

GUÍA DOCENTE
FUNDAMENTOS DE MODELADO AEROESPACIAL

**GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL EN
AERONAVEGACIÓN**

CURSO 2023-24

Fecha de publicación: 10-07-2023



I.-Identificación de la Asignatura	
Tipo	OBLIGATORIA
Período de impartición	2 curso, 1Q semestre
Nº de créditos	4.5
Idioma en el que se imparte	Castellano

II.-Presentación

El comportamiento de los sistemas físicos reales que los ingenieros deben diseñar, analizar y comprender es controlado por flujos, almacenamientos e intercambios de diversos tipos de energía. En casi todos los casos, los sistemas reales son extremadamente complejos y pueden involucrar varios fenómenos energéticos que interactúan, como mecanismos, campos electromagnéticos, flujos de calor y fluido o reacciones nucleares. La simulación o análisis de un sistema dinámico es una pieza básica dentro de la ingeniería y en concreto de la ingeniería aeroespacial. Los modelos estudiados en este curso son idealizaciones de los fenómenos físicos esenciales que ocurren en los sistemas reales. Un modelo adecuado de un dispositivo o sistema físico particular se comportará más o menos igual que el sistema real, dependiendo del grado de exactitud del mismo. De los muchos componentes fundamentales que el ingeniero debe usar para formular modelos de sistemas dinámicos particulares, esta asignatura se centra en los elementos físicos simples que almacenan, disipan y transforman energía en sistemas mecánicos, fluidos y térmicos. Mediante el uso adecuado de estos elementos idealizados, el ingeniero es capaz de modelar cualquier sistema físico, ya sea de carácter lineal o no lineal.

La medida en que el comportamiento del modelo representa el comportamiento real del sistema físico depende del concepto y la integridad del modelo y del grado de conocimiento y juicio. Cuando un ingeniero se enfrenta a un sistema dinámico, primero deben reconocer la unicidad del problema, y plantear un modelo del sistema. Una vez el ingeniero establece este modelo, ha de traducirlo a un conjunto de ecuaciones matemáticas. La resolución de estas ecuaciones, en principio y salvo casos puntuales, no son objetivo del ingeniero. Debido a la posible complejidad de los sistemas físicos, el ingeniero deberá apoyarse en métodos y herramientas de cálculo. Para ello, el presente curso se dan nociones de métodos numéricos para resolver estas ecuaciones de forma eficiente y obtener la respuesta del sistema físico.

Después de obtener una solución para la respuesta, el ingeniero tiene otra labor importante. El análisis inicial y final del modelo son funciones que distinguen claramente al ingeniero del matemático. La respuesta de los modelos debe ser verificada y contrastada con toda la información relativa del sistema, como datos teóricos, numéricos, experimentales... Además, el interés del ingeniero en el sistema puede ser tal que se valga del modelo para realizar un análisis exhaustivo del mismo, e incluso se interese por los parámetros característicos del sistema que le permitirán diseñar sistemas semejantes al del modelo.

En resumen, el enfoque de un ingeniero ante un sistema dinámico se puede enumerar de la siguiente manera:

1. Definición del sistema y sus componentes
2. Formulación de un modelo matemático acorde al sistema
3. Determinación de las ecuaciones del modelo
4. Resolución del modelo para la salida deseada
5. Verificación de la solución
6. Análisis o diseño del modelo y sistema

A lo largo del presente curso se tratarán estos temas.

III.-Competencias

Competencias Generales

CG01. Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG02. Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG03. Instalación explotación y mantenimiento en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG04. Verificación y Certificación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG05. Capacidad para llevar a cabo actividades de proyección, de dirección técnica, de peritación, de redacción de informes, de dictámenes, y de asesoramiento técnico en tareas relativas a la Ingeniería Técnica Aeronáutica, de ejercicio de las funciones y de cargos técnicos genuinamente aeroespaciales.

Competencias Específicas

CE16. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.

CE18. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos; los principios básicos del control y la automatización del vuelo; las principales características y propiedades físicas y mecánicas de los materiales.

