

Especialidad de Matemática Industrial: Asignaturas

Depto. Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial
E.T.S.I. Industriales, UPM

06-05-2025



Índice General

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
	• Predicción de la demanda y producción de energía	11
	• Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
	• Modelos de combustión	15
	• Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
	• Contención de brotes epidémicos	18
	• Simulación molecular	20
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33
	• Material adicional sobre la Especialidad	33

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Algunas ideas sobre la Especialidad

¿Qué se va a hacer?

- En la Especialidad de Matemática Industrial se abordan **problemas de todos los campos de la ingeniería** utilizando **modelos matemáticos y simulación mediante el ordenador**.
- En su impartición participan **profesores de todos los deptos de la Escuela**.
- Para ver el tipo de problemas abordados, en una sección posterior hay una lista con algunos de los **Trabajos Fin de Titulación (TFTs) realizados en el marco de la Especialidad de Matemática Industrial** en los últimos años.

Participación de los Deptos de la Escuela

- En la impartición de las asignaturas de la Especialidad de Matemática Industrial participan o han participado profesores de los siguientes deptos. de la ETSII (todos menos uno):
 - Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial.
 - Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística.
 - Ingeniería Energética.
 - Ingeniería Mecánica.
 - Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente.
 - Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial.
- En el depto de Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial hay varios profesores vinculados a la empresa:
 - como profesores asociados.
 - han creado su propia empresa.
 - han creado starups.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Asignaturas de último semestre

- Empezaremos describiendo las asignaturas del último semestre.
- Así motivamos los contenidos que se estudian en asignaturas de semestres previos y que entroncan con ellas.
- Todas ellas son de 3 ECTS.

Semestre 8: asignaturas (3 ECTS)

A elegir 4 de entre las siguientes 6:

- ➊ Modelos Matemáticos en Física e Ingeniería de la energía.
- ➋ Modelos Matemáticos en Logística e Ingeniería de los Procesos Industriales.
- ➌ Modelos Matemáticos en Automática y Electrónica.
- ➍ Modelos Matemáticos en Ingeniería Mecánica y Civil.
- ➎ Modelos Matemáticos en Ingeniería Eléctrica.
- ➏ Modelos Matemáticos en Ingeniería de Materiales, Química y Medio Ambiente.

Semestre 8: asignaturas (2)

- Enfocadas a aplicaciones prácticas.
- En cada una se tratará un “estudio de caso” (o varios) relacionado con esa área de la ingeniería.
- Todos los temas (estudios de caso) son propuestos por expertos en esa área.
- Sus contenidos pueden variar cada 3-4 años para ajustarse a nuevas propuestas, avances en la ingeniería, etc.

Semestre 8: asignaturas (3)

- El profesor explicará los contenidos que se necesiten y que no se hayan introducido en asignaturas previas.
- En todas ellas se hará uso de software de simulación y/o algoritmos numéricos para resolver problemas.
- La evaluación de los alumnos se suele llevar a cabo mediante trabajos y entregas.
- Para algunos alumnos, una de estas asignaturas será una antesala al TFG.

Semestre 8: estudios de caso actuales

- ➊ Modelos Matemáticos en Física e Ingeniería de la energía. **Modelos para el estudio de la combustión.**
- ➋ Modelos Matemáticos en Logística e Ingeniería de los Procesos Industriales. **Simulación molecular: conexión entre las estructura a nivel atómico y molecular con las propiedades macroscópicas de los materiales.**
- ➌ Modelos Matemáticos en Automática y Electrónica. **Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier.**
- ➍ Modelos Matemáticos en Ingeniería Mecánica y Civil. **Problemas de Ingeniería en máquinas y estructuras: análisis y diseño.**
- ➎ Modelos Matemáticos en Ingeniería Eléctrica. **Predicción de demanda energética y producción de energía renovable.**
- ➏ Modelos Matemáticos en Ingeniería de Materiales, Química y Medio Ambiente. **Modelos matemáticos en Epidemiología: contención de brotes epidémicos**

Semestre 8: algunas propuestas adicionales

- Aplicaciones del cálculo estocástico a la Ingeniería y las Finanzas (ya impartida).
- Optimización del diseño de baterías mediante modelos matemáticos.
- Modelos de circulación general del océano.

