

uc3m

Universidad
Carlos III
de Madrid

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL – MASTER IN SPACE ENGINEERING

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Memoria¹ para la verificación de titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de acuerdo con el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.

¹ Transitoriamente, y mientras no se disponga de una aplicación adaptada a los requerimientos del Anexo II del Real Decreto 822/2021, esta memoria se debe adjuntar transformada al formato PDF en los espacios de la actual aplicativo de verificación, preferentemente en el apartado 2 de Justificación de las enseñanzas.

1. DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

TABLA 1. Descripción del título

1.1. Denominación del título	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL / MASTER IN SPACE ENGINEERING
1.2. Ámbito de conocimiento	Ingeniería industrial, ingeniería mecánica, ingeniería automática, ingeniería de la organización industrial e ingeniería de la navegación.
1.3. Menciones y especialidades	NO PROCEDE
1.4.a) Universidad responsable	Universidad Carlos III de Madrid
1.4.b) Universidades participantes	NO PROCEDE
1.4.c) Convenio títulos conjuntos	NO PROCEDE
1.5.a) Centro de impartición responsable	Centro de Postgrado / 28053711
1.5.b) Centros de impartición	NO PROCEDE
1.6. Modalidad de enseñanza	Presencial
1.7. Número total de créditos	90
1.8. Idiomas de impartición	Inglés
1.9.a) Número total de plazas	40
1.9.b) Oferta de plazas por modalidad	Presencial: 40

1.10. Justificación del interés del título

La titulación propuesta proporciona a los estudiantes que la cursen los conocimientos, habilidades y capacidades que le permitan trabajar como ingeniero en el sector espacial. Por ello se ha escogido la denominación de Master in Space Engineering (Master en Ingeniería Espacial). Esta denominación existe en otros países de Europa como en el Reino Unido o Italia y en los EEUU. La tabla 1 recoge los referentes internacionales más destacados en relación a este plan formativo.

En concreto, se propone un Máster profesional de carácter especializado en Tecnología Espacial que forma en las habilidades y competencias en el ámbito espacial de, por un lado, el ingeniero aeronáutico, centradas en el vehículo espacial como conjunción de subsistemas y su dinámica de actitud y orbital, y por otro, el ingeniero de telecomunicaciones, centradas en el control, la comunicación con Tierra, la manipulación y transmisión de datos, y las aplicaciones.

La actividad de Ingeniería Espacial requiere de una alta cualificación, dadas las características de fiabilidad y las altas prestaciones exigidas a los productos que genera. Es asimismo una actividad fuertemente multidisciplinar donde confluyen distintas disciplinas tecnológicas. Muestra de ello es que el Sector Espacial se nutre típicamente de ingenieros aeronáuticos, de telecomunicaciones, industriales, informáticos, así como de licenciados en ciencias físicas y matemáticas, cada uno aportando conocimientos específicos al complejo proceso de diseño y desarrollo de un ingenio espacial y su misión, su instrumentación científica o comercial, y su seguimiento en operación. La formación necesaria para la adquisición de los conocimientos y competencias requeridos para este perfil multidisciplinar puede ser impartida en la Escuela Politécnica Superior de la UC3M. La existencia en la Escuela Politécnica Superior de la UC3M de departamentos y titulaciones consolidadas en los ámbitos de las Ingenierías Aeroespacial, Industrial, de Telecomunicaciones, e Informática sitúa a la UC3M en una posición ideal para la promoción y el desarrollo de este Master en Ingeniería Espacial. A ello ha de añadirse que la UC3M tiene actualmente importantes acuerdos institucionales en el ámbito Espacial. Destacan entre ellos, el acuerdo ISDEFE-UC3M de Prospección Tecnológica en Espacio (Horizontes ISDEFE) por el que la UC3M es la institución académica de referencia para ISDEFE en el análisis del estado actual y de las perspectivas de progreso científico y tecnológico en el área de Espacio; el acuerdo INTA-UC3M para el desarrollo de Tesis Doctorales; el acuerdo de cooperación educativa ESA-UC3M (muy activo a través de ESAC e importante en el desarrollo del MOOC 'The Conquest of Space'); y el Business Incubation Center de ESA-CAM, cuya sede en el Parque Científico de la UC3M es la más exitosa y activa de las cuatro existentes. La potenciación de este tipo de actividades y acuerdos con el nuevo Máster ha de situar a la UC3M como centro de referencia nacional en Ingeniería Espacial.

Por otra parte, el Sector Espacial español tiene un tamaño significativo, con una facturación de más de 833 M€ (datos 2016 de la Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Aeronáutica y Espacio, TEDAE) que constituye alrededor de un 11% del total en el ámbito de la Unión Europea y de la Agencia Espacial Europea (ESA en sus siglas en inglés). España es, en términos de contrataciones, el 6º socio de la ESA (152 M€, datos del presupuesto de 2017), si bien, empresas de matriz española se han internacionalizado creando filiales por toda Europa.

Tabla 1. Referentes internacionales de la presente titulación

Universidad	ECTS	Coste	Modalidad e idioma	Comentarios
-------------	------	-------	--------------------	-------------

TU Delft	120	16,71€	Presencial, inglés	Perfiles de egresados: ingeniería espacial e investigación espacial
Erasmus Mundus	120	Gratis para ciudadanos de la UE	Presencial, inglés (u otro)	Programa variado dependiente de la Universidad anfitriona
Surrey	90	108,89 LB	Presencial, inglés	Multidisciplinar y con optatividad
ISAE-SUPAERO	60	125 €	Presencial, inglés	Oferta de varios másteres de carácter industrial
Politecnico di Torino	80	37,5€	Presencial, inglés	Orientado a la exploración espacial humana
Politecnico di Milano	120		Presencial, inglés	Enfocado a la carrera académica
Universidad de Pisa	120	35 €	Presencial, inglés	Centrado en la propulsión espacial

1.11. Objetivos formativos

1.11.a) Principales objetivos formativos del título

El Máster U. en Ingeniería Espacial (Master in Space Engineering, MiSE en sus siglas en inglés), pretende ofrecer la formación integral requerida por el Sector Espacial, desarrollando un perfil de Ingeniero Espacial que aúne habilidades que actualmente aportan separadamente diversas profesiones. En concreto, se propone un Máster profesional de carácter especializado en Tecnología Espacial que forma en las habilidades y competencias en el ámbito espacial de, por un lado, el ingeniero aeronáutico, centradas en el vehículo espacial como conjunción de subsistemas y su dinámica de actitud y orbital, y por otro, el ingeniero de telecomunicaciones, centradas en el control, la comunicación con Tierra, la manipulación y transmisión de datos, y las aplicaciones.

El MiSE no es pues un máster habilitante para ejercer una profesión regulada sino un programa formativo sustentado en un compendio parcial de competencias de al menos dos de ellas, con el objetivo de formar un profesional requerido por un sector industrial innovador y en alza. El carácter no habilitante y multidisciplinar del máster facilita asimismo considerar un perfil menos restrictivo de admisión de graduados y ofrecer el máster como una ampliación de estudios para ingenieros aeronáuticos o de telecomunicaciones.

Finalmente, y también con vistas al objetivo profesional del MiSE, se ha buscado que la formación satisfaga adecuadamente dos requisitos importantes: el carácter internacional de los proyectos espaciales (optando por una enseñanza íntegramente

en inglés); la rápida evolución tecnológica y de aplicaciones del sector (ofreciendo para ello un módulo importante de materias optativas); y el enfoque en el desarrollo de proyectos (con una interacción importante con el sector industrial).

En el modelo competencial utilizado a la hora de establecer las competencias que la formación en este máster proporciona a los estudiantes que lo cursan, se ha tenido en cuenta las demandas de la industria espacial, así como los estudios encaminados a evaluar la adecuación de los programas de ingeniería, como recoge el apartado 1.14 de este documento.

Se ha adoptado para esta titulación el modelo de taxonomía de conocimiento propuesto por el programa CDIO. La literatura a este respecto es amplia. Para este trabajo, se ha seguido fundamentalmente Crawley et. al (2017)². El modelo CDIO es aplicable a cualquier enseñanza de ingeniería. Los aspectos específicos de los conocimientos técnicos se enmarcarían en el apartado 1, sobre el conocimiento disciplinar y razonamiento. Para categorizar las disciplinas se ha utilizado la taxonomía de ingeniería espacial desarrollada por la PAE. De esa manera los conocimientos específicos se definen en correspondencia con los 16 dominios tecnológicos y de investigación definidos en la misma³. Por otro lado, las características recogidas en las categorías 2 y 3 responden a las habilidades adquiridas por los egresados, mientras que en la categoría 4 se incluyen las competencias adquiridas, tal y como recoge el capítulo 2 del presente documento.

1.11.b) Objetivos formativos de las menciones o especialidades

NO PROCEDE

1.12. Estructuras curriculares específicas y justificación de sus objetivos

NO PROCEDE

1.13. Estrategias metodológicas de innovación docente específicas y justificación de sus objetivos

NO PROCEDE

1.14. Perfiles fundamentales de egreso a los que se orientan las enseñanzas

En la definición del perfil de los egresados, se ha partido de estudios de la idoneidad de programas existentes para responder a las necesidades del sector; entre ellos, Squires

² Crawley, Edward, et al. "Rethinking engineering education." *The CDIO Approach* Second Edition (2014) Springer.

³ La taxonomía de la PAE sobre espacio puede consultarse en: https://plataforma-aeroeshttps://plataforma-aeroespacial.es/wp-content/uploads/2017/10/PAE-STX-REP-01_03.pdf

et al (2010)⁴ establece una metodología para determinar si las capacidades obtenidas durante el aprendizaje responden a las necesidades de la industria y el gobierno en el área espacial; Mertins et al. (2016)⁵ es relevante por aportar el punto de vista de las enseñanzas de ingeniería espacial en Rusia, describiendo su situación actual y un plan de futuro para su mejora.

Adicionalmente, se han considerado modelos de competencias de la industria espacial. Fundamentalmente, se ha utilizado la clasificación de competencias, habilidades y conocimientos especificadas por la Comisión Europea para la ocupación de “ingeniero de satélites” (ESCO – European Skill/Competences, qualifications and Occupations) ⁶. Para una correcta selección de las competencias y conocimientos adicionales se han utilizado otras fuentes. En particular, para la ingeniería de sistemas espaciales, se ha seguido el Modelo Appel de Competencia de Ingeniería de Sistemas y Gestión de Proyectos de la NASA ⁷.

Por otra parte, se ha considerado un reciente estudio llevado a cabo por el Instituto de la Ingeniería de España acerca de las competencias más demandadas por la industria española en los ingenieros egresados⁸. Además, se han tenido en cuenta los estándares elaborados por el Employment and Training Administration (ETA)⁹, que establece un sistema jerarquizado de competencias globales y generales para toda la industria aeroespacial.

1.14.bis) Actividad profesional regulada habilitada por el título

NO PROCEDE

⁴ Squires, Alice, Wiley Larson, and Brian Sauser. "Mapping space-based systems engineering curriculum to government-industry vetted competencies for improved organizational performance." *Systems Engineering* 13.3 (2010): 246-260.

⁵ Mertins, Kseniya, et al. "Aerospace engineering training: universities experience." *MATEC Web of Conferences*. Vol. 48. EDP Sciences, 2016.

⁶ Excepto “utilizar software de dibujo técnico”

⁷ <https://appel.nasa.gov/competency-model/>

⁸ <https://iies.es/wp-content/uploads/INFORME-COMPETENCIAS-INGENIEROS.pdf>

⁹ <https://www.careeronestop.org/competencymodel/competency-models/aerospace.aspx>

2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

2.1. Conocimientos o contenidos

Este apartado recoge la categoría 1 de la taxonomía CDIO (Technical Knowledge and reasoning). En particular los apartados 1.2. Core Engineering Fundamental Knowledge y 1.3. Advanced Eng. Fundamental Knowledge, Methods, Tools. Por otro lado, para categorizar los conocimientos específicos del área de ingeniería espacial, se ha utilizado la taxonomía ingeniería espacial desarrollada por la Plataforma Aeroespacial Española. De esa manera las competencias específicas se definen en correspondencia con los 16 dominios tecnológicos y de investigación definidos en la misma. La taxonomía de la PAE sobre espacio puede consultarse en: https://plataforma-aeroeshttps://plataforma-aeroespacial.es/wp-content/uploads/2017/10/PAE-STX-REP-01_03.pdf

A continuación, se listan los conocimientos que los estudiantes adquieren en el curso del máster:

- C1. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño del subsistema de guiado, navegación y control de los vehículos espaciales, así como al análisis de misión.
- C2. Comprender y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño del subsistema propulsivo de los vehículos espaciales.
- C3. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño de las estructuras, materiales y mecanismos espaciales.
- C4. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño del subsistema térmico de los vehículos espaciales.
- C5. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis de los sistemas de potencia de los vehículos espaciales.
- C6. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño de las comunicaciones de los sistemas espaciales.
- C7. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño de la aviónica de los vehículos espaciales.
- C8. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño de operaciones y segmento terreno de sistemas espaciales.
- C9. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial al análisis y diseño de sensores e instrumentos utilizados en misiones espaciales.