IV.-Contenido

IV.A.-Temario de la asignatura

La asignatura se encuentra dividida en las siguientes unidades:

UNIDAD 1: Introducción al Modelado, Control y Automatización

1. Ingeniería de control
2. Evolución histórica de los sistemas de control
3. Ingeniería de Control Moderna
4. Definiciones básicas de los sistemas

UNIDAD 2: Herramientas matemáticas para la modelización de sistemas

1. Tratamiento matemático de los modelos. Evolución espacio temporal
2. Ecuaciones diferenciales. Tipos y Soluciones básicas
3. Transformada de Laplace
4. Representación de modelos mediante diagrama de Bloques
5. Evolución temporal de los sistemas. Tipos de respuesta
6. Linealización
7. Herramientas de cálculo

UNIDAD 3: Modelado Mecánico

1. Introducción
2. Sistemas mecánicos de traslación lineal
 - Masa
 - Resorte
 - Disipador
 - Ejemplos de aplicación
3. Sistemas mecánicos de rotación plana
 - Inercia
 - Resorte de rotación
 - Disipación viscosa
 - Ejemplos de aplicación
4. Sistemas mecánicos combinados
 - Resolución
 - Elementos de transmisión
 - Ejemplos de aplicación
5. Herramienta de cálculo

UNIDAD 4: Modelado Fluido

1. Introducción
 - Estados de agregación de la materia
 - Estados fluidos, líquidos y gases. Propiedades
 - Sistemas fluidos en aviación
2. Leyes constitutivas y ecuaciones características
 - Conservación de la masa
 - Conservación de la cantidad de movimiento
 - Conservación de la energía
3. Circuitos fluidos
4. Herramienta de cálculo

UNIDAD 5: Modelado Térmico

1. Introducción
 - Sistemas térmicos
 - Leyes de la termodinámica
 - Modelado de sistemas térmicos
2. Conservación de energía interna
3. Transferencia de calor
 - Conducción

- Convección
 - Radiación
 - Resistencias térmicas
4. Ejemplos de sistemas térmicos
5. Herramienta de cálculo
- Además se recogen una serie de prácticas:
- de cálculo numérico, donde los alumnos se familiarizarán con el empleo de software de cálculo, de gran importancia en el análisis de modelos. Se explorará el uso de software como: MATLAB/Simulink, para el análisis de modelos de sistemas.
 - de recogida de datos de sistemas físicos reales en laboratorio (campaña experimental) con un posterior análisis mediante software.

IV.B.-Actividades formativas

Tipo	Descripción
Otras actividades	Estudio individual o en grupo. Estudio de los materiales de la asignatura, tanto en la preparación previa de clases y prácticas como en la preparación de pruebas.
Otras actividades	Realización de trabajos y problemas. Realización, individual o grupal, de las tareas encomendadas por el profesor, tales como la resolución de ejercicios y la elaboración de proyectos o trabajos con entrega online asíncrona.
Otras actividades	Tutorías. Asistencia a sesiones orientadas a la resolución de dudas sobre algunos de los contenidos o actividades de la asignatura.
Lecturas	Otras actividades. Jornadas, seminarios, actividades online, etc. Otras tareas diferentes a las anteriores realizadas en ocasiones fuera del aula o incluso del Campus.
Otras actividades	Pruebas. Realización de pruebas de evaluación en el aula.
Lecturas	Clases teóricas de las unidades 1-5
Resolución de ejercicios	Clases prácticas de resolución de ejercicios en de las unidades 2-5
Laboratorios	Prácticas de laboratorio (cálculo numérico y recogida de datos experimentales) con supervisión parcial del profesor. Elaboración de memorias sobre el trabajo realizado.

V.-Tiempo de Trabajo del estudiante (30h grado y 25h máster)	
Clases teóricas	20
Clases de resolución de ejercicios, problemas, casos, etc.	18
Prácticas en laboratorios experimentales, tecnológicos, clínicos, campo, etc.	4
Realización de pruebas	3
Tutorías académicas	10
Actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc.	3.5
Preparación de clases teóricas	20
Preparación de prácticas/ejercicios/casos	31
Preparación de pruebas	25.5
Total de horas de trabajo del alumnado	135