¡Se irán presentando más propuestas!

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Índice de la Sección

3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
•	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

Predicción de demanda de energía (1)

- La energía eléctrica no se puede almacenar masivamente.
- **Problema:** Casación de producción y demanda de energía eléctrica.
- Necesidad de buenos modelos de predicción de demanda y de producción de energía renovable.



Fuente: REE.es, CincoDías

Predicción de demanda de energía (2)

- **Objetivo:** uso de modelos matemáticos para predecir la demanda de energía eléctrica y la producción de energía eólica y solar.
- **Oferta:** factores meteorológicos (veloc. y dirección viento, temperatura, humedad, radiación, nubosidad). Datos del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).
- **Demanda:** depende de temperatura, horario del día y calendario (día laborable-festivo-vacaciones, estación del año, etc).
- **Modelos:** Trabajo con datos. Modelos de (a) regresión de series temporales y (b) aprendizaje automático (machine learning).
 - Modelos ARIMA para la predicción de la demanda eléctrica.
 - Redes Neuronales para la predicción de la producción de energía eólica: redes con “superhuman performance”.

Índice de la Sección

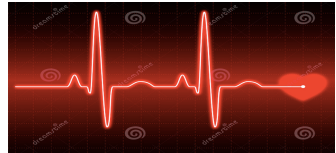
3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
•	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier (1)

- Las señales se pueden descomponer como combinación lineal de senos-cosenos de distintas frecuencias.
- Analizando y manipulando los coeficientes de esa combinación lineal se pueden conseguir ventajas prácticas.

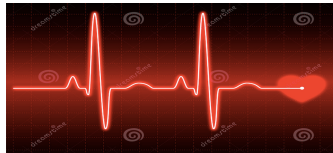


Piano spectrum



Fuentes: jldelafuenteoconnor.es, dreamstime.com

Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier (2)



● Problemas:

- Análisis de señales biomédicas: detección de patologías en electrocardiogramas, encefalogramas, etc.
- Caracterización y Clasificación de figuras mediante los Descriptores de Fourier de su contorno.
- Procesado de señales de audio: compresión, extracción de ruidos, etc.
- Identificación de acordes de música e identificación de canciones (Shazam)
- Transmisión de ondas AM (Moduladas en Amplitud)

● Herramientas: Técnicas de análisis de Fourier para procesar señales.

- Análisis de señales analógicas: Series de Fourier y Transformada de Fourier
- Análisis de señales digitales: Transformada Discreta de Fourier (DFT).

Índice de la Sección

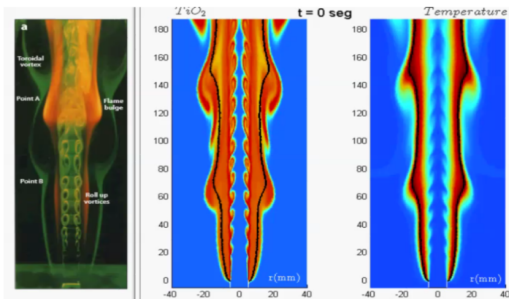
3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
●	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

Modelos de combustión (1)

● Problema:

- Combustión representa 85 % consumo energético mundial.
- Combustión limpia: hidrógeno, sin CO_2 ni NO_2 .

- **Objetivo:** estudio de los mecanismos de la combustión, modelos matemáticos y resolución numérica.



Modelos de combustión (2)

• Procesos físicos:

- Sistemas multicomponente: Varias especies químicas.
- Ecuaciones cantidad de movimiento y energía.
- Ecuaciones conservación masa para cada componente.
- Se trabajará bajo distintas hipótesis:
 - mezcla homogénea.
 - llamas de premezcla: deflagración vs detonación.
 - llamas de difusión, etc.

• Modelos matemáticos:

- EDOs o EDPs
- Resolución numérica:
 - Métodos para EDOs.
 - Método de los Elementos Finitos.

