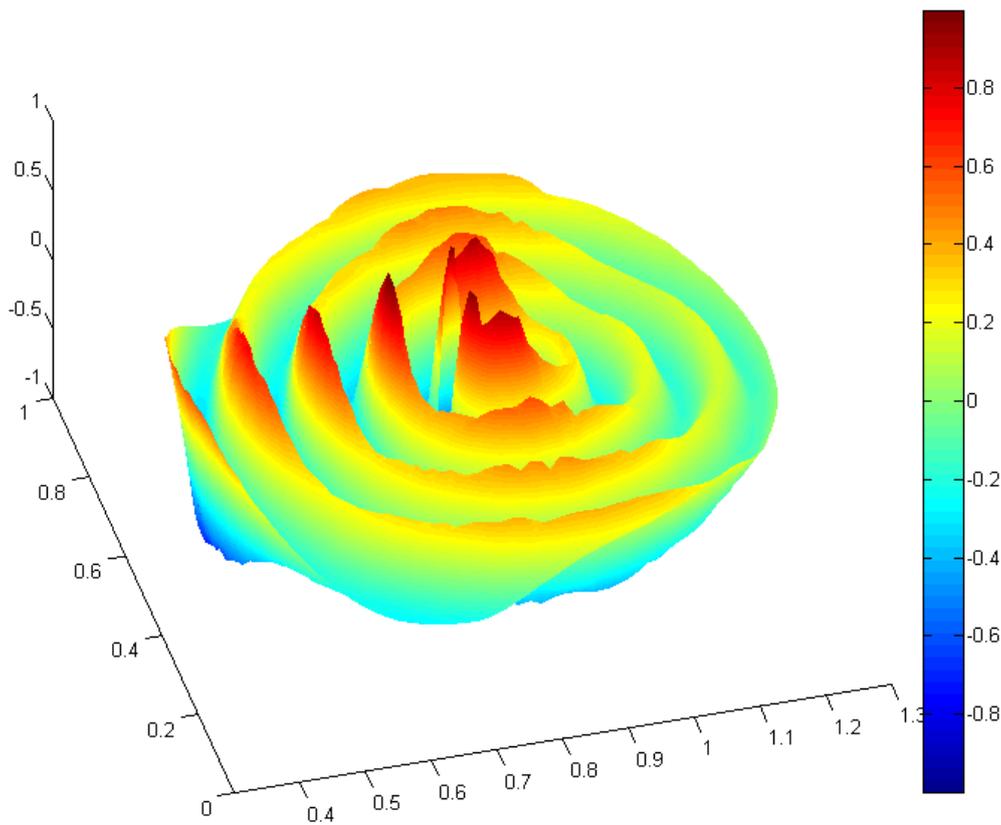




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



industriales  
etsii UPCT



# Guía docente de la asignatura

# Ampliación de Matemáticas

**Titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**



## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Ampliación de Matemáticas (Advanced Mathematics)				
<b>Materia*</b>	Ampliación de Matemáticas				
<b>Módulo*</b>	Ampliación de Materias Básicas				
<b>Código</b>	512102006				
<b>Titulación</b>	Graduado o Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales.				
<b>Plan de estudios</b>	2010 (Decreto nº 229/2010 de 30 de julio)				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	2	<b>Curso</b>	2
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180

\* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos:*

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Francisco Periago Esparza		
<b>Departamento</b>	Departamento de Matemática Aplicada y Estadística		
<b>Área de conocimiento</b>	Matemática Aplicada		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho B036. Planta baja. Antiguo Hospital de Marina.		
<b>Teléfono</b>	968 33 89 09	<b>Fax</b>	968 33 89 16
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:f.periago@upct.es">f.periago@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/mc3/en/dr-francisco-periago-esparza/">http://www.upct.es/mc3/en/dr-francisco-periago-esparza/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Se anunciará al comienzo del curso.		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho profesor.		

<b>Titulación</b>	Licenciado en Ciencias Matemáticas. Doctor en Ciencias Matemáticas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad (Tiempo Completo)
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1998
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Optimización y control de sistemas gobernados por ecuaciones en derivadas parciales.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	Cuantificación de la incertidumbre en problemas de control y diseño óptimos. Aplicaciones industriales

<b>Profesor responsable</b>	Jose Salvador Cánovas Peña		
<b>Departamento</b>	Departamento de Matemática Aplicada y Estadística		
<b>Área de conocimiento</b>	Matemática Aplicada		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho B012. Primera planta. Antiguo Hospital de Marina.		
<b>Teléfono</b>	968 33 89 04	<b>Fax</b>	968 32 64 93
<b>Correo electrónico</b>	Jose.Canovas@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.dmae.upct.es/~jose">http://www.dmae.upct.es/~jose</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Se anunciará al comienzo del curso.		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho profesor.		