- C10. Comprender en profundidad y aplicar los conocimientos, métodos y herramientas de la ingeniería espacial a la vigilancia espacial y clean space.

2.2. Habilidades o destrezas

Este apartado recoge las categorías 2 y 3 de la taxonomía CDIO: 2. Personal and professional skills, 3. Interpersonal skills. Son destrezas que permiten desarrollar la actividad profesional de manera eficiente y efectiva. En particular, se incluyen las habilidades relacionadas con: 2.1. Analytical Reasoning and Problem Solving, 2.2.

Experimentation, Investigation and Knowledge Discovery, 2.3 System Thinking, 2.4 Attitudes, Thought and Learning, 2.5 Ethics, Equity and Other Responsibilities, 3.1 Teamwork, 3.2 Communications, 3.3 Communication in Foreign Languages. A continuación, se listan las habilidades que los estudiantes adquieren en el curso del máster:

- H1. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos para proporcionar soluciones originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- H2. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- H3. Capacidad para integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- H4. Capacidad para comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- H5. Habilidad de aprendizaje que permita continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- H6. Capacidad para la formulación, comprobación crítica y defensa de hipótesis, así como el diseño de pruebas experimentales para su verificación.
- H7. Capacidad de realizar juicios de valor y priorizar en la toma de decisiones conflictivas utilizando un el pensamiento sistémico.
- H8. Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema espacial.
- H9. Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinares de manera cooperativa para completar tareas de trabajo.
- H10. Capacidad para manejar el idioma inglés, técnico y coloquial.
- H11. Capacidad para conocer adecuadamente el contexto empresarial del sector profesional, así como conocer y comprender la legislación de aplicación en el ejercicio de la profesión.

2.3. Competencias

Este apartado recoge la categoría 4 de la taxonomía CDIO: 4. Concept, Design, Implement, Operate. Son competencias relacionadas con el ciclo de vida de los productos de ingeniería, y que proporcionan las competencias necesarias para participar de manera eficiente y efectiva en dicho ciclo. En particular, se incluyen las competencias relacionadas con: 4.1 External, Societal and Environmental Context, 4.2 Enterprise and Business Context, 4.3 Conceiving, System Engineering and Management, 4.4 Designing, 4.5 Implementing, 4.6 Operating. A continuación, se listan las competencias que los estudiantes adquieren en el curso del máster:

- CM1. - Capacidad para concebir productos espaciales que respondan a las necesidades de los agentes involucrados, definiendo funciones, conceptos y arquitectura, así como desarrollar la gestión del proyecto.
- CM2. - Capacidad para planificar y desarrollar el diseño de productos espaciales en sus distintas fases
- CM3. - Capacidad para desarrollar un sistema completo de interés que cumpla con las especificaciones de diseño y las expectativas de los interesados. Esto incluye la producción de productos; adquirir, reutilizar o codificar productos; integrar productos en ensamblajes de nivel superior; verificar productos contra especificaciones de diseño; validar los productos contra las expectativas de las partes interesadas; y la transición de productos al siguiente nivel del sistema.
- CM4. - Capacidad para gestionar las actividades técnicas durante el ciclo de vida del proyecto
- CM5. - Capacidad para realizar, presentar y defender un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal, consistente en un proyecto integral de Ingeniería Espacial de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas, se ejercitará a través del Trabajo Fin de Máster.
- CM6. - Capacidad para desarrollar una actividad profesional en una organización, siendo consciente del contexto de negocio y empresa.

2.1. Knowledge

This section includes category 1 of the CDIO taxonomy (Technical Knowledge and reasoning). In particular sections 1.2. Core Engineering Fundamental Knowledge and 1.3. Advanced Eng. Fundamental Knowledge, Methods, Tools. On the other hand, to categorize the specific knowledge of the space engineering area, the space engineering taxonomy developed by the Plataforma Aeroespacial Española (PAE) has been used. Thus, the specific competencies are defined in correspondence with the 16 technological and research domains defined therein. The taxonomy of the PAE on space can be consulted at: https://plataforma-aeroeshttps://plataforma-aeroespacial.es/wp-content/uploads/2017/10/PAE-STX-REP-01_03.pdf

The knowledge that students acquire in the master's course is listed below:

- *C1. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of the guidance, navigation and control subsystem of space vehicles, as well as to mission analysis.*

- *C2. Understand and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of the propulsion subsystem of space vehicles.*
- *C3. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of space structures, materials and mechanisms.*
- *C4. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of the thermal subsystem of space vehicles.*
- *C5. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis of power systems of space vehicles.*
- *C6. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of the communications of space systems.*
- *C7. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of the avionics of space vehicles.*
- *C8. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of operations and the ground segment of space systems.*
- *C9. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to the analysis and design of sensors and instruments used in space missions.*
- *C10. Understand in depth and apply the knowledge, methods and tools of space engineering to space surveillance and clean space.*

2.2. Skills

This section includes categories 2 and 3 of the CDIO taxonomy: 2. Personal and professional skills, 3. Interpersonal skills. They are skills that allow the professional activity to be carried out efficiently and effectively. In particular, skills related to: 2.1. Analytical Reasoning and Problem Solving, 2.2. Experimentation, Investigation and Knowledge Discovery, 2.3 System Thinking, 2.4 Attitudes, Thought and Learning, 2.5 Ethics, Equity and Other Responsibilities, 3.1 Teamwork, 3.2 Communications, 3.3 Communication in Foreign Languages. The skills that students acquire in the master's course are listed below:

- *H1. Ability to apply the knowledge acquired to provide original solutions in the development and/or application of ideas, often in a research context.*
- *H2. Ability to apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or little-known environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their area of study.*
- *H3. Ability to integrate knowledge and face the complexity of formulating judgments based on information that, being incomplete or limited, includes reflections on the social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.*
- *H4. Ability to communicate their conclusions and the ultimate knowledge and reasons that support them to specialized and non-specialized audiences in a clear and unambiguous way.*
- *H5. Learning ability that allows you to continue studying in a way that will have to be largely self-directed or autonomous.*
- *H6. Capacity for the formulation, critical verification and defence of hypotheses, as well as the design of experimental tests for their verification.*
- *H7. Ability to make value judgments and prioritize when making conflicting decisions using systemic thinking.*

- *H8. Ability to analyse and correct the environmental and social impact of the technical solutions of any spatial system.*
- *H9. Ability to work cooperatively in multidisciplinary teams to complete work tasks.*
- *H10. Ability to handle the English language, technical and colloquial.*
- *H11. Ability to adequately know the business context of the professional sector, as well as know and understand the applicable legislation in the exercise of the profession.*

2.3. Competences

This section includes category 4 of the CDIO taxonomy: 4. Concept, Design, Implement, Operate. They are competencies related to the life cycle of engineering products, and which provide the necessary competencies to participate efficiently and effectively in said cycle. In particular, competencies related to: 4.1 External, Societal and Environmental Context, 4.2 Enterprise and Business Context, 4.3 Conceiving, System Engineering and Management, 4.4 Designing, 4.5 Implementing, 4.6 Operating are included. The skills that students acquire in the master's degree are listed below:

- *CM1. - Ability to conceive space products that meet the needs of the agents involved, defining functions, concepts and architecture, as well as developing project management.*
- *CM2. - Ability to plan and develop the design of space products in its different phases*
- *CM3. - Ability to develop a complete system of interest that meets design specifications and stakeholder expectations. This includes the manufacturing of products; purchase, reuse or code products; integrate products into higher level assemblies; verify products against design specifications; validate products against stakeholder expectations; and the transition of products to the next level of the system.*
- *CM4. - Ability to manage technical activities during the project life cycle*
- *CM5. - Ability to carry out, present and defend an original exercise carried out individually before a court, consisting of a comprehensive project of Space Engineering of a professional nature in which the skills acquired in the teachings are synthesized, will be exercised through the Final Master's Project.*
- *CM6. - Ability to develop a professional activity in an organization, being aware of the business and enterprise context.*

TABLA RESUMEN DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y COMPETENCIAS POR MATERIA

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
CONOCIMIENTOS						
C1			X			
C2			X			
C3			X			
C4			X			
C5			X			
C6				X		
C7				X		
C8				X		
C9		X				
C10		X				
HABILIDADES						
H1	X	X	X	X	X	X
H2	X	X	X	X	X	X
H3	X	X	X	X	X	X
H4	X	X	X	X		X
H5	X	X	X	X	X	X
H6			X	X		X
H7	X		X	X		X
H8	X	X			X	X
H9	X	X	X	X		
H10	X	X	X	X	X	X
H11	X	X				
COMPETENCIAS						
CM1	X					
CM2	X					
CM3	X	X	X	X		
CM4	X					
CM5						X
CM6					X	

3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

3.1. Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes

3.1.a) Normativa y procedimiento general de acceso

REQUISITOS DE ACCESO A MÁSTERES UNIVERSITARIOS

1) Estar en posesión de alguno de los siguientes títulos (de acuerdo a lo establecido en el artículo 18 del RD 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad):

- Título universitario oficial de Graduada o Graduado español o equivalente, o en su caso disponer de otro título de Máster Universitario, o títulos del mismo nivel que el título español de Grado o Máster expedidos por universidades e instituciones de educación superior de un país del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) que en dicho país permita el acceso a los estudios de Máster.
- Título de sistemas educativos ajenos al EEES equivalentes al título de Grado, sin necesidad de la homologación del título, pero sí de comprobación por parte de la universidad del nivel de formación que implican, siempre y cuando en el país donde se haya expedido dicho título permita acceder a estudios de nivel de postgrado universitario.

Los requisitos de acceso al título se encuentran publicados en la web de cada programa de Máster, dentro de la pestaña de Admisión y se proporciona información de la misma a través del buzón de Admisión (admission@postgrado.uc3m.es) y de los diferentes canales de contacto (<https://www.uc3m.es/postgrado/contacto>) a todos los estudiantes interesados en la misma.

Se amplía esta información para estudiantes que hayan realizado estudios fuera de España a través de la siguiente web:

<https://www.uc3m.es/postgrado/estudiante-internacional/legalizacion-titulos-extranjeros>.

2) Requisitos específicos del Máster Universitario en Ingeniería Espacial – Master in Space Engineering:

Para acceder al Máster en Ingeniería Espacial – Master in Space Engineering se debe estar en posesión de un grado perteneciente a la siguiente rama:

- Grado en la rama de Ingeniería Aeroespacial

También sería posible acceder, tras haber cursado seis créditos de complementos formativos, teniendo un grado de las siguientes ramas:

- Grado en la rama de Ingeniería de Telecomunicación

- Grado en la rama de Ingeniería Industrial
- Grado en la rama de Ingeniería Física o de Física Aplicada

Requisitos de idioma:

Es necesario acreditar un nivel mínimo de conocimiento de la lengua inglesa equivalente al B2 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.

Ver normativa sobre requisitos de idioma inglés de la Universidad:

<https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371232538908/>

REQUIREMENTS FOR ACCESS TO UNIVERSITY MASTER'S DEGREES

1) To be in possession of any of the following qualifications (in accordance with the provisions of article 18 of RD 822/2021, of September 28th, which establishes the organization of university education and the insurance procedure of its quality):

- Official university degree of Spanish Graduate or equivalent, or if applicable, have another University Master's degree, or degrees of the same level that the Spanish Bachelor's or Master's degree issued by universities and higher education institutions of a country of the EHEA (European Space of Higher Education) that grants access to Master studies.
- Degree from educational systems outside the EHEA equivalent to the Bachelor's degree, exempting the need for the homologation of the degree. The university will verify the level of education training of the degree, provided that in the country where the degree has been issued allows access to graduate studies.

The requirements for access to the degree are published on the website of each Master's program, in the Admission tab of each Master's degree program. Information is provided information is provided through the Admissions mailbox (admission@postgrado.uc3m.es) and the different contact channels (<https://www.uc3m.es/postgraduate/contact>) to all interested students.