Índice de la Sección

3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
•	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

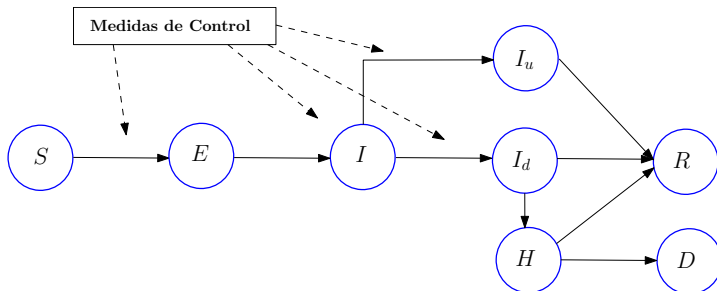
Problemas de Ingeniería en máquinas y estructuras

- **Objetivo:** Modelar y resolver problemas en máquinas y estructuras para decir cosas sobre la máquina: detección de fallos, diseño de estructuras, diseño de cojinetes de lubricación.
- **Modelo matemático:** Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, autovalores y autovectores generalizados, transformada de Fourier, redes neuronales.
- **Aplicaciones:**
 - cerchas (estructura reticular de barras rectas)
 - máquinas rotatorias.
- **Metodología:**
 - ajuste de parámetros del modelo.
 - resolución numérica.
 - frecuencias naturales y modos de vibración.
 - diseño de máquinas, estructuras y cojinetes hidrodinámicos y selección de lubricantes.
 - Machine learning y redes neuronales aplicadas a problemas de lubricación y desgaste (tribología).

Índice de la Sección

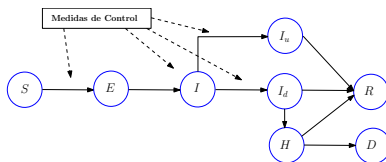
3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
•	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

Contención de brotes epidémicos (1)



- S : Susceptibles.
- E : Expuestos: Infectados en periodo de incubación (sin síntomas).
- I : Infecciosos:
 - I_u : Infecciosos no detectados.
 - I_d : Infecciosos detectados.
 - H : Infecciosos hospitalizados.

Contención de brotes epidémicos (2)



Medidas de control:

- Vacunación
- Aislamiento-Cuarentena.
- Realización de Tests.

Objetivos:

- Proponer modelo matemático: sistema ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales.
- Estimar parámetros a partir de los datos.
- Predecir comportamiento en ausencia de medidas de control.
- Diseño estrategia intervención para garantizar que el sistema sanitario no colapsa.

Índice de la Sección

3	Descripción estudios de caso actuales	11
•	Predicción de la demanda y producción de energía	11
•	Aplicaciones a la ingeniería del Análisis de Fourier	13
•	Modelos de combustión	15
•	Problemas de ingeniería en máquinas y estructuras	17
•	Contención de brotes epidémicos	18
•	Simulación molecular	20

Simulación molecular

- **Objetivo:** uso de la simulación molecular para aplicaciones modernas relacionadas con la ingeniería química.
- **Aplicaciones:** conexión entre la estructura a nivel atómico y molecular con las propiedades macroscópicas de los materiales. Diseño y síntesis de materiales.
- Modelos de física estadística (potencial de interacción).
- Métodos Monte Carlo (MC) y Molecular Dynamics (MD) para la simulación de sistemas de muchos cuerpos (many-body systems).

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Semestre 6

- **Matemáticas de la Especialidad (4.5 ECTS)**

- Introducción al Cálculo Numérico para ingenieros.
- Herramientas para resolver problemas mediante algoritmos numéricos (todos menos las EDPs).
- Entronca con casi todas las asignaturas posteriores.

- **Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs) y Análisis de Fourier (6 ECTS)**

- Continuación de la Asignatura de Ecuaciones Diferenciales del semestre 3.
- Las EDPs resultan de manera natural al plantear conservación de magnitudes físicas — > énfasis en la deducción rigurosa de las ecuaciones.
- Ecuaciones clásicas en la ingeniería: transporte, Poisson, calor, ondas.
- Series Fourier y Transformada de Fourier: útiles para trabajar con EDPs y también en el procesamiento de señales.