<b>Titulación</b>	Licenciado en Ciencias Matemáticas. Doctor en Ciencias Matemáticas.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Catedrático de Universidad (Tiempo Completo)
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1996
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	4
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Sistemas dinámicos discretos y ecuaciones en diferencia
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La presente asignatura tiene por objetivo introducir al alumno en las matemáticas avanzadas que se presentan en la modelización de diversos fenómenos provenientes de las ciencias experimentales que tienen una importante aplicación en la ingeniería. Se pretende dar herramientas que permitan al alumno entender y obtener información de los modelos anteriormente mencionados.

Por otra parte, las técnicas de optimización y control óptimo son fundamentales para la resolución de problemas propios de esta titulación como la programación de actividades, la optimización de recursos en una empresa, el ahorro de energía y en particular de todos aquellos en los que se pretenda obtener la mejor solución de entre un conjunto de posibilidades según un criterio prefijado.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura es formativa, de carácter teórico-práctico, y pretende ser un soporte para el estudio de otras asignaturas del plan de estudios en el cual se aborde en modelado en tiempo continuo de fenómenos de las ciencias experimentales de aplicación al mundo de la ingeniería. Además, debemos destacar el carácter formativo de esta asignatura, en lo relativo al uso del razonamiento lógico-deductivo, lo que le permitirá un mejor enfoque de los problemas planteados y un rigor y orden a la hora de su resolución.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

El alumno debe tener un buen conocimiento de las asignaturas Matemáticas I y II del presente plan de estudios. También es recomendable el manejo a nivel de usuario del ordenador y conocimientos básicos de algún lenguaje de programación.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No tiene.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Seguimiento continuo de las clases presenciales, resolución de los problemas planteados para cada tema y asistencia a la tutorías.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E23 - Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería Industrial.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T3 - Aprender de forma autónoma.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Las competencias específicas y objetivos de aprendizaje que se desarrollarán con la asignatura, y que se indican a continuación, permitirán que el alumno al finalizar el curso sea capaz de:

[R1] Definir y calcular la transformada de Laplace de funciones reales y complejas y aplicar esta transformada para resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.

[R2] Definir y calcular la transformada de Fourier de funciones reales y complejas y aplicar esta transformada en problemas que incluyan ecuaciones diferenciales.

[R3] Definir y calcular los desarrollos en series de Fourier de funciones periódica y aplicar estos desarrollos a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales lineales de orden dos.

[R4] Definir y deducir la estabilidad de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales autónomos.

[R5] Definir y clasificar las ecuaciones en derivadas parciales lineales con coeficientes constantes clásicas y calcular su solución mediante el método de separación de variables.



[R6] Definir y resolver problemas de optimización no lineal con y sin restricciones mediante el método de los multiplicadores.

[R7] Identificar y solucionar problemas elementales de cálculo variacional.

[R8] Identificar y solucionar problemas elementales de control óptimo continuo.

[R9] Manipular un programa informático de cálculo matemático como ayuda para resolver algunos de los problemas de la asignatura.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Transformada de Laplace. Aplicaciones a las ecuaciones diferenciales lineales y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales. Estabilidad de ecuaciones diferenciales. Transformada de Fourier y ampliación de ecuaciones en derivadas parciales. Optimización no lineal. Métodos Variacionales. Problemas de Control Óptimo en tiempo Continuo y Discreto.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA 1: Transformadas Integrales y Ecuaciones diferenciales.

**[T1.1] Tema 1. Transformada de Laplace.** Funciones continuas a trozos. La transformada de Laplace. Propiedades de la transformada de Laplace. Transformada inversa de Laplace. Aplicaciones de la transformada de Laplace a ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de coeficientes constantes. Función de transferencia de un sistema.

**[T1.2] Tema 2: Series y transformada de Fourier.** Series de Fourier y convergencia. Series de Fourier de funciones pares e impares. Extensiones periódicas. La transformada de Fourier. Propiedades de la transformada de Fourier. Transformada de Fourier inversa.

**[T1.3] Tema 3: Estabilidad de ecuaciones diferenciales.** Estabilidad. Criterios de estabilidad de sistemas lineales. Puntos Críticos. Puntos hiperbólicos. Aproximación a la estabilidad local en sistemas no lineales.

**[T1.4] Tema 4: Ecuaciones en derivadas parciales.** Definiciones básicas. Ecuaciones lineales de orden dos. Método de separación de variables. Ecuaciones del calor, ondas y Laplace. Uso de transformadas en la resolución de EDP.