VI.-Metodología y plan de trabajo		
Tipo	Periodo	Contenido
Laboratorios	Semana 1 a Semana 16	Laboratorios informáticos. Se tratarán aspectos fundamentales del modelado de sistemas mediante software numérico. El estudiante deberá trabajar en la misma supervisado, al menos en parte, por el profesor. [AP] Campañas experimentales de toma de datos para su posterior análisis y diseño de un modelo. Según requerimiento [PC] los alumnos dispondrán de los datos experimentales junto su proceso de obtención. El trabajo realizado en los laboratorios se plasmará en informes técnicos o en presentaciones orales [AD].
Trabajos colectivos	Semana 1 a Semana 16	Los alumnos elaborarán un informe en grupo acerca de una campaña experimental de laboratorio, así como una presentación oral.
Tutorías académicas	Semana 1 a Semana 16	Tutorías individuales o en grupo. Sesiones orientadas a la resolución de dudas de uno o más alumnos sobre algunos de los contenidos o actividades de la asignatura.

Pruebas	Semana 1 a Semana 16	Pruebas y exámenes por ordenador o escritos, preferiblemente presenciales. En el caso de que los requerimientos sanitarios lo impidan, se realizarán de forma online síncrona.
Clases Teóricas	Semana 1 a Semana 16	Clase magistral. Exposiciones de los conceptos de la asignatura. El profesor facilita a los alumnos los materiales necesarios para el seguimiento de las clases. Las clases deben ir precedidas por una preparación previa del trabajo del alumno. Los alumnos participan preguntando dudas y tomando apuntes de forma activa.
Prácticas	Semana 1 a Semana 16	Clases prácticas y de problemas. Diferentes de la clase magistral, generalmente con mayor interacción entre alumnos y profesores: resolución de ejercicios, casos prácticos, presentaciones, debates, etc. El profesor facilita a los alumnos los materiales necesarios para el seguimiento de las clases. Las clases deben ir precedidas por una preparación previa del trabajo del alumno.

VII.-Método de evaluación

VII.A.-Ponderación para la evaluación

Evaluación ordinaria continua:

La distribución y características de las pruebas de evaluación son las que se describen a continuación. Solo en casos excepcionales y especialmente motivados, el profesor podrá incorporar adaptaciones en la Guía. Dichos cambios requerirán, previa consulta al Responsable de la Asignatura, la autorización previa y expresa del Coordinador de Grado, quien notificará al Vicerrectorado con competencias en materia de Ordenación Académica la modificación realizada. En todo caso, las modificaciones que se propongan deberán atender a lo establecido en la memoria verificada. Para que tales cambios sean efectivos, deberán ser debidamente comunicados a comienzo de curso a los estudiantes a través del Aula Virtual.

La suma de las actividades no reevaluables no podrá superar el 50% de la nota de la asignatura y, en general, no podrán tener nota mínima (salvo en el caso de las prácticas de laboratorio o prácticas clínicas, cuando esté debidamente justificado), evitando incorporar pruebas que superen el 60% de la ponderación de la asignatura.

Evaluación extraordinaria: Los estudiantes que no consigan superar la evaluación ordinaria, o no se hayan presentado, serán objeto de la realización de una evaluación extraordinaria para verificar la adquisición de las competencias establecidas en la guía, únicamente de las actividades de evaluación revaluables.

Descripción de las pruebas de evaluación y su ponderación

EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación ordinaria de la asignatura consiste en la evaluación de las siguientes actividades:

1. Evaluación continua continua (SE2+SE3+SE4 - Evaluación de prácticas, trabajos y problemas): Contribuye a la calificación global con un 50%
2. Examen final (SE1 - Prueba Individual): Contribuye a la calificación global con un 50%

A continuación se explica más detalladamente el desarrollo de las diferentes actividades y su forma de evaluación.

1. **EVALUACIÓN CONTINUA (50%) –(EvC).** La evaluación continua de la asignatura se evaluará conforma a las siguientes actividades:

- **Prácticas de laboratorio** [SE2] (corresponde a un **60% de la calificación de la evaluación continua**): A lo largo del curso se plantearán una serie de prácticas de laboratorio de **asistencia obligatoria**. La realización de dichas prácticas (sean de forma individual o grupal) se evaluarán mediante la **entrega obligatoria de informes técnicos. La calificación de los informes de prácticas de laboratorio no entregados será cero e impedirá al alumno a realizar la prueba escrita**. Dichas prácticas son no reevaluables y de carácter acumulativo.