More information for students who have studied outside Spain can be found on the following link: <https://www.uc3m.es/postgraduate/international-student/legalization-foreign-degrees>.

2) Specific requirements of the Master's Degree in Space Engineering:

The entry profiles for this Master are:

- Degree in Aerospace Engineering branch

Entry profiles also suitable for this master after following six credits of training complements are:

- Degree in Telecommunications Engineering branch
- Degree in Industrial Engineering branch
- Degree in Physics Engineering branch or Applied Physics

Language requirements:

Accredit a minimum level of knowledge of the English language equivalent to B2 of the Common European framework of Reference for Languages.

See regulations on English language requirements of the University:

<https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/TextoMixta/1371232538908/>

3.1.b) Criterios y procedimiento de admisión a la titulación

PERFIL DE INGRESO:

El alumno que quiera cursar este Máster debe tener una buena formación en las ciencias de la ingeniería, principalmente en matemática aplicada, mecánica, electromagnetismo, electrónica, materiales y termodinámica. Es obviamente necesario un conocimiento adecuado del idioma de impartición del máster, el inglés. Asimismo, dada la metodología de enseñanza deberá tener aptitud para el trabajo en equipo, dotes de comunicación y capacidad de esfuerzo en el trabajo. El interés por la ingeniería espacial es igualmente necesario, así como la creatividad, la imaginación, la innovación y la motivación por el aprendizaje continuo.

INCOME PROFILE:

Students with a good background in engineering sciences, mainly in applied mathematics, mechanics, electromagnetism, electronics, materials and thermodynamics. It is obviously necessary an adequate knowledge of the language of the master's degree, English. Also, given the teaching methodology, they should have an aptitude for teamwork, communication skills and the ability to work hard. An interest in space engineering is also required, as well as creativity, imagination, innovation and motivation for continuous learning.

CRITERIOS DE ADMISIÓN:

CRITERIOS DE ADMISIÓN	PONDERACIÓN
Expediente académico de los estudios del acceso	<i>E</i> ; Máximo = 100
Nivel de conocimiento de inglés superior a B2	Máximo = 0.2 <i>E</i>
Otros méritos	Máximo = 0.2 <i>E</i>

La idoneidad y ordenamiento de los candidatos se realizará de acuerdo a:

- Expediente académico del grado que motiva el acceso. La valoración numérica tendrá en cuenta: la nota media, el número de años requeridos para conseguir el título, y la adecuación del programa de estudios seguidos al programa del máster.
- Nivel de inglés. Se valorarán niveles superiores al B2. El máximo de esta valoración será un 20% de la valoración del expediente académico.
- Otros méritos. Estos incluyen otros estudios académicos, experiencia profesional e investigadora, becas y premios recibidos, carta de motivación, cartas de recomendación, otros idiomas, etcétera. El máximo de esta valoración será un 20% de la valoración del expediente académico.

ADMISSION CRITERIA:

ADMISSION CRITERIA	WEIGHTING
Academic record of access studies	<i>E</i> ; Maximum = 100

Level of English knowledge higher than B2	Maximum = 0.2 E
Other merits	Maximum = 0.2 E

The suitability and ordering of the candidates will be done according to:

- Academic record of the degree that motivates access. The numerical assessment will take into account: the average grade, the number of years required to obtain the degree, and the adaptation of the program of studies followed to the master's program.
- English level. Levels higher than B2 will be valued. The maximum of this assessment will be 20% of the evaluation of the academic record.
- Other merits. These include other academic studies, professional and research experience, scholarships and awards received, letter of motivation, letters of recommendation, other languages, and so on. The maximum of this assessment will be 20% of the evaluation of the academic record.

PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN:

El futuro estudiantado realiza su solicitud de admisión *online* al máster o másteres de su elección. Una vez confirmada por medio de la aplicación informática, el personal de administración y servicios del Centro de Postgrado revisa la misma a los efectos de verificar el correcto envío de la documentación necesaria, que estará publicada en la página web del Máster, contactando con el estudiante en caso de necesidad de subsanación de algún documento, o validando la candidatura en caso de estar completa.

La Uc3m establece un período ordinario de solicitud de admisión que comprende de diciembre a mayo. Después, puede iniciarse un periodo extraordinario hasta el mes de septiembre en caso de no estar cubiertas todas las plazas ofertadas según la titulación.

La solicitud de admisión validada pasará al Comité de Dirección, que estudiará la candidatura en base a los criterios y ponderaciones indicados anteriormente, primando la objetividad. Los Criterios de Admisión permiten al estudiante conocer, de forma pública y transparente, sus posibilidades de ser admitido al programa y, al mismo tiempo, permiten al Comité de Dirección realizar una relación ordenada de los candidatos según las valoraciones obtenidas por ellos.

A continuación, se procederá a comunicar al estudiante su admisión al Máster, la denegación de admisión motivada o su inclusión en una lista de espera provisional.

Los diferentes pasos para el proceso de admisión, así como el enlace directo para acceder a la aplicación *online*, se explican de forma secuenciada en el siguiente enlace:

<https://www.uc3m.es/postgrado/admision/proceso>

En el margen derecho de la mencionada web, se indican diferentes enlaces y guías para que el estudiante sepa cómo manejar la aplicación informática que le permitirá realizar la solicitud y pagar la reserva de plaza.

Además, se proporcionan diversos enlaces a información de apoyo que remiten a otras partes del proceso y que son especialmente relevantes en varias de sus fases

posteriores: matrícula, ayudas al estudio o trámites de visado para estudiantes internacionales.

ADMISSION PROCESS

Prospective students apply online for admission to the master's degree(s) of their choice. Once confirmed through the application platform, the administration and services staff of the Graduate School reviews it to verify the correct submission of the necessary documentation, which will be published on the website of the Master, contacting the student in case of need of correction of any document, or validating the application if it is complete.

UC3M opens the ordinary admission application period from December to May. Afterwards, an extraordinary admission period may be opened until the month of September if not all the Master places offered are covered.

The validated application for admission will be submitted to the Management Committee, which will study the application based on the criteria indicated above, in an objective and impartial manner. The Admission criteria allow the student to know, in a public and transparent way, their chances of being admitted to the program and, at the same time, allow the Management Committee to make a list of the candidates sorted by the evaluations obtained.

The student will then be notified of: his or her admission to the Master's program; a reasoned refusal of admission; or inclusion on a provisional waiting list.

The different steps for the admission process, as well as the direct link to access the online application, are explained at the following link:

<https://www.uc3m.es/postgraduate/admission/process>

In the right margin of the mentioned web, different links and guides are indicated so that the student learns how to use the application platform that will allow him or her to make the application and pay the reservation fee.

In addition, various links are provided to support information that refer to other parts of the process and that are especially relevant in its subsequent phases: enrollment, scholarships or visa procedures for international students.

COMPLEMENTOS FORMATIVOS / *COMPLEMENTARY TRAINING COURSES.*

Los estudiantes que posean un grado en una de las siguientes ramas tendrán que cursar 6 créditos de complementos formativos:

- Grado en la rama de Ingeniería de Telecomunicación
- Grado en la rama de Ingeniería Industrial
- Grado en la rama de Ingeniería Física o de Física Aplicada

The next entry profiles will have to follow six credits of training complements:

- *Degree in Telecommunications Engineering branch*
- *Degree in Industrial Engineering branch*
- *Degree in Physics Engineering branch or Applied Physics*

DENOMINACIÓN DE LOS COMPLEMENTOS FORMATIVOS				
Introduction to Spacecraft and Space Dynamics				
NÚMERO DE CRÉDITOS ECTS		CARÁCTER DE LA MATERIA		
6		Complemento Formativo		
RESULTADOS DE APRENDIZAJE QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE				
<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrate the fundamental laws of spacecraft motion and attitude dynamics. - Identify the main characteristics, elements, and subsystems of a space vehicle - Understand the basic principles of rocket propulsion 				
ACTIVIDADES FORMATIVAS DE LA MATERIA INDICANDO SU CONTENIDO EN HORAS Y % DE PRESENCIALIDAD				
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS TOTALES	HORAS PRESENCIALES		
AF1 – Clases teoría	60	30		
AF5 – Tutorías	32	16		
AF7 – Trabajo individual del estudiante	56	0		
AF8 – Actividades de evaluación	2	2		
TOTAL	150	48		
SISTEMAS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN. INDICAR SU PONDERACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA				
Cód. Act.	Sistema de Evaluación	Ponderación		
		Máxima	Mínima	
SE2	Trabajos individuales o en grupo realizados durante el curso	0.6	0.4	
SE3	Examen final	0.6	0.4	
ASIGNATURAS DE LA MATERIA				
Asignatura	Créditos	Cuatrim	Carácter	Idioma
Introduction to spacecraft and space dynamics <i>Introducción a los vehículos y dinámica espaciales</i>	6	-	CF	Inglés

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS	
Introduction to spacecraft and space dynamics. The program of the subject includes:	
1	Introduction to Space Missions.
2	Motion in Space. Two Body Problem.
3	Orbital Elements. Types of orbits. Type of missions (LEO, MEO, GEO).
4	Principles of Rocket Propulsion
5	Orbital Maneuvering.
6	Perturbation Methods in solving space engineering problems.
7	Introduction to Space Vehicles.
8	Space Subsystems.
9	Principles of Space Thermal Analysis and Space Structure.
LENGUAS EN QUE SE IMPARTIRÁ LA MATERIA	
Inglés	

3.2. Criterios para el reconocimiento y transferencias de créditos

<https://www.uc3m.es/postgrado/matricula/reconocimiento-creditos>

TABLA 3. Criterios específicos para el reconocimiento de créditos

Reconocimiento por enseñanzas superiores no universitarias:	0 ECTS
NO PROCEDE	
Reconocimiento por títulos propios:	13 ECTS
Podrá reconocerse cualquier materia del plan de estudios del máster, a excepción del TFM, que sea equiparable en carga crediticia, contenidos, competencias y resultados de aprendizaje a la cursada en el título propio correspondiente.	
Reconocimiento por experiencia profesional o laboral:	0 ECTS
NO PROCEDE	

**Como se recoge en el RD 822/2021 en su artículo 10.5 "El volumen de créditos reconocibles a partir de la experiencia profesional o laboral o aquellos procedentes de estudios universitarios no oficiales (propios o de formación permanente) no podrá superar, globalmente, el 15 por ciento del total de créditos que configuran el plan de estudios del título que se pretende obtener."*

3.3. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

Movilidad Erasmus + Máster UC3M

El programa Erasmus+, en vigor desde 2021 hasta 2027, permite a los estudiantes de Máster Universitario en Ingeniería Espacial de la UC3M, cursar un cuatrimestre en alguna de las prestigiosas universidades europeas con las que la universidad mantiene acuerdos.

Las plazas se ofrecen en convocatoria pública anual y son adjudicadas a los estudiantes con mejor expediente y que han superado el umbral de idioma (inglés, francés, portugués, italiano y alemán) exigido por la universidad de destino.

En la convocatoria para el curso 2022/23 la UC3M ofrece a sus estudiantes 97 plazas en 40 universidades europeas de 9 países. De ellas, se ofertan a alumnos del Master Universitario en Ingeniería espacial 15 plazas en 7 universidades europeas de 4 países.

Estudiantes internacionales en la UC3M (incoming)

De la misma forma, el Master Universitario en Ingeniería Espacial recibe estudiantes internacionales con los que la UC3M mantiene acuerdos. La gestión de los estudiantes incoming es realizada por la Oficina Internacional de la UC3M.

4. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

4.1. Estructura básica de las enseñanzas

4.1.a) Resumen del plan de estudios

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS	
Créditos obligatorios	63
Créditos optativos	15
Créditos Prácticas externas	0
Créditos TFM	12
TOTAL CRÉDITOS	90

Tabla 4a. Resumen del plan de estudios (estructura cuatrimestral)

	Cuatrimestre 1			Cuatrimestre 2		
Curso 1	ECTS: 30			ECTS: 30		
	ASIGNATURAS	Tipo	ECTS	ASIGNATURAS	Tipo	ECTS
	Space Project Management Gestión de proyectos espaciales	0	3	Attitude dynamics and Guidance Navigation and Control Dinámica de actitud y guiado, navegación y control	0	3
	Space Environment Entorno Espacial	0	3	Spacecraft Pre-design Prediseño de vehículos espaciales	0	6
	Antennas and Radio Propagation Antenas y propagación radio	0	3	Space Electronics Electrónica espacial	0	3
	Space Propulsion Propulsión Espacial	0	3	Space Systems Engineering Ingeniería de sistemas espaciales	0	3
	Spacecraft Structures Estructuras de vehículo espacial	0	2	Onboard Data Handling and Telemetry Gestión de datos a bordo y telemetría	0	3
	Power Subsystem Subsistema de potencia	0	2	Ground Segment and Operations Segmento terreno y operaciones	0	3
	Thermal Subsystem Subsistema térmico	0	2	Global Navigation Satellite Systems and Telecommunication Systems Sistemas globales de navegación por satélite y sistemas de telecomunicaciones	0	3
	Orbital dynamics Dinámica Orbital	0	3	Remote sensing, and scientific missions Teledetección y misiones científicas	0	3
	Telecommunications and Signal Processing Telecomunicaciones y procesado de señal	0	3			
	Onboard spacecraft software Software espacial embarcado	0	3			
	Complements to telecommunications engineering Complementos de ingeniería de la telecomunicación	0	3			

		Space Safety Seguridad Espacial	0	3
	Cuatrimestre 1	Cuatrimestre 2		
Curso 2	ECTS: 30			
	ASIGNATURAS	Tipo	ECTS	
	Seminars on Advanced Topics Seminarios en materias avanzadas	0	3	
	Launchers and Re-entry Lanzadores y re-entrada	OP	3	
	Physics of Plasma Propulsion Física de la propulsión por plasma	OP	3	
	Space robotics & Automation Robótica y automatización espaciales	OP	3	
	Entrepreneurship & Innovation Emprendimiento e innovación	OP	3	
	Space Science Ciencia Espacial	OP	3	
	Earth Observation Data Processing Procesado de datos de observación de la Tierra	OP	3	
	Manufacturing, Integration & Testing Fabricación, integración y testing	OP	3	
	Big Data for Space Missions Big Data para misiones espaciales	OP	3	
	Advanced Design Methods Métodos de diseño avanzado	OP	3	
	Data-intensive space engineering Ingeniería espacial con uso intensivo de datos	OP	3	
	Aerospace Engineering in Practice Ingeniería aeroespacial en la práctica	OP	3	
	Master Thesis Trabajo Fin de Máster	TFM	12	

Tabla 4b. Resumen del plan de estudios por materias y asignaturas

MATERIA	ASIGNATURA	ECTS	Tipo	CT	Curso
MATERIA 1 (M1): SYSTEM ENGINEERING / INGENIERÍA DE SISTEMAS	(M1.A1) Space systems Engineering / Ingeniería de sistemas espaciales	3	0	2	1
	(M1.A2) Space Project Management / Gestión de proyectos espaciales	3	0	1	1
	(M1.A3) Spacecraft Predesign / Prediseño de vehículos espaciales	6	0	2	1
TOTAL ECTS MATERIA		12			
MATERIA 2 (M2): APPLIED TECHNOLOGIES / TECNOLOGÍAS APLICADAS	(M2.A1) Global Navigation Satellite Systems and Telecommunication Systems / Sistemas globales de navegación por satélite y sistemas de telecomunicaciones	3	0	2	1
	(M2.A2) Remote sensing, and scientific missions / Teledetección y misiones científicas	3	0	2	1
	(M2.A3) Space Safety / Seguridad Espacial	3	0	2	1
TOTAL ECTS MATERIA		9			
MATERIA 3 (M3): SPACECRAFT AND DYNAMICS / VEHÍCULOS ESPACIALES Y DINÁMICA	(M3.A1) Orbital Dynamics / Dinámica orbital	3	0	1	1
	(M3.A2) Space Environment / Entorno espacial	3	0	1	1
	(M3.A3) Space Propulsion / Propulsión espacial	3	0	1	1
	(M3.A4) Spacecraft Structure / Estructura de vehículo espacial	2	0	1	1
	(M3.A5) Attitude dynamics and Guidance Navigation and Control / Dinámica de actitud y guiado, navegación y control	3	0	2	1
	(M3.A6) Thermal Subsystem / Subsistema térmico	2	0	1	1
	(M3.A7) Power Subsystem / Subsistema de potencia	2	0	1	1
TOTAL ECTS MATERIA		18			
MATERIA 4 (M4): SPACE COMMUNICATION, SOFTWARE AND ELECTRONICS / ELECTRÓNICA, SOFTWARE Y COMUNICACIONES ESPECIALES	(M4.A1) Antennas and Radio Propagation / Antenas y propagación	3	0	1	1
	(M4.A2) Telecommunications and Signal Processing / Telecomunicaciones y procesado de señal	3	0	1	1
	(M4.A3) Onboard Data Handling and Telemetry / Gestión de datos abordo y telemetría	3	0	2	1
	(M4.A4) Space Electronics / Electrónica espacial	3	0	2	1
	(M4.A5) Onboard spacecraft software / Software espacial embarcado	3	0	1	1

	(M4.A6) Ground Segment and Operations / Segmento terreno y operaciones	3	0	2	1
	(M4.A7) Complements to telecommunications engineering / Complementos de ingeniería de la telecomunicación	3	0	1	1
TOTAL ECTS MATERIA		21			
MATERIA 5 (M5): ADVANCED TOPICS IN SPACE ENGINEERING / MATERIAS AVANZADAS EN INGENIERÍA ESPACIAL	(M5.A1) Seminars on Advanced Topics / Seminarios en materias avanzadas	3	0	1	2
	(M5.A2) Launchers and Re-entry / Lanzadores y re-entrada	3	OP	1	2
	(M5.A3) Physics of Plasma Propulsion / Física de la propulsión por plasma	3	OP	1	2
	(M5.A4) Space robotics & Automation / Robótica y automatización espaciales	3	OP	1	2
	(M5. A5) Entrepreneurship & Innovation / Emprendimiento e innovación	3	OP	1	2
	(M5.A6) Space Science / Ciencia Espacial	3	OP	1	2
	(M5.A7) Earth Observation Data Processing / Procesado de datos de observación de la Tierra	3	OP	1	2
	(M5.A8) Manufacturing, Integration & Testing / Fabricación, integración y testing	3	OP	1	2
	(M5. A9) Big Data for Space Missions / Big Data para misiones espaciales	3	OP	1	2
	(M5.A10) Advanced Design Methods / Métodos de diseño avanzado	3	OP	1	2
	(M5.A11) Data-intensive space engineering / Ingeniería espacial con uso intensivo de datos	3	OP	1	2
	(M5.A12) Aerospace Engineering in Practice / Ingeniería aeroespacial en la práctica	3	OP	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		36			
MATERIA 6 (M6): TRABAJO FIN DE MÁSTER / MASTER THESIS	(M6.A1) Master Thesis / Trabajo fin de máster	12	TFM	1	2
TOTAL ECTS MATERIA		12			

4.1.b) Plan de estudios detallado

Plan de estudios detallado

Materia 1 (M1): SYSTEM ENGINEERING/ INGENIERÍA DE SISTEMAS					
Número de créditos ECTS	12				
Tipología	Obligatoria				
Organización temporal	1º y 2º cuatrimestre / first and second semester				
Resultados del aprendizaje	H1, H2, H3, H4, H5, H7, H8, H9, H10, H11 CM1, CM2, CM3, CM4				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad			Horas totales	Horas presenciales (8-12)
	AF1			40	40
	AF2			23	23
	AF4			30	30
	AF6			34	0
	AF7			200	0
	AF8			20	20
	Total		347	113	
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE2			40	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M1.A1) Space systems Engineering / Ingeniería de sistemas espaciales	3	2	0	Inglés
	(M1.A2) Space Project Management / Gestión de proyectos espaciales	3	1	0	Inglés
	(M1.A3) Spacecraft Predesign / Prediseño de vehículos espaciales	6	2	0	Inglés
Contenidos	<p><u>Common topics:</u> Subjects in this matter provide students with a solid understanding of systems engineering, requirements, verification and validation, as well as space project management. It allows presenting the breakdown of a spatial system into segments and subsystems, useful for understanding the rest of the subjects. It provides the tools that will be applied in the preliminary design and then in the design project.</p> <p><u>Specific topics of each subject:</u> (M1.A1) 1. Project Phases and System Life Cycle 2. Concurrent Engineering 3. System Requirements 4. System Architectures</p>				

	<ol style="list-style-type: none"> 5. System Design 6. System Thinking and Evaluation of Systems 7. System Model philosophy 8. Verification and Validation 9. Human Error and Its Amelioration 10. Organizational and Individual Decision Making 11. System Re-engineering <p>(M1.A2)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Management <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Project Planning: Planning for Action 1.2. Risk Management & Contingencies 1.3. Cost Management 1.4. Team Management 1.5. Contract Management 1.6. Funding Opportunities 2. Product Assurance <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Total Quality Management (audits, NRC accounting) 2.2. EEE parts management 2.3. Materials and processes 2.4. Reliability, Maintainability, and Availability 3. Configuration Management <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Documentation and Baseline Management 3.2. Configuration Control and Accounting <p>(M1.A3)</p> <p>Practical course where students prepare a full pre-design of a space mission. The lessons of the course on space systems engineering and the course on project management are applied here. The lessons of the subsystem-related courses (already covered or being covered simultaneously) are applied here too. The pre-design project is carried out in groups of students, where each student has a well-defined role (project manager, power engineer, telecommunications engineer, thermal control engineer, etc). The project includes the requirement flow-down on the system and its parts, the sizing of the spacecraft subsystems.</p>
--	---

Materia 2 (M2): APPLIED TECHNOLOGIES/TECNOLOGÍAS APLICADAS			
Número de créditos ECTS	9		
Tipología	Obligatoria		
Organización temporal	2º cuatrimestre / Second semester		
Resultados del aprendizaje	C9, C10 H1, H2, H3, H4, H5, H8, H9, H10, H11 CM3		
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5		
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)
	AF1	47	47
	AF2	17	17

	AF3		7	7	
	AF6		25	0	
	AF7		150	0	
	AF8		12	12	
		Total	258	83	
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE2			40	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M2.A1) Global Navigation Satellite Systems and Telecommunication Systems / Sistemas globales de navegación por satélite y sistemas de telecomunicaciones	3	2	0	Inglés
	(M2.A2) Remote sensing, and scientific missions / Teledetección y misiones científicas	3	2	0	Inglés
	(M2.A3) Space Safety / Seguridad Espacial	3	2	0	Inglés
Contenidos	<p><u>Common topics to all the subjects, as indicated in the learning outcomes, are related to the social and business context of space engineering.</u></p>				
	<p><u>Specific topics of each subject:</u></p> <p>(M2.A1)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to Satellite Navigation: history, typology 2. GNSS: General Overview and Systems in Use 3. Time and Reference Frameworks 4. Measurements and Error Sources 5. Position, Velocity and Time Computation 6. Augmentation Systems (EGNOS, WAAS, MSAS, etc.) 7. Market and Applications of GNSS (SAR, LBS, Aeronautics, etc.) 8. Case of Study: GALILEO (Architecture, Signals, Receivers, etc.) 9. SatComms in the telecommunications world and SatComm services 10. Markets of Satellite Communication Systems and services 11. Satellite Communication systems architecture, characteristics, orbits, frequency bands and performance 12. Satellite Communication Payload technology and On-Board processing 13. Satellite Communication ground segment 14. Satellite Communication operations, users and receivers 15. Satellite communications international coordination groups 16. New trends and Global SatComm constellations 17. European Data Relay System 18. SatComm and 5G <p>(M2.A2)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to Satellite Remote Sensing: definition, history, advantages, legal aspects 				

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Remote Sensing Fundamentals: electromagnetic spectrum, atmospheric interactions, acquisition geometry, spatial, temporal and spectral resolution 3. Concept of Operations (from mission requirements to final implementation) 4. Types of instruments 5. Payload Data Ground Segment (PDGS) components 6. Geographic Information Systems (GIS) 7. Programmatic: Market and Applications of Remote Sensing, Earth Observation Programmes (Copernicus, GMES, GEOSS, etc.) 8. Introduction to Scientific Missions: definition, architecture, advantages of space observatories 9. Space Astronomy Instrumentation: telescopes, spectrometers, particle detectors, plasma diagnostic, gravitational waves, ... <p>(M2.A3)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Space Situational Awareness. Definition and history 2. Space Surveillance and Tracking 3. NEOs 4. Space Weather
--	---