Semestre 7 (1)

- **El Método de los Elementos Finitos (MEF) en la Ingeniería (4.5 ECTS)**
 - Continuación de las Matemáticas de la Especialidad.
 - El MEF es la herramienta numérica fundamental para resolver EDPs.
 - Incorporado en todos los paquetes comerciales para resolver problemas ingenieriles.
- **Optimización y simulación en Ingeniería (4.5 ECTS)**
 - Hallar el vector $x \in \mathbb{R}^n$ para el que se alcanza el valor máximo (o mínimo) de una función objetivo $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, con o sin restricciones.
 - La optimización está en la base del trabajo del ingeniero.
 - En Cálculo II se vio el enfoque analítico. Aquí se estudiará mediante técnicas numéricas.
 - Control óptimo : similar a la optimización en $\mathbb{R}^n$ pero trabajando con funciones.

Semestre 7 (2)

● **Análisis de datos** (4.5 ECTS)

- Continuación de Estadística y Diseño de Experimentos y Modelos Regresión.
- Hoy en día se dispone de grandes cantidades de datos.
- Problema ¿Qué información podemos sacar de ellos?
- Se abordan distintas técnicas para predecir variables cuantitativas y cualitativas.
- Enfoque muy práctico: uso de R.

● **Mecánica de los medios continuos** (4.5 ECTS)

- Se puede considerar extensión de Resistencia de Materiales y Ampliación de Resistencia de Materiales por un lado y de Mecánica de Fluidos I por otro.
- Medios continuos: sólidos y fluidos.
- Ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento, momento angular, energía.
- Sólidos: elasticidad en pequeñas y grandes deformaciones.

Semestre 7 (3)

- **Programación en Python** (3 ECTS, competencias, recomendada para los alumnos de esta Especialidad)
 - En la Especialidad la programación juega un papel esencial.
 - Muy útil para todas las asignaturas.
 - Matlab se va a utilizar en muchas de las otras asignaturas.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad (1)

- Métodos numéricos para la resolución de un problema de control óptimo en la conducción de un vehículo
- Predicción de producción de energía eólica mediante técnicas de deep learning.
- Técnicas de estabilización para problemas de convección-difusión con convección dominante utilizando el método de los Elementos Finitos.
- Estudio tensional de perfiles aerodinámicos elásticos en un seno fluido mediante el método de los Elementos Finitos
- Análisis y ajuste de modelos para el estudio de la epidemia de Covid 19 en España.
- Modelos matemáticos de transistores de grafeno.
- Detección de Crisis Epilépticas mediante SVM (support vector machine)
- Análisis del punto de bloqueo sónico en turbomáquinas axiales mediante modelos de orden reducido.
- Programación de una red neuronal y ajuste de sus parámetros por backpropagation.

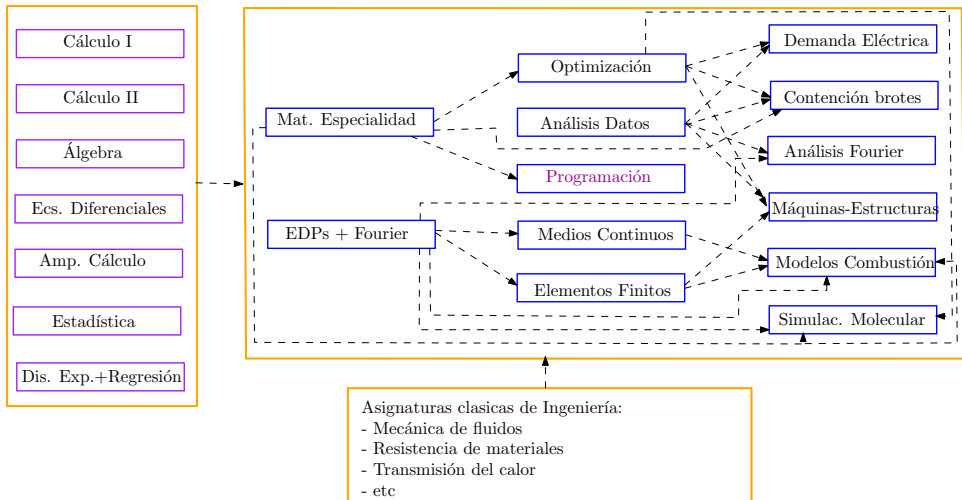
Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad (2)