#### UNIDAD DIDÁCTICA 2: Optimización.

**[T1.2] Tema 5: Optimización no lineal.** Generalidades sobre la optimización. Ejemplos. Definiciones. Problema general de optimización no lineal. Condiciones necesarias de Karush-Kuhn-Tucker. Problemas de Lagrange. Condiciones suficientes.



**[T2.2] Tema 6: Cálculo variacional y control óptimo.** Métodos Variacionales: Ecuación de Euler-Lagrange. Control Óptimo de Sistemas en Tiempo Continuo: ecuaciones de estado y co-estado. Principio del mínimo de Pontryagin: Controles Bang-Bang y Bang-Off-Bang.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Sesiones de Laboratorio de Informática:

[P1] **Práctica 1: Transformada de Laplace con MAXIMA.**

[P2] **Práctica 2: Series y transformada de Fourier con MAXIMA.**

[P3] **Práctica 3: Optimización con y sin restricciones con MAXIMA.**

### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

#### UNIT 1: Integrals Transforms and Differential Equations

**[ET1.1] Laplace Transform.** Piecewise continuous functions. The Laplace Transform. Properties of Laplace Transform. Inverse Laplace Transform. Application of Laplace Transform. Transfer functions.

**[ET1.2] Series and Fourier Transform.** Fourier series and its convergence. Fourier series for even and odd functions. Periodic extensions. The Fourier Transform. Properties of the Fourier transform. Inverse Fourier Transform.

**[ET1.3] Stability of Differential Equations:** Stability. Stability criteria for linear systems. Stationary points. Hyperbolic points. Local stability for non linear systems.



**[ET1.4] Partial Differential Equation.** Basic definitions. Second order linear equations. Separation of variables. Wave, heat and Laplace equations. Solving EDP with integral transform.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 2: Optimization.**

**[ET2.1] Non linear optimization.** Basic definitions. Nonlinear programming program. Karush-Kuhn-Tucker theorem. Lagrange theorem. Sufficient conditions.

**[ET2.2] Variational calculus and optimal control.** Variational method: The Euler-Lagrange equation. Optimal control for Continuous Systems: state and co-state equations. Pontryagin Minimum Principle. Bang-Bang and Bang-Off-Bang control.

## **5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas**

### **UNIDAD DIDÁCTICA 1: Transformadas Integrales y EDP.**

- Conocer el concepto de transformada integral.
- Conocer la transformada de Laplace y sus propiedades básicas.
- Aplicar la transformada de Laplace para la resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.
- Conocer los conceptos de estabilidad de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales autónomos.
- Conocer los conceptos de función de transferencia y las condiciones que garantizan la estabilidad de un sistema lineal.
- Conocer el concepto de ecuación en derivadas parciales, y tomar conciencia de su importancia en el modelado de diversos fenómenos físicos.
- Conocer los desarrollos en serie de Fourier y aplicarlos a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales lineales de orden dos.
- Conocer el concepto de transformada de Fourier.  
Valorar y saber utilizar la transformada de Fourier en el contexto de la resolución de ecuaciones diferenciales lineales.

### **UNIDAD DIDÁCTICA 2: Optimización**

- Conocer los elementos básicos de un problema de optimización matemática.
- Plantear y modelar de forma correcta los problemas de optimización matemáticas.
- Conocer las técnicas de optimización clásicas para problemas con y sin restricciones.
- Conocer los métodos numéricos básicos para la resolución de problemas de optimización clásica para problemas con y sin restricciones.
- Conocer los métodos elementales de resolución de problemas variacionales.
- Conocer los métodos elementales de resolución de problemas de control óptimo.



## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva de teoría y realización de ejemplos que faciliten la comprensión de los resultados. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes	Presencial: Toma de apuntes y planteamiento de dudas.	36
		No presencial: Estudio de la teoría y los ejemplos. Asistencia a tutorías.	72
Clase de problemas	Resolución de problemas por parte del profesor. Planteamiento de problemas y cuestiones para la resolución por parte de los alumnos.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamientos de dudas.	12
		No presencial: Estudio de los problemas resueltos y resolución de los planteados. Asistencia tutorías.	24
Prácticas de resolución de problemas	Planteamiento de problemas y orientación para su resolución por los estudiantes.	Presencial: Discusión y resolución de los problema planteados.	6
		No presencial: Repaso de los problemas planteados y resueltos. Asistencia a tutorías.	10
Prácticas de Informática	Resolución de problemas con la ayuda de un ordenador.	Presencial: Introducción al manejo de los programas adecuados y uso del mismo para la resolución de los problemas propuestos.	6
		No presencial: Repaso de los comandos y problemas de cada práctica. Asistencia a tutorías.	10
Examen final	Prueba escrita sobre la materia impartida. Se trata de la misma prueba para todos los estudiantes.	Presencial: Cada estudiante debe contestar a las preguntas formuladas. El examen se contesta de forma individual.	4
		No presencial:	
			<b>180</b>