Materia 3 (M3): SPACECRAFT AND DYNAMICS / VEHÍCULOS ESPACIALES Y DINÁMICA			
Número de créditos ECTS	18		
Tipología	Obligatoria		
Organización temporal	1º y 2º cuatrimestre / first and second semester		
Resultados del aprendizaje	C1, C2, C3, C4, C5 H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H9, H10 CM3		
Metodologías docentes	MD1, MD3, MD5		
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)
	AF1	82	82
	AF2	23	23
	AF3	23	23
	AF4	14	14
	AF6	50	0
	AF7	300	0
	AF8	24	24
	Total	516	166
Sistemas de evaluación	Denominación	Mínimo	Máximo
	SE2	40	100

	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M3.A1) Orbital Dynamics / Dinámica orbital	3	1	0	Inglés
	(M3.A2) Space Environment / Entorno espacial	3	1	0	Inglés
	(M3.A3) Space Propulsion / Propulsión espacial	3	1	0	Inglés
	(M3.A4) Spacecraft Structure / Estructura de vehículo espacial	2	1	0	Inglés
	(M3.A5) Attitude dynamics and Guidance Navigation and Control / Dinámica de actitud y guiado, navegación y control	3	2	0	Inglés
	(M3.A6) Thermal Subsystem / Subsistema térmico	2	1	0	Inglés
	(M3.A7) Power Subsystem / Subsistema de potencia	2	1	0	Inglés
Contenidos	<p><u>Common topics:</u> The subjects in this matter provide the necessary knowledge for a correct understanding of space vehicles, subsystems of space platforms and their dynamics.</p> <p><u>Specific topics of each subject:</u></p> <p>(M3.A1)</p> <ol style="list-style-type: none"> Two Body Problem Orbital Maneuvering Relative Motion Central Body Gravity Field Special Perturbation Techniques Patched Conics Three Body Problem Nonlinear Dynamical Systems <p>(M3.A2)</p> <ol style="list-style-type: none"> Introduction Neutral Upper Atmosphere, ionosphere and magnetosphere Interplanetary medium. Solar wind and solar activity (Space weather) Space debris and micrometeoroids Plasma/Spacecraft charging and material contamination Space environment modelling: gravitational and magnetic fields, solar radiation, particle radiations, space debris. Vacuum and microgravity. Effects on humans and spacecraft <p>(M3.A3)</p> <ol style="list-style-type: none"> Fundamentals of Rocket Propulsion 				

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mission Requirements 3. Chemical Propulsion 4. Electric Propulsion 5. Advanced Propulsion Concepts 6. Spacecraft Propulsion Subsystem <p>(M3.A4)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction. Structural requirements and constrains 2. Structural Loads: Static & Dynamic 3. Mechanics of Materials 4. Strength & Structural Life Analysis 5. Structural Design 6. Mechanisms & Deployables <p>(M3.A5)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction. Modeling and simulation 2. Requirements on AOCS 3. The kinematics, dynamics and control of 6-DOF motion 4. Navigation by star sight, inertial systems and radio systems (GPS, ranging, doppler, delta-DOR) 5. Inertial sensors 6. State Estimation, Probability, Stochasticity and the Kalman Filter 7. Control Theory and Optimal Control 8. Case Study: Hardware on-the-loop AOCS with a hexapod <p>(M3.A6)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction. Thermal Control 2. Thermal Loads 3. Thermal Modelling 4. Thermal Subsystem Design 5. Thermal Subsystem Testing 6. Normative (ECSS standards) <p>(M3.A7)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to Power Subsystem 2. Primary power sources 3. Energy Storage 4. Power regulation and Control
--	--

Materia 4 (M4): SPACE COMMUNICATION, SOFTWARE AND ELECTRONICS / ELECTRÓNICA, SOFTWARE Y COMUNICACIONES ESPECIALES

Número de créditos ECTS	21
Tipología	Obligatoria
Organización temporal	1º y 2º cuatrimestre / first and second semester
Resultados del aprendizaje	C6, C7, C8 H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H9, H10 CM3

Metodologías docentes	MD1, MD3, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad		Horas totales	Horas presenciales (8-12)	
	AF1		112	112	
	AF2		27	27	
	AF3		22	22	
	AF4		3	3	
	AF6		58	0	
	AF7		350	0	
	AF8		28	28 24	
		Total		600	192
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE2			40	100
	SE3			0	60
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	(M4.A1) Antennas and Radio Propagation / Antenas y propagación	3	1	0	Inglés
	(M4.A2) Telecommunications and Signal Processing / Telecomunicaciones y procesado de señal	3	1	0	Inglés
	(M4.A3) Onboard Data Handling and Telemetry / Gestión de datos abordo y telemetría	3	2	0	Inglés
	(M4.A4) Space Electronics / Electrónica espacial	3	2	0	Inglés
	(M4.A5) Onboard spacecraft software / Software espacial embarcado	3	1	0	Inglés
	(M4.A6) Ground Segment and Operations / Segmento terreno y operaciones	3	2	0	Inglés
	(M4.A7) Complements to telecommunications engineering / Complementos de ingeniería de la telecomunicación	3	1	0	Inglés
Contenidos	<p>Common topics: The subjects in this matter provide adequate knowledge about the communication systems of satellites, their physical principles and the operation of ground stations. In the same way, the student acquires the</p>				

necessary knowledge to understand the functioning of space electronics and on-board software.

Specific topics to each subject:

(M4.A1)

1. Basic transmission theory: satellite link design
2. Noise considerations
3. Radiofrequency subsystems:
4. Antennas: analysis and design considerations
5. Radiowave propagation
6. Overall link performance

(M4.A2)

1. Introduction to satellite communications
2. Modulation and multiplexing techniques for satellite links
3. Multiple access
4. Encoding and error correction techniques
5. Overall Link performance
6. Satellite networks

(M4.A3)

1. Onboard Data Handling Architectures
2. Onboard Communications
3. Packet Utilization Service:
4. Onboard telemetries and its management
5. Failure Detection Isolation & Recovery
6. Onboard Redundancy & Reconfiguration
7. Data Handling Budgets
8. Data Handling Development Cycle
9. Space signal encryption
10. Inter Satellite Networks
11. Onboard Data Handling in New Space

(M4.A4)

1. Introduction
2. Electronic technology and manufacturing
3. Environmental effects on electronics
4. Circuit development for space applications
5. Radiation Hardening
6. Advanced topics and emerging trends

(M4.A5)

1. Introduction to real-time systems
2. Software engineering for real-time systems
3. Real Time embedded systems design
4. Task Scheduling
5. Verification and validation of critical real-time systems

(M4.A6)

1. Introduction to Ground Segment and Operations
2. Flight Dynamics Systems
3. Satellite Control Systems
4. Mission Planning

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Satellite Simulator 6. Payload data 7. Ground Stations 8. Operations <p>(M4.A7)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Theory of communication <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Sources. Concept of signal. 1.2. Coding and encryption 1.3. Analog and digital modulations 1.4. Multiplexation techniques and access methods 1.5. Communication channel. Effects (distortion, interference, noise, . . .) 1.6. Detection 1.7. Limitations of a communication system: noise and interference 2. Transmitters and receivers Features. Block diagrams. <ol style="list-style-type: none"> 2.2. Types. 3. Channel. Characteristics of electromagnetic propagation (guided and radio). Link budget.
--	---

Materia 5 (M5): ADVANCED TOPICS IN SPACE ENGINEERING / MATERIAS AVANZADAS DE LA INGENIERÍA ESPACIAL					
Número de créditos ECTS	36				
Tipología	Mixta				
Organización temporal	1º cuatrimestre / first semester				
Resultados del aprendizaje	H1, H2, H3, H5, H8, H10, CM6				
Metodologías docentes	MD1, MD2, MD3, MD4, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad	Horas totales	Horas presenciales (8-12)		
	AF1	147	147		
	AF2	73	73		
	AF3	18	18		
	AF4	18	18		
	AF6	122	0		
	AF7	526	0		
	AF8	44	44		
	Total	948	300		
Sistemas de evaluación	Denominación	Mínimo	Máximo		
	SE2	40	100		
	SE3	0	60		
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma

	(M5.A1) Seminars on Advanced Topics / Seminarios en materias avanzadas	3	1	0	Inglés
	(M5.A2) Launchers and Re-entry / Lanzadores y re-entrada	3	1	OP	Inglés
	(M5.A3) Physics of Space Plasma Propulsion / Física de la propulsión espacial	3	1	OP	Inglés
	(M5.A4) Space robotics & Automation / Robótica y automatización espaciales	3	1	OP	Inglés
	(M5. A5) Entrepreneurship & Innovation / Emprendimiento e innovación	3	1	OP	Inglés
	(M5.A6) Space Science / Ciencia Espacial	3	1	OP	Inglés
	(M5.A7) Earth Observation Data Processing / Procesado de datos de observación de la Tierra	3	1	OP	Inglés
	(M5.A8) Manufacturing, Integration & Testing / Fabricación, integración y testing	3	1	OP	Inglés
	(M5. A9) Big Data for Space Missions / Big Data para misiones espaciales	3	1	OP	Inglés
	(M5.A10) Advanced Design Methods / Métodos de diseño avanzado	3	1	OP	Inglés
	(M5.A11) Data-intensive space engineering / Ingeniería espacial con uso intensivo de datos	3	1	OP	Inglés
	(M5.A12) Aerospace Engineering in Practice / Ingeniería aeroespacial en la práctica	3	1	OP	Inglés
Contenidos	<p>Common topics:</p> <p>It is considered relevant for the present program that students can shape part of their space engineering curriculum according to their interests and motivations, in a personalized way. To this end, this subject includes mainly a set of optional subjects. The optionality also has a double benefit: it allows first to monitor the topics of greater demand and interest on the part of the students and secondly to adapt every few years the offer of courses to the new trends in space engineering.</p>				

Given that the number of elective courses is equivalent to 5 of 3 ECTS each, the offer of the master will be equivalent to 10 courses of 3 ECTS. A minimum number of students enrolled is required for the courses to take place. This number cannot be, in any case, higher than 50% of students enrolled in the master.

In-company internships are offered within this subject, optionally. In the same way, students will be able to participate in supervised development projects, in which they would work in a practical and specialized way some of the aspects dealt with in the previous subjects (1-4).

In the same way, those subjects of other masters that cover topics of interest for space engineering will also be considered within this matter. Finally, this matter will include, within the optional offer, regulated mentoring of students by professionals in the space sector.

Specific topics to each subject:

Seminars on advanced topics

Seminars are oriented towards the presentation of advanced topics of aerospace engineering. They may consist of single sessions or mini-courses of up to 1.5 ECTS. With all this, a complementary training is sought for students, providing complementary knowledge to the one acquired in the previous matters of the master's degree. Talks aimed at improving the transversal skills of graduates are also included here. Specifically, seminars related to entrepreneurship and leadership would come to cover aspects not included in the master's compulsory program, but included in the CDIO competency system. The seminars and mini-courses are dynamically defined throughout the course, preferably offered in both quarters, according to the availability of the speakers. Although the subject is mandatory, the offer of seminars will allow some degree of choice for students.