- Ajuste y predicción del valor de activos financieros mediante modelos estocásticos.
- Procesamiento de señales de electroencefalograma mediante wavelets para la eliminación de artefactos cardíacos.
- Modelos de predicción del bitcoin con redes neuronales artificiales
- Determinación de valores óptimos de diseño en baterías de ion-litio.
- Desarrollo de un modelo matemático para simular el flujo de tráfico en las ciudades.
- Desarrollo e implementación de esquemas numéricos para resolver las ecuaciones de navier-stokes en flujos incompresibles: aplicación a turbinas de tipo h-darrieus.
- Modelización matemática del transporte lagrangiano en flujos oceánicos: desde la teoría hasta las aplicaciones.
- Predicción energía fotovoltaica a corto plazo mediante redes neuronales a partir de datos por satélite
- Diseño de medidas de control óptimas para la contención de brotes epidémicos mediante el uso de modelos matemáticos.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Asignaturas y conexiones entre ellas



- Asignaturas muy bien engarzadas entre sí.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Espacio Moodle de la Especialidad

- En Moodle Formación tenemos un espacio llamado “Especialidad Matemática Industrial del GITI y el MII” para comunicarnos con los alumnos de la Especialidad.
- Contiene:
 - Avisos y noticias.
 - Información sobre las asignaturas.
 - Ofertas de TFTs.
 - Información sobre becas.
 - Encuestas para los alumnos
 - Prácticas y ofertas de empleo.
- Aproximadamente 120 alumnos inscritos actualmente.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Movilidad

- Oferta actual: aproximadamente 70 destinos.
 - 53 destinos Erasmus +.
 - 4 destinos Magalhaes
 - 13 destinos de convenios específicos de la ETSII (varios en EEUU)
 - 23 destinos de doble titulación (entre ellos IIT, Berkeley, Cranfield, Ecole Polytechnique,...)
- Ya hemos mandado a varios alumnos de movilidad en grado (primer semestre de cuarto o cuarto curso completo) y en segundo curso del MII.

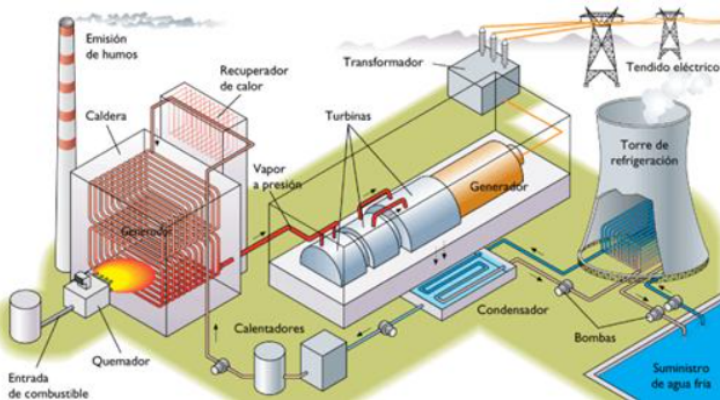
Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Algunas ideas finales (1)

- **¿Qué se va a hacer?** Problemas de todos los campos de la Ingeniería Industrial con énfasis en la construcción, simulación y análisis de modelos matemáticos en ingeniería.
- **¿En qué se diferencia de otras especialidades? ¿Otras especialidades no usan las matemáticas?**
 - En Matemática Industrial se abordan problemas de todos los campos de la Ingeniería Industrial.
 - En Matemática Industrial se presta una atención especial a la Ciencia de Datos (no presente, salvo una asignatura de Organización Industrial, en otras Especialidades).
 - En otras especialidades:
 - También hay alguna asignatura en la que se trabaja con el modelado matemático y la simulación.
 - Hay un gran número de asignaturas con una proporción de contenidos “tecnológicos” y “descriptivos” bastante alta.
 - En Matemática Industrial, las asignaturas no se centran en los contenidos “tecnológicos” y “descriptivos” sino en el modelado y simulación.