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)										
Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X		
Clases de problemas	X	X	X	X	X	X	X	X		
Prácticas de resolución de problemas	X	X	X	X	X	X	X	X		
Prácticas de Informática									X	



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4,5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen escrito o Prueba de Evaluación Individual (PEI)	X		Se trata del examen escrito ordinario y realizado al final del cuatrimestre en la fecha determinada. La PEI estará compuesta de preguntas de tipo teórico relacionadas con los contenidos de clase y problemas de tipo prácticos similares a los realizados en clase. Esta prueba podrá contener preguntas relacionadas con las prácticas de la asignatura. <b>Puntuación Máxima: 10 puntos.</b>	75	[R1], [R2],[R3] ,[R5], [R4] ,[R6] ,[R7] ,[R8]
Ejercicios escritos (E)	X		Ejercicio escritos realizado de forma individual. <b>Puntuación Máxima: 10 puntos.</b>	15	[R1], [R2],[R3] ,[R5], [R4] ,[R6] ,[R7] ,[R8]
Entrega de Prácticas (P)	X		Entrega de ejercicios o trabajo relacionado con las prácticas. <b>Puntuación Máxima: 10 puntos.</b>	10	[R9]

OBSERVACIONES: Los requisitos necesarios para superar la asignatura son:

- Obtener 5 puntos en la prueba de evaluación individual ( $PEI \geq 5$ ).
- La suma ponderada de las debe ser igual o superior a 5 ( $0.75 \times PEI + 0.15 \times E + 0.1 \times P \geq 5$ ).

Aquellos alumnos que, por motivos debidamente justificados, no puedan realizar la evaluación continua (EC) y deseen realizar una única prueba final de carácter global, el examen ordinario (PEI) será el 100% de la nota. Para poder acogerse a esta modalidad de evaluación, el alumno deberá presentar la solicitud correspondiente al Departamento de Matemática Aplicada y Estadística en el plazo indicado. Esta prueba se realizará el mismo día que el examen escrito de la asignatura.

No se contempla que un estudiante que haya superado la asignatura en una de las convocatorias renuncie a su nota y se presente a una convocatoria posterior.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se hará en base a:

- Resolución de cuestiones y problemas en el aula.
- Resolución y exposición de problemas.
- Realización de los ejercicios propuestos para resolver con ayuda del ordenador.
- Asistencia a clase, buena disposición y actitud.



- Asistencia a las sesiones de informática.
- Asistencia a las tutorías.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

1. G. F. Simmons, Ecuaciones diferenciales (con aplicaciones y notas históricas), ED.McGraw-Hill.
2. W. R. Derrick y S. I. Grossman, Ecuaciones diferenciales con aplicaciones, Ed. Fondo Educativo Iberoamericano
3. Glyn James, Advanced modern engineering mathematics, Adison-Wesley Kreyszig, E., Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, Ed. Limusa Wiley.
4. Periago, F.: Teoría de Campos y Ecuaciones en Derivadas Parciales. Horacio Escarabajal Editores (2003).
5. Lewis, F.L & Syrmos, V.L. Optimal Control. Ed John Wiley & Sons Inc. (Wiley-Interscience).
6. Reklaitis, G.V.; Ravindran, A. & Ragsdell, K.M. Engineering Optimization: Methods and applications. Ed. John Wiley & Sons.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

1. Tyn Myint-U y Lokenath Debnath, Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Springer-Verlag.
2. Aslak Tveito Ragnar Winther, Introduction to Partial Differential Equations, Springer-Verlag.
3. Castillo, E., Conejo, A., Pedregal, P., García, R., Alguacil, N. Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia, ETSI Industriales, UCLM, 2002. John Wiley & Sons.
4. Hocking, L.M. Optimal Control. An Introduction to the theory with applications. Ed. Oxford University Press.
5. Troutman, J. L. Variational Calculus and Optimal Control. Optimization with elementary convexity, Ed. Springer-Verlag (UTM Series)
6. Balbas, A. & Gil, J.A. Programación Matemática (2ª Edición). Ed. A.C.
7. Pedregal, P.: Introduction to Optimization, Springer (2004)

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Página web de los profesores  
<http://www.dmae.upct.es/~jose>  
<http://www.upct.es/mc3/en/dr-francisco-periago-esparza/>
- Información sobre el programa MAXIMA disponible en:  
<http://maxima.sourceforge.net/es/>