Provisional and illustrative list of optional subjects:

- Launchers and Re-entry. The program of this subject includes: launcher dynamics; reference trajectory generation; guidance, navigation and control algorithms; navigation sensors; control actuators.
- Physics of Plasma Propulsion. The program of this subject includes: State of the art in electric propulsion. Basic notions of Plasma Physics the Gridded ion thruster. The Hall effect thruster. The Magnetoplasmadynamic Thruster; Radiofrequency and electrodeless propulsion concepts. Micropropulsion.
- Space robotics & Automation. The program of this subject includes: elements of space robots; sensors and actuators; kinematics and dynamics; control architectures and Interfaces; analysis of spatial robotics projects; manipulators; service in orbit.
- Manufacturing, Integration & Testing. The program of this subject includes: manufacturing processes; lean manufacturing; automation; quality control; system level I&T; main technical disciplines influencing I&T; test and processing facilities; preparation and planning for I&T.
- Big Data for Space Missions. The program of this subject includes: statistics for data analysis; technological fundamentals in the Big

	<p>Data world; optimization for large-scale data; machine learning; data analytics.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Space Science. The program of this subject includes: the Sun; meteorites, asteroids and comets; planetary interiors, surfaces and atmospheres; Mars and Moon exploration. • Advanced Design Methods. The program of this subject includes: loop-Shaping (frequency-domain design requirements, basic controller components, limits of performance), State-Space Modeling & Linearization, SISO Robust Control (nominal performance, uncertainty modeling, small-gain theorem), Robust Analysis (structure singular value, worst-case gain analysis), MIMO Robust Control (MIMO margins, MIMO robust performance), Optimal Control Design (theory, practice), examples of real projects and exercises: VEGA launcher, PHOBOS descent & landing, HIMAT, ORION CEV. • Data-intensive space engineering. The program of this subject includes: Markov processes - case study: Asteroid Mass estimation with markov chain; Classification (KNN) - case study: fault diagnosis of satellite solar panels with KNNs; Deep learning architectures - case study: attitude propagation of Resident Space Objects with Recurrent Neural Networks; Generative Adversarial Neural Networks - case study: meteorological forecasts with satellite data and GANN; Reinforcement Learning - case study: Attitude control. • Aerospace engineering in practice. This course addresses aerospace engineering from the perspective of everyday practice. Based on the analysis of practical principles of engineering, it introduces concepts, methods and tools which are key for sound professional activity. Their description and detailed analysis is complemented with practical real-life examples extracted from past and on-going space missions, along with lessons-learnt, common pitfalls and recommendations. The student will acquire new insight on the exercise of aerospace engineering usually only gained through experience. • Entrepreneurship & Innovation. The program of this subject includes: technological entrepreneurship; innovation focused on the user: design thinking and lean startup; strategic decisions of innovation. Open Innovation; strategies for the exploitation of innovation; Business models; Business plan: purpose, structure and design; financing and forms of support for the creation of technological spin-offs. • Industrial Internship. Recognition of 3 or 6 ECTS • Integral Project. Recognition of 12 ECTS. It is a practical course, focused on the realization of a project, preferably as a team, where students will design, develop and test a device, equipment, software, etc. This subject can be extended with the Final Master Project. <p>Finally, some courses of the other master's degrees that are sufficiently relevant for the training of a space engineer may be included in the catalog of optional subjects.</p>
--	--

Materia 6 (M6): MASTER THESIS/ TRABAJO FIN DE MÁSTER

Número de créditos ECTS	12
-------------------------	----

Tipología	Trabajo fin de máster				
Organización temporal	1º cuatrimestre / first semester				
Resultados del aprendizaje	H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H10 CM5				
Metodologías docentes	MD3, MD5				
Actividades formativas	Tipo de actividad			Horas totales	Horas presenciales (8-12)
	AF5			10	10
	AF7			350	0
	AF8			1	1
	Total				361
Sistemas de evaluación	Denominación			Mínimo	Máximo
	SE4			100	100
Asignaturas	Denominación	ECTS	Cuatr.	Tipología	Idioma
	Master Thesis / Trabajo fin de máster	12	1	TFM	Inglés
Contenidos	The student will proceed to the realization, presentation and defense, once all the credits of the syllabus have been obtained, from an original exercise carried out individually before an academic tribunal, in public session, consisting of an integral project of Space Engineering of a professional nature in which the competences acquired in the teachings be synthesized.				

4.2. Actividades y metodologías docentes

ACTIVIDADES FORMATIVAS
AF1 - Clase teórica
AF2 - Clases prácticas
AF3 - Prácticas en aula de informática
AF4 - Prácticas de laboratorio
AF5 - Tutorías
AF6 - Trabajo en grupo
AF7 - Trabajo individual del estudiante
AF8 - Actividades de evaluación
METODOLOGÍAS DOCENTES
MD1 - Exposiciones en clase del profesor con soporte de medios informáticos y audiovisuales, en las que se desarrollan los conceptos principales de la materia y se proporciona la bibliografía para complementar el aprendizaje de los alumnos.
MD2 - Lectura crítica de textos recomendados por el profesor de la asignatura: Artículos de prensa, informes, manuales y/o artículos académicos, bien para su posterior discusión en clase, bien para ampliar y consolidar los conocimientos de la asignatura.
MD3 - Resolución de casos prácticos, problemas, etcétera, planteados por el profesor de manera individual o en grupo
MD4 - Exposición y discusión en clase, bajo la moderación del profesor de temas relacionados con el contenido de la materia, así como de casos prácticos
MD5 - Elaboración de trabajos e informes de manera individual o en grupo

4.2.a) Materias obligatorias y optativas

Las clases teóricas (AF1) están fundamentalmente dirigidas a transmitir los conocimientos específicos de la ingeniería espacial en sus distintas áreas. Las clases prácticas (AF2) y las prácticas en aula de informática (AF3) están dirigidas a profundizar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, así como a desarrollar habilidades y destrezas relacionadas con la resolución de problemas y análisis. Las prácticas de laboratorio (AF4) permiten proporcionar a los estudiantes presentar las herramientas específicas del sector espacial en distintas etapas de desarrollo de los productos de ingeniería. En cuanto a los trabajos en grupo (AF6) están relacionado con la adquisición de distintas destrezas, desde el trabajo en equipo a la comunicación de conocimientos y resultados, así como en el manejo del idioma inglés, técnico y coloquial. El trabajo personal del estudiante (AF7) le permite profundizar en el conocimiento adquirido, así como reflexionar sobre las destrezas y competencias desarrolladas en los periodos de presencialidad. Finalmente, las actividades de evaluación (AF8) permiten estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos.

Las actividades formativas son comunes para todas las modalidades de enseñanza, con pequeñas variaciones en cuanto a la distribución cuantitativa de las mismas.

4.2.b) Prácticas académicas externas (obligatorias)

NO PROCEDE

4.2.c) Trabajo de fin de Grado o Máster

El trabajo fin de máster tiene como finalidad evaluar individualmente los conocimientos avanzados y las competencias generales del título adquiridos por el estudiante a través de la realización de un trabajo, proyecto, memoria o estudio original. El Trabajo Fin de Máster tiene una única convocatoria por curso académico y se podrá defender en una de las tres sesiones establecidas en el calendario académico.

El TFM tiene que realizarse bajo la supervisión de un tutor académico, que será un profesor de uno de los departamentos implicados en la docencia del Máster, y que actuará como director o asesor del trabajo. El tutor académico orientará al alumno en el planteamiento y realización del TFM, asegurando que se cumplen los objetivos fijados en tiempo y forma. Será además el responsable de realizar un informe acerca de la conveniencia de la defensa del TFM, previo a la misma, que incluirá una valoración cualitativa del mismo. Durante la elaboración del TFM, el alumno deberá presentar a su tutor los avances del trabajo, previos a la decisión de presentación y defensa, en los términos y por los canales acordados por ambos.

4.3. Sistemas de evaluación

SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS REFERIDOS A MATERIAS

SE1	Participación en clase
SE2	Trabajos individuales o en grupo realizados durante el curso
SE3	Examen final
SE4	Presentación y defensa pública del TFM

4.3.a) Evaluación de las materias obligatorias y optativas

La participación en clase (SE1) permite estimar el grado de consecución de los alumnos en la adquisición de destrezas (H) y conocimientos requeridos (C). Es de especial relevancia para la evaluación de destrezas relacionadas con la capacidad analítica de los alumnos (H1, H2, H3, H4) y su capacidad para comunicar sus conclusiones (H5). La participación en clase permite una evaluación personal e individualizada de los alumnos. Los trabajos individuales o en grupo realizados durante el curso (SE2), permiten evaluar tanto los conocimientos como las destrezas adquiridas a lo largo de los cursos. En concreto, los trabajos en grupo permiten evaluar la capacidad para el trabajo en grupo (H9), así como las destrezas relacionadas con la comunicación (H4, H10). Por otro lado, los trabajos individualizados permiten evaluar la capacidad crítica y analítica de los alumnos (H1, H2, H3, y H6, entre otras). El examen final (SE3) permite evaluar la profundidad del conocimiento adquirido por los estudiantes. Desde este punto de vista es crucial para estimar el grado de conocimiento adquirido (C). Finalmente, la presentación y defensa pública del TFM permite evaluar la capacidad de los estudiantes para realizar, presentar y defender un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal, consistente en un proyecto integral de Ingeniería Espacial de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas (CM5 y H).

4.3.b) Evaluación de las Prácticas académicas externas (obligatorias)

NO PROCEDE

4.3.c) Evaluación del Trabajo de fin de Grado o Máster

El trabajo fin de máster se evalúa de acuerdo a la matriz de evaluación que se incluye a continuación:

	CRITERIA	1	2	3	4	Competencias
REPORT (4 POINTS)	Statement and motivation of the problem	0	0.4	0.7	0.9	H2/H8
	Review of the state of the art	0	0.3	0.6	0.8	H3
	Methodology and discussion of alternatives	0	0.3	0.6	0.8	H6/H7
	Evaluation of results	0	0.3	0.6	0.8	H2/CM5
	Document format and writing	0	0.2	0.5	0.7	H4
DEFENSE (3 POINTS)	Thesis Defense	0	1	2	3	H4/H10/ CM5
CONTRIBUTION / EFFORT (3 POINTS)	Technical / Scientific Contribution	0	0.5	0.8	1	H1/CM5
	Report of Supervisor	0	1	1.5	2	H5
GRADE	0	0	0	0	0	
		Propuesta para Matrícula de Honor (MH): Sí / NO				

4.4. Estructuras curriculares específicas

NO PROCEDE

5. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO A LA DOCENCIA

5.1. Perfil básico del profesorado

Tabla 5.1.a) Información básica de estructuración de grupos de docencia.

Tabla 5A. Agrupaciones de alumnos

Modalidad	Núm. de grupos	Núm. de alumnos por grupo
Presencial	1	40

Tabla 5.1.b) Información básica sobre la previsión de docencia para supervisión de TFM.

Tabla 5B. Dirección de TFM

Modalidad	Actividad del profesor	Dedicación total del profesorado	Horas de dedicación media por alumno destinadas
Presencial	Dirección de TFM	400	10 horas

5.1.c) Estructura de profesorado

Departamentos implicados en la docencia del máster:

DEPARTAMENTOS	% CRÉDITOS DOCENCIA
Ingeniería Aeroespacial	56%
Teoría de la Señal y Comunicaciones	22%
Otros departamentos implicados en la docencia del máster: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología Electrónica • Ingeniería Telemática • Informática • Ingeniería de Sistemas y Automática • Ingeniería Mecánica • Ingeniería Térmica y de Fluidos 	22%
TOTAL	100%

Plantilla de profesorado disponible en los principales departamentos implicados en la docencia del máster:

→ DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AEROESPACIAL

PLANTILLA	Nº prof.	Quinquenios	Sexenios	DOCTORES (%)	ACREDITADOS (%)	Disponibilidad docente (en horas y ECTS)
CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD	3	8	10	100%	100%	5.190 Horas 519 ECTS
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD	7	15	13	100%	100%	
PROFESOR VISITANTE	6	0	0	100%	n.d.	
PROFESOR AYUDANTE DOCTOR	1	1	1	100%	100%	
PERSONAL INVESTIGADOR (DOCTOR)	1	0	0	100%	n.d.	
PERSONAL INVESTIGADOR (DOCTOR) PROYECTOS	2	0	0	100%	n.d.	
PERSONAL INVESTIGADOR PROYECTOS	1	0	0	100%	n.d.	
PERSONAL INVESTIGADOR EN FORMACION	3	0	0	100%	n.d.	
AYUDANTE ESPECIFICO	1	1	0	100%	-	
PREDOC FORMACION FONDOS INVESTIGACION	4	0	0	-	-	
P.I. PREDOCTORAL FORMACION UC3M	10	0	0	-	-	
PROFESORADO ASOCIADO	19	0	0	-	-	
TOTALES	58	25	24	-	-	

Principales líneas de investigación del departamento asociadas a las materias del plan de estudios:

Nombre del grupo de investigación	Líneas de investigación
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA AEROESPACIAL	<p>Aerodinámica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interacción fluido estructura • Turbulencia • Transferencia de calor turbulenta • Mecánica de fluidos computacional • Supercomputación • Aerodinámica experimental • Técnicas de medida termofluidodinámicas avanzadas

	<p>Tecnología aeronáutica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras aeronáuticas • Optimización y diseño multidisciplinar • Diagnóstico de la integridad estructural • Dinámica estructural y vibroacústica • Materiales compuestos y materiales avanzados <p>Tecnología espacial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propulsión espacial • Amarras espaciales • Análisis de misión y optimización de trayectorias • Determinación de órbitas y detección y seguimiento espacial • Diseño de satélites e ingeniería de sistemas • Desorbitado de basura espacial
<p><u>GRUPO DE PROPULSIÓN ESPACIAL Y PLASMAS (EP2)</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Motores de efecto Hall 2. Motores de plasma de RF y Microondas 3. Toberas Magnéticas y control vectorial de empuje 4. Cátodos huecos 5. Caracterización de chorros de plasma 6. Interacción plasma-satélite 7. Desorbitado activo de basura espacial 8. Amarras electrodinámicas 9. Ondas de plasma e inestabilidades 10. Modelado y simulación de plasmas 11. Diseño y desarrollo de motores de plasma 12. Sistemas de diagnóstico de plasmas 13. Micropropulsión e Ingeniería de Sistemas Espaciales