- Asignatura GITI: Generación y distribución de energía eléctrica:



Fuente: escholarium.educarex.es

Algunas ideas finales (2)

- **¿Para quién es esta Especialidad?** ¿Me gustan las matemáticas, la programación y la simulación como herramientas para resolver problemas de ingeniería?
- **Experiencia de los cursos pasados y previsión:**
 - Profesorado muy comprometido con la Especialidad.
 - Alumnos con mucho interés.
 - Profesores muy contentos con el resultado.
 - Grupo de aprox. 20 o 30 alumnos. Trato personal e individualizado.

Índice de Secciones

1	Introducción	3
2	Asignaturas del último semestre	5
3	Descripción estudios de caso actuales	11
4	Asignaturas semestres 6 y 7	21
5	Algunos TFTs en el contexto de la Especialidad	25
6	Asignaturas y conexiones	27
7	Espacio Moodle de la Especialidad	28
8	Movilidad	29
9	Conclusión	30
10	Material Adicional	33

Índice de la Sección

10	Material Adicional	33
	• Material adicional sobre la Especialidad	33
	• Otras propuestas de estudios de caso	34

Material adicional sobre la Especialidad

- Diapositivas de esta presentación.
- Vídeo de esta presentación.
- Todo ello alojado en la página web del Depto:
<http://dmaii.etsii.upm.es/web/docencia-etsii-matematica-industrial/>
- Consultas a los profesores:
 - Alejandro Zarzo: alejandro.zarzo@upm.es
 - Luis Sanz: luis.sanz@upm.es
- Consultas a alumnos que han cursado la Especialidad:
 - Aitana Carrillo: aitana.carrillo@alumnos.upm.es
 - Nicolás Tajuelo: nicolas.tajuelo@alumnos.upm.es

Índice de la Sección

10	Material Adicional	33
	• Material adicional sobre la Especialidad	33
	• Otras propuestas de estudios de caso	34

Otras propuestas de estudios de caso

- A continuación presentamos algunas de las propuestas que se han presentado para asignaturas del octavo semestre pero que en este momento no se están impartiendo.
- Es posible que alguna de ellas entre en la oferta en cursos próximos.
- Sus títulos son:
 - Optimización del diseño de baterías mediante modelos matemáticos.
 - Modelos de circulación general del océano.
 - Estudio de materiales auxéticos.

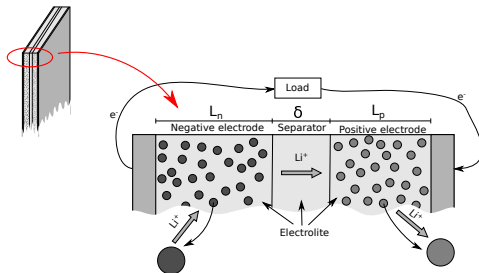
Mejora del diseño de baterías (1)



● Baterías:

- Convierten energía química en energía eléctrica y viceversa.
- Formadas por una o más celdas electroquímicas conectadas en serie o paralelo para conseguir la tensión y la intensidad requerida.
- **Objetivo:** usar modelos matemáticos para optimizar el diseño de la celda, ahorrando así tiempo-dinero en experimentos.

Mejora del diseño de baterías (2)



- **Variables de diseño:** radio de las partículas, longitud electrodos y separador.
- **Función a maximizar:** por ejemplo la energía por unidad de volumen.
- **Herramientas:**
 - Modelo matemático (EDPs)
 - Uso de técnicas numéricas de resolución de EDPs
 - Algoritmos de optimización.

Modelos de circulación general del océano (1)

- **Problema:**

- En los mares-océanos hay grandes masas de agua con distintas temperaturas-densidades que se están moviendo constantemente → circulación oceánica.
- Este movimiento afecta de manera decisiva al clima, la pesca, etc.

- **Objetivo:** explicar-predecir el comportamiento de las masas de agua en los océanos.

- **Modelo:**

- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Ecuaciones de convección-difusión

- **Herramientas:**

- Método de los Elementos Finitos: remallado, refinamiento adaptativo, etc

Modelos de circulación general del océano (2)

- **Modelo:**

- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Ecuaciones de convección-difusión

- **Herramientas:**

- Método de los Elementos Finitos: remallado, refinamiento adaptativo, etc