- **Evaluación de trabajos** [SE3] (corresponde a un **20% de la calificación de la evaluación continua**): A lo largo del curso se realizarán varios trabajos, los cuales se explicarán con más detalle al principio del curso. Estas actividades consistirán en trabajos individuales o grupales, para realizar un seguimiento del aprendizaje de los alumnos. Estas actividades son no reevaluables y de carácter acumulativo.

- **Evaluación de problemas** [SE4] (corresponde a un **20% de la calificación de la evaluación continua**): A lo largo del curso se realizarán varias actividades de control que se explicarán con más detalle a principio de curso. Estas actividades consistirán en pequeñas pruebas de seguimiento del aprendizaje de los alumnos. Estas actividades son no reevaluables y de carácter acumulativo.

- Por tanto, la calificación total correspondiente a la evaluación continua se calculará como: **$EvC = 0.6 \cdot \text{Prácticas de laboratorio} + 0.2 \cdot \text{Evaluación de trabajos [SE3]} + 0.2 \cdot \text{Evaluación de problemas [SE4]}$**

2. **EXAMEN FINAL (50%) –(ExF).** El examen final consistirá en una prueba escrita que se realizará de forma presencial e individual. Esta prueba constará tanto de cuestiones teórico-prácticas como de resolución de problemas de las unidades 1 a la 5. Dicho examen es de carácter obligatorio, y contribuye a la **calificación global con un 50%**.

Para superar el examen final es necesario obtener una nota mínima de 5 sobre 10. Esta prueba es de carácter reevaluable en la convocatoria extraordinaria.

Nota evaluación ordinaria:

La puntuación final de la asignatura (**Nota**) se obtendrá como:

$$\text{Nota} = 0.5 \cdot EvC + 0.5 \cdot ExF \quad \text{si } ExF \geq 5 \text{ puntos}$$

En el caso contrario, en la nota de la evaluación ordinaria se alcanzará la calificación:

$$\text{Nota} = ExF \quad \text{si } ExF < 5 \text{ puntos}$$

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación extraordinaria de la asignatura sigue la misma metodología que la convocatoria ordinaria, con la salvedad de que sólo se realizará el examen final (**ExF**) por su naturaleza reevaluable.

Para aprobar la asignatura en la evaluación extraordinaria ha de obtenerse una calificación final Nota $\geq 50\%$.

Otra información

- La asistencia a las clases es obligatoria.
- Los alumnos que no puedan asistir a las clases deberán solicitar la dispensa académica.
- Los alumnos que hayan obtenido dispensa académica tendrán que seguir las normas de evaluación descritas anteriormente, es decir, la dispensa académica no exime de la entrega de las actividades **Prácticas de laboratorio y actividades de control**.
- No se atenderán tutorías en los 3 días hábiles anteriores a las realización de la prueba **ExF**.

Revisión de la calificación de las pruebas escritas

En la revisión de la calificación de las distintas pruebas escritas se aplican las normas siguientes.

1. Los criterios de evaluación establecidos por los profesores de la asignatura no podrán ser objeto de discusión durante la revisión.
2. La revisión de las calificaciones no prevé la resolución de dudas. Su finalidad es la resolución de los eventuales errores en

2. La revisión de las calificaciones no prevé la resolución de dudas. Su finalidad es la resolución de los eventuales errores en las calificaciones. Para la resolución de dudas acerca de los problemas o cuestiones planteados en las pruebas, se procederá de la misma forma que para el resto de dudas a lo largo del curso, es decir, mediante la solicitud de una tutoría por parte del alumno.
3. En la revisión de dichas pruebas el alumno deberá presentar la solución por escrito de las mismas. Los problemas para los cuales los alumnos no proporcionan la solución no serán analizados durante revisión. En el eventual caso de la existencia de cualquier tipo de plagio, en cualquier tipo de prueba o trabajo evaluable, se procederá de acuerdo a lo establecido en la "Normativa sobre conducta académica de la Universidad Rey Juan Carlos".

VII.B.-Evaluación de estudiantes con dispensa académica de asistencia a clase

Para que un alumno pueda optar a esta evaluación, tendrá que obtener la 'Dispensa Académica de asistencia a clase' para la asignatura, que habrá solicitado al Decano/a o Director/a del Centro que imparte su titulación. La Dispensa Académica se podrá conceder siempre y cuando las peculiaridades propias de la asignatura lo permitan. Una vez que se haya notificado la concesión de la Dispensa Académica, el docente deberá informar al estudiante a través del Aula Virtual acerca del plan de evaluación establecido en cada caso.