→ DEPARTAMENTO TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES

PLANTILLA	Nº prof.	Quinquenios	Sexenios	DOCTORES (%)	ACREDITADOS (%)	Disponibilidad docente (en horas y ECTS)
CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD	9	43	36	100%	100%	9.164 HORAS 916,4 ECTS
TITULARES DE UNIVERSIDAD	22	76	59	100%	100%	
PROFESOR EMERITO	1	6	5	100%	100%	
PROFESOR AYUDANTE DOCTOR	2	2	1	100%	100%	
PROFESOR VISITANTE	4	5	0	100%	n.d	
ATRACCION DE TALENTO MODALIDAD 1	1	0	0	100%	n.d	
PERSONAL DOCENTE/INVESTIGADOR-J.CIERVA	1	0	1	100%	n.d	
PERSONAL DOCENTE/INVESTIGADOR-M. CURIE	5	0	0	20%	n.d	
PERSONAL ESTANCIAS POSTDOCTORALES	2	0	0	100%	n.d	
PERSONAL INVESTIGADOR PROYECTOS	3	0	0	100%	n.d	
INVESTIGADOR CONEX Plus	2	0	0	100%	n.d	
AYUDANTE ESPECIFICO UC3M	1	0	0	100%	n.d	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (FPI)	4	0	0	-	-	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (FPU)	6	0	0	-	-	
PERSONAL CON CONTRATO PREDOCTORAL (PRI)	3	0	0	-	-	
PROFESOR ASOCIADO	24	3	0	16%	-	
TOTALES	90	135	102	-	-	

Principales líneas de investigación del departamento asociadas a las materias del plan de estudios:

Nombre del grupo de investigación	Líneas de investigación
<p><u>Grupo de Comunicaciones (GCOM)</u></p>	<p>Sus principales líneas de Investigación son: sistemas multi-antena (MIMO) para comunicaciones de banda-ancha, modulaciones multi-portadora (OFDM y variantes), simulación y modelado de sistemas de comunicaciones, y procesado de señal para su aplicación a redes inalámbricas de área local/metropolitana (WLAN, WMAN), sistemas móviles de próxima generación (5G) y sistemas de comunicaciones por satélite</p>
<p><u>Grupo de Radiofrecuencia, Electromagnetismo, Microondas y Antenas (GREMA)</u></p>	<p>Trabaja en diferentes líneas de investigación relacionadas con electromagnetismo de alta frecuencia. Entre las líneas de investigación se encuentran las antenas de banda ancha, antenas activas y arrays de antenas, filtros y multiplexores, uso de metamateriales, dispositivos activos y pasivos en el rango de microondas, milimétricas y Terahercios, así como métodos numéricos para electromagnetismo computacional. GREMA cuenta con una amplia experiencia en los ámbitos de Radioastronomía, Espacio, Seguridad, Comunicaciones Móviles y Software Científico.</p>
<p><u>Grupo de Tratamiento de la Señal (GTS)</u></p>	<p>Centra su actividad investigadora y docente en las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • detección, estimación y clasificación de señales e imágenes • aprendizaje máquina • estadística computacional en tratamiento de señales • teoría de la información <p>y aplicaciones relacionadas en comunicaciones, medicina, geofísica o ciencias sociales.</p>

Tabla 5C. Resumen del profesorado asignado al título

PERFIL	Categoría	Nº	ECTS asignados	Horas de dedicación total a actividades docentes asignadas	Doctores/as (%)	Acreditados/as (%)
PERMANENTE FUNCIONARIO	CU	7	20,15	698	100%	100%
PERMANENTE FUNCIONARIO	TU	13	29,18	1011	100%	100%
CONTRATADO PERMANENTE Y DE LARGA DURACIÓN DOCTOR	VISITANTE 4+2	2	3,48	120	100%	50%
OTRO CONTRATADO DR.	INVESTIGADOR DISTINGUIDO	1	4,86	170	100%	n.d.
NO PERMANENTE NO DOCTOR	PREDOC., PIF	4	4,20	147	25%	-
ASOCIADO	ASOCIADO	13	46,13	1614	23%	-
Total		40	108	3760	-	-

5.2. Perfil detallado del profesorado

5.2.a) Especificación del profesorado asignado al título

Tabla 5D. Detalle del profesorado asignado al título. Información básica y docencia asignada por perfil.

Asignatura	Cód. Prof.	Área de conocimiento	Categoría	Doctorado	Acreditación	Nivel de idioma extranjero*	Créditos ECTS de la asignatura asignados	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**
(M1.A1) Space systems Engineering/Ingeniería de sistemas espaciales	P01	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M1.A2) Space Project Management/Gestión de proyectos espaciales	P02	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M1.A3) Spacecraft Predesign/Prediseño de vehículos espaciales	P03	Ingeniería Aeroespacial	Inv. Distinguido	SI	n.d.	C1 o equivalente	1,86	65,1
	P02	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	1,38	48,3
	P04	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	SI	NO	C1 o equivalente	1,38	48,3
	P05	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	1,38	48,3
(M2.A1) Global Navigation Satellite Systems and Telecommunication Systems/Sistemas globales de navegación por satélite y sistemas de telecomunicaciones	P06	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
	P07	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M2.A3) Space Safety/Seguridad Espacial	P09	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,15	5,25
	P08	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	SI	NO	C1 o equivalente	2,85	99,75
(M3.A1) Orbital Dynamics/Dinámica orbital	P09	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,5

Asignatura	Cód. Prof.	Área de conocimiento	Categoría	Doctorado	Acreditación	Nivel de idioma extranjero*	Créditos ECTS de la asignatura asignados	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**
	P11	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	2,7	94,5
(M3.A2) Space Environment / Entorno espacial	P12	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	2,7	94,5
	P13	Ingeniería Aeroespacial	Predoc.	NO	NO	C1 o equivalente	0,3	10,5
(M3.A3) Space Propulsion / Propulsión espacial	P14	Ingeniería Aeroespacial	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1,5	52,5
	P15	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Visitante	SI	n.d.	C1 o equivalente	1,5	52,5
(M3.A4) Spacecraft Structure / Estructura de vehículo espacial	P16	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	2	70
(M3.A5) Attitude dynamics and Guidance Navigation and Control / Dinámica de actitud y guiado, navegación y control	P09	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,5	52,5
	P05	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	1,5	52,5
(M3.A6) Thermal Subsystem / Subsistema térmico	P17	Ingeniería Térmica y de Fluidos	CU	SI	SI	C1 o equivalente	2	70
(M3.A7) Power Subsystem / Subsistema de potencia	P18	Tecnología Electrónica	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1	35
	P19	Tecnología Electrónica	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,4	14
	P20	Tecnología Electrónica	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	21
(M4.A1) Antennas and Radio Propagation / Antenas y propagación	P24	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1 o equivalente	3	105
(M4.A2) Telecommunications and Signal Processing / Telecomunicaciones y procesado de señal	P25	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1 o equivalente	2,571	89,985
	P26	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,429	15,015
(M4.A3) Onboard Data Handling and Telemetry / Gestión de datos abordo y telemetría	P28	Ingeniería Telemática	Prof. Asociado	SI	NO	C1 o equivalente	2,94	102,9
	P27	Ingeniería Telemática	Prof. Visitante	SI	SI	C1 o equivalente	0,06	2,1

Asignatura	Cód. Prof.	Área de conocimiento	Categoría	Doctorado	Acreditación	Nivel de idioma extranjero*	Créditos ECTS de la asignatura asignados	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**
(M4.A4) Space Electronics / Electrónica espacial	P29	Tecnología Electrónica	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1,08	37,8
	P30	Tecnología Electrónica	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,08	37,8
	P31	Tecnología Electrónica	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,84	29,4
(M4.A5) Onboard spacecraft software / Software espacial embarcado	P32	Informática	TU	SI	SI	C1 o equivalente	3	105
(M4.A6) Ground Segment and Operations / Segmento terreno y operaciones	P33	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M4.A7) Complements to telecommunications engineering / Complementos de ingeniería de la telecomunicación	P27	Ingeniería Telemática	Prof. Visitante	SI	SI	C1 o equivalente	0,42	14,7
	P34	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,99	34,65
	P35	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,59	55,65
(M5.A1) Seminars on Advanced Topics / Seminarios en materias avanzadas	P09	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	3	105
(M5.A2) Launchers and Re-entry / Lanzadores y re-entrada	P11	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M5.A3) Physics of Plasma Propulsion / Física de la propulsión por plasma	P14	Ingeniería Aeroespacial	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1,5	52,5
	P36	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	42
	P15	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Visitante	SI	n.d.	C1 o equivalente	0,3	10,5
(M5.A04) Space robotics & Automation / Robótica y automatización espaciales	P37	Ingeniería de Sistemas y Automática	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,99	34,65

Asignatura	Cód. Prof.	Área de conocimiento	Categoría	Doctorado	Acreditación	Nivel de idioma extranjero*	Créditos ECTS de la asignatura asignados	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**
	P38	Ingeniería de Sistemas y Automática	TU	SI	SI	C1 o equivalente	2,01	70,35
(M5.A05) Entrepreneurship & Innovation / Emprendimiento e innovación	P39	Ingeniería Mecánica	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M5.A06) Space Science / Ciencia Espacial	P12	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	2,1	73,5
	P40	Ingeniería Aeroespacial	Predoc.	NO	NO	C1 o equivalente	0,9	31,5
(M5.A07) Earth Observation Data Processing / Procesado de datos de observación de la Tierra	P22	Teoría de la Señal y Comunicaciones	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M5.A08) Manufacturing, Integration & Testing / Fabricación, integración y testing	P01	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M5.A09) Big Data for Space Missions / Big Data para misiones espaciales	P21	Tecnología Electrónica	PIF	SI	NO	C1 o equivalente	3	105
(M5.A10) Advanced Design Methods / Métodos de diseño avanzado	P03	Ingeniería Aeroespacial	Inv. Distinguido	SI	n.d.	C1 o equivalente	3	105
(M5.A11) Data-intensive space engineering / Ingeniería espacial con uso intensivo de datos	P23	Ingeniería Aeroespacial	CU	SI	SI	C1 o equivalente	3	105
(M5.A12) Aerospace Engineering in Practice / Ingeniería aeroespacial en la práctica	P02	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Asociado	NO	NO	C1 o equivalente	3	105
(M6.A1) TFM	P32	Informática	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P14	Ingeniería Aeroespacial	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	40,00
	P23	Ingeniería Aeroespacial	CU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	40,00
	P09	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	40,00
	P12	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	40,00

Asignatura	Cód. Prof.	Área de conocimiento	Categoría	Doctorado	Acreditación	Nivel de idioma extranjero*	Créditos ECTS de la asignatura asignados	Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**
	P36	Ingeniería Aeroespacial	TU	SI	SI	C1 o equivalente	1,2	40,00
	P15	Ingeniería Aeroespacial	Prof. Visitante	SI	n.d.	C1 o equivalente	0,9	30,00
	P37	Ingeniería de Sistemas y Automática	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P27	Ingeniería Telemática	Prof. Visitante	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P17	Ingeniería Térmica y de Fluidos	CU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P18	Tecnología Electrónica	CU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P29	Tecnología Electrónica	CU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P19	Tecnología Electrónica	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,3	10,00
	P24	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	20,00
	P25	Teoría de la Señal y Comunicaciones	CU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	20,00
	P26	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	20,00
	P34	Teoría de la Señal y Comunicaciones	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	20,00
	P35	TEORIA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES	TU	SI	SI	C1 o equivalente	0,6	20,00
TOTAL							108	3760

*Contrastable mediante certificado acreditativo; estancias internacionales; experiencia docente en inglés; participación en proyectos internacionales; inglés como lengua nativa o cualquier circunstancia reflejada en el CV del docente.

Horas de dedicación para las actividades docentes de las asignaturas**: Este cálculo se ha realizado considerando que cada ECTS conlleva unas 35 horas de dedicación, dentro de las cuales, aproximadamente, 10 horas se corresponden con actividades formativas presenciales, 8 con las diferentes actividades de coordinación horizontal y vertical del profesorado y las 17 horas restantes estarían dedicadas a la preparación de las clases presenciales, el diseño y la revisión de los materiales utilizados en las mismas, la

atención a los estudiantes a través de Aula Global y subida de materiales a dicha plataforma, tutorías personales, preparación y corrección de trabajos y/o pruebas de evaluación.