Asignatura con posibilidad de dispensa: Si

VII.C.-Revisión de las pruebas de evaluación

Conforme a la normativa de reclamación de exámenes de la Universidad Rey Juan Carlos.

VII.D.-Estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales

Las adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad o con necesidades educativas especiales, a fin de garantizar la igualdad de oportunidades, no discriminación, la accesibilidad universal y la mayor garantía de éxito académico serán pautadas por la Unidad de Atención a Personas con Discapacidad en virtud de la Normativa que regula el servicio de Atención a Estudiantes con Discapacidad, aprobada por Consejo de Gobierno de la Universidad Rey Juan Carlos.

Será requisito para ello la emisión de un informe de adaptaciones curriculares por parte de dicha Unidad, por lo que los estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales deberán contactar con ella, a fin de analizar conjuntamente las distintas alternativas.

VII.E.-Conducta Académica, integridad y honestidad académica

La Universidad Rey Juan Carlos está plenamente comprometida con los más altos estándares de integridad y honestidad académica, por lo que estudiar en la URJC supone asumir y suscribir los valores de integridad y la honestidad académica recogidos en el Código Ético de la Universidad (<https://www.urjc.es/codigoetico>). Para acompañar este proceso, la Universidad dispone de la Normativa sobre conducta académica de la Universidad Rey Juan Carlos (https://urjc.es/images/Universidad/Presentacion/normativa/Normativa_conducta_academica_URJC.pdf) y de diferentes herramientas (antiplagio, supervisión) que ofrecen una garantía colectiva para el completo desarrollo de estos valores esenciales.

VIII.-Recursos y materiales didácticos	
Bibliografía básica	
William J Palm III (2013). <i>"System Dynamics"</i> . McGraw-Hill Education, 2013 (3rd Edition). ISBN: 978-0073398068	
R.L. Woods, K.L. Lawrence (1997). <i>"Modeling and Simulation of Dynamic Systems"</i> , Prentice Hall. ASIN: B014S2O20E	
R. S. Eshfandiari, B. Lu (2018). <i>"Modeling and Analysis of Dynamic Systems"</i> , CRC Press. ISBN: 978-1351751643	
C. M. Close, D. K. Frederick, J. C. Newell (2003). <i>"Modeling and Analysis of Dynamic Systems"</i> , John Wiley. ISBN: 978-0471452966	
I. Cochin, W. Caldwellender (1997). <i>"Analysis and Design of Dynamic Systems"</i> , Addison-Wesley. ISBN: 978-0673982582	
K. A. Seeler (2014) <i>"System Dynamics: An Introduction for Mechanical Engineers"</i> , Springer New York. ISBN: 978-1461491521	
M. Davies, T.L. Schmitz (2014) <i>"System Dynamics for Mechanical Engineers"</i> , Springer New York. ISBN: 978-1461492931	
Bibliografía complementaria	

IX.-Profesorado	
Nombre y apellidos	ANTON SANJURJO AREA
Correo electrónico	anton.sanjurjo@urjc.es
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones y Sistemas Telemáticos y Computación
Categoría	Profesor/a Asociado/a
Responsable de asignatura	No
Horario de Tutorías	Para consultar las tutorías póngase en contacto con el/la profesor/-a a través de correo electrónico
Nº de Quinquenios	0
Nº de Sexenios	0
Nº de Sexenios de transferencia	0
Nº de evaluaciones positivas Docencia	0
Bibliografía complementaria	
Nombre y apellidos	MARTA MARIA MOURE CUADRADO
Correo electrónico	marta.moure@urjc.es
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones y Sistemas Telemáticos y Computación
Categoría	Profesor/a Contratado/a Doctor/a

Titulación académica	Doctor
Responsable de asignatura	Si
Horario de Tutorías	Para consultar las tutorías póngase en contacto con el/la profesor/-a a través de correo electrónico
Nº de Quinquenios	2
Nº de Sexenios	1
Nº de Sexenios de transferencia	0
Nº de evaluaciones positivas Docencia	0