5.2.b) Méritos docentes y de investigación del profesorado.

Tabla 5E. Detalle del profesorado asignado al título. Méritos docentes y de investigación

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P01	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años UC3M impartiendo Ingeniería de Sistemas. También profesor asociado en UPM desde 2011	Senior Program Manager, Senior System Engineering Manager y Business Development en SENER Aeroespacial. Director técnico de INCOSE España
P02	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Gestión de Proyectos y Sistemas espaciales	Director de la división Flight Systems & Avionics en SENER Aeroespacial
P03	Inv. Distinguido	NO	Envelope extension via adaptive augmented thrust vector control system Journal of Guidance, Control, and Dynamics 2021 Journal article DOI: 10.2514/1.G005436 EID: 2-s2.0-85113284919 Part of ISSN: 15333884 07315090 Fault tolerant linear parameter varying flight control design, verification and validation Journal of the Franklin Institute 2021 Journal article DOI: 10.1016/j.jfranklin.2021.02.040 EID: 2-s2.0-85104115403 Part of ISSN: 00160032 Launcher flight control design using robust wind disturbance observation Acta Astronautica 2021 Journal article DOI: 10.1016/j.actaastro.2021.05.044 EID: 2-s2.0-85108787784 Part of ISSN: 00945765 On the effect of model uncertainty on the Hopf bifurcation of aeroelastic systems Nonlinear Dynamics	2 años de experiencia UC3M en asignatura de Pre-diseño de vehículos espaciales y asignaturas de otros máster relacionadas con control. Experiencia en la Universidad de Bristos en asignaturas similares	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
			<p>2021 Journal article DOI: 10.1007/s11071-020-06169-2 EID: 2-s2.0-85100769644 Part of ISSN: 1573269X 0924090X The VEGA launcher atmospheric control problem: A case for linear parameter-varying synthesis Journal of the Franklin Institute 2021 Journal article DOI: 10.1016/j.jfranklin.2021.07.057 EID: 2-s2.0-85114752356 Part of ISSN: 00160032</p>		
P04	Prof. Asociado	-	DOCTOR/A. PERFIL PROFESIONAL	5 años en UC3M en asignaturas relacionadas con sistemas espaciales	Thermal Architect & Thermal Hardware Constituent Manager
P05	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Dinámica de actitud y GNC	Head of AOCs/GNC Department at SENER Aeroespacial
P06	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de GNSS	Head of GNSS Evolution Division at Elecnor Deimos
P07	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	1 año de experiencia en UC3M en asignatura de Observación de la Tierra	Head of Mission Analysis and Studies Section at GMV
P08	Prof. Asociado	-	DOCTOR/A. PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Space Safety	Former Director of SSA at Elecnor Deimos
P09	TU	SI	NO PROCEDE	8 años de experiencia en asignaturas de MiSE y MAE	NO PROCEDE
P10	Predoc.	NO	<p>researcher on Métodos avanzados de correlación de medidas y determinación de órbita para la construcción y mantenimiento de un catálogo de objetos espaciales awarded by CAM. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACION 2018 - 2021 Estudio de las capacidades, restricciones y potenciales puntos de mejora del sistema awarded by GMV AEROSPACE AND DEFENCE, S.A.U. 2020</p>	Dinámica Orbital	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P11	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	5 años de experiencia docente en UC3M en asignaturas relacionadas con dinámica orbital y sistemas espaciales	Flight Segment Products Manager at GMV
P12	TU	SI	NO PROCEDE	8 años de experiencia en asignaturas de MiSE y MAE	NO PROCEDE
P13	Predoc.	NO	<p>researcher on Aerospace Engineering Research Group - Research lines</p> <p>Aerodynamics: Bioinspired Aerodynamics; Fluid-Structure Interaction; Wall-bounded Turbulence; Turbulent Heat Transfer; Computational Fluid Dynamics; High-Performance Computing; Experimental Aerodynamics; Advanced Flow Diagnostics</p> <p>Aeronautical Technology: Aerostructures; Multidisciplinary Design and Optimization; Unconventional Aircraft; Unmanned Air Vehicles (UAVs); Structural Health Monitoring; Structural Dynamics and Vibro-acoustics; Composite Materials and Advanced Materials; Airborne Wind Energy Systems</p> <p>Air Navigation: Commercial Aircraft Trajectory Optimization; Meteorological Uncertainty Management; Aviation Induced Environmental Impact; Artificial Intelligence Applications to Air Traffic Management</p> <p>Space Technology: Space Propulsion; Space Tethers; Mission Analysis and Trajectory Optimization; Orbit Determination and Space Surveillance and Tracking; Satellite Design and Systems Engineering; Space Debris Removal</p>	Entorno Espacial	NO PROCEDE
P14	CU	SI	NO PROCEDE	Experiencia en máster de UC3M y UPM	NO PROCEDE
P15	Prof. Visitante	SI	NO PROCEDE	8 años de experiencia en asignaturas de MiSE y MAE	NO PROCEDE
P16	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Estructuras espaciales	SYSTEM ENGINEERING MANAGER at Airbus DS

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P17	CU	SI	NO PROCEDE	Técnicas Computacionales en Ingeniería Térmica y de Fluidos Thermal Subsystem	NO PROCEDE
P18	CU	SI	NO PROCEDE	Modelado y Control de Sistemas Electrónicos de Potencia Diseño en Compatibilidad Electromagnética (EMC) Convertidores en la industria, transporte más eléctrico y energías renovables Onboard Electronics and Instrumentation Aircraft Electromagnetic Compatibility	NO PROCEDE
P19	TU	SI	NO PROCEDE	Técnicas y herramientas para el diseño de sistemas electrónicos Modelado y control de sistemas electrónicos de potencia Optimización de convertidores electrónicos de potencia	NO PROCEDE
P20	TU	SI	NO PROCEDE	Optimización de Convertidores Electrónicos de Potencia Proyectos Experimentales II	NO PROCEDE
P21	PIF	NO	articles Direct hyperspectral dual-comb gas imaging in the mid-infrared. OPTICS LETTERS. 45:5335-5338. 2020 Direct hyperspectral dual-comb imaging. Optica. 7:199-202. 2020 researcher on Consumer-driven demands to reframe farming systems awarded by EUROPEAN COMMISSION RESEARCH EXECUTIVE AGENCY 2021 - 2024 Desarrollo de sistema fotónico hiper-espectral para discriminación de restos de objetos extraños en entorno aeroportuario awarded by ARQUIMEA CENTRO DE INVESTIGACIONES AVANZADAS SL 2021	Instrumentación Electrónica y Optoelectrónica	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
			Desarrollo de sistema fotónico hiper-espectral para discriminación de restos de objetos extraños en entorno aeroportuario awarded by ARQUIMEA CENTRO DE INVESTIGACIONES AVANZADAS SL 2020 - 2021		
P22	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignaturas de Observación de la Tierra y Teledetección	Earth Observation Data Processing
P23	CU	SI	NO PROCEDE	Aerodinámica Experimental Aerospace Propulsion Machine learning for turbulent flows	NO PROCEDE
P24	CU	SI	NO PROCEDE	Tecnología Alta Frecuencia Antenas	NO PROCEDE
P25	CU	SI	NO PROCEDE	Comunicaciones Digitales Teoría de la Comunicación	NO PROCEDE
P26	TU	SI	NO PROCEDE	Machine Learning Comunicaciones Digitales Avanzadas Aplicaciones del Aprendizaje Automático Deep Learning	NO PROCEDE
P27	Prof. Visitante	SI	NO PROCEDE	Sistemas de Ciberdefensa Conmutación	NO PROCEDE
P28	Prof. Asociado	-	DOCTOR/A. PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Telemetría y Gestión de datos a bordo	Space Systems Manager at ARQUIMEA
P29	CU	SI	NO PROCEDE	Diseño de Subsistemas Analógicos y Digitales Sistemas Digitales Embebidos para IoT Electrónica Espacial Circuitos electrónicos y óptica para ingeniería clínica	NO PROCEDE
P30	TU	SI	NO PROCEDE	Técnicas y herramientas para el diseño de sistemas electrónicos Onboard Electronics and Instrumentation Sistemas Empotrados	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
P31	TU	SI	NO PROCEDE	Embedded Systems Circuitos Electrónicos y óptica para Ingeniería Clínica Sistemas digitales embebidos para IoT	NO PROCEDE
P32	TU	NO	<p>Parallelizing and Optimizing LHCb-Kalman for Intel Xeon Phi KNL Processors Proceedings - 26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed, and Network-Based Processing, PDP 2018 2018 Conference paper DOI: 10.1109/PDP2018.2018.00121 EID: 2-s2.0-85048826043</p> <p>Paving the way towards high-level parallel pattern interfaces for data stream processing Future Generation Computer Systems 2018 Journal article DOI: 10.1016/j.future.2018.05.011 EID: 2-s2.0-85047617841</p> <p>Supporting advanced patterns in G<inf>R</inf>PPI, a generic parallel pattern interface Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 2018 Book DOI: 10.1007/978-3-319-75178-8_5 EID: 2-s2.0-85042497586</p> <p>A generic parallel pattern interface for stream and data processing Concurrency Computation 2017 Journal article DOI: 10.1002/cpe.4175 EID: 2-s2.0-85019692462</p> <p>Automatic CPU/GPU Generation of Multi-versioned OpenCL Kernels for C plus plus Scientific Applications International Journal of Parallel Programming 2017 Journal article</p>	Onboard spacecraft software Sistemas de Computación Avanzados	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
			DOI: 10.1007/s10766-016-0425-6 WOSUID: WOS:000397811200005		
P33	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignatura de Estaciones terrestres	Programs and Business Development Head at GMV
P34	TU	NO	Ultrawideband Conical Log-Spiral Circularly Polarized Feed for Radio Astronomy IEEE Transactions on Antennas and Propagation 2020-03 Journal article DOI: 10.1109/TAP.2019.2949700 Design of a Dielectric Rod Waveguide Antenna Array for Millimeter Waves Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves 2016 Journal article DOI: 10.1007/s10762-016-0310-9 Maximization of the optical intra-cavity power of whispering-gallery mode resonators via coupling prism Optics Express 2016 Journal article DOI: 10.1364/oe.24.026503 WOSUID: WOS:000388414600055 Dyson Conical Quad-Spiral Array as Ultrawideband Feed System 2015 Loughborough Antennas & Propagation Conference (Lapc) 2015 Journal article WOSUID: WOS:000380511100047 3D hp-adaptive finite element simulations of bend, step, and magic-T electromagnetic waveguide structures Journal of Computational Science 2014 Journal article DOI: 10.1016/j.jocs.2013.05.006 WOSUID: WOS:000334009800002	Complementos de Ingeniería de la Telecomunicación Fundamentos de Radar y Radionavegación	NO PROCEDE
P35	TU	SI	NO PROCEDE	Tecnologías de Alta Frecuencia Antenas Integration	NO PROCEDE

Cód. Prof.	Categoría	SEXENIO VIVO	MÉRITOS DE INVESTIGACIÓN	EXPERIENCIA DOCENTE	MÉRITOS PROFESIONALES
				Campos Electromagnéticos Análisis y Diseño de Circuitos	
P36	TU	SI	NO PROCEDE	Astrodinámica y dinámica del vuelo atmosférico Diseño de Sistemas Espaciales Complementos de ingeniería aeroespacial Prediseño de vehículos espaciales	NO PROCEDE
P37	TU	SI	NO PROCEDE	Robots Móviles Sistemas de Producción Automatizados Tecnologías de Producción y Servicio Robótica y automatización espaciales	NO PROCEDE
P38	TU	SI	NO PROCEDE	Robots Espaciales Sistemas Integrados de Fabricación Manipulación	NO PROCEDE
P39	Prof. Asociado	-	PERFIL PROFESIONAL	3 años de experiencia docente en UC3M en asignaturas de Emprendimiento e Innovación. También ha impartido docencia en Universidad Europea, CUNEF, ICEX-CECO	Founder of beside (Innovation & Entrepreneurship) Advisor
P40	Predoc.	NO	articles Three-dimensional unsteady aerodynamic analysis of a rigid-framed delta kite applied to airborne wind energy. Energies (Energies). 14:1-17. 2021 researcher on Desarrollo de sistemas de generación de energía con sistemas aerotransportados awarded by CT INGENIEROS A.A.I., S.L. 2021 - 2023	Mecánica de Vuelo I Ciencia Espacial	NO PROCEDE

PERFIL DEL PROFESORADO SOBRE EL QUE RECAE LA COORDINACIÓN DOCENTE DEL TÍTULO

Director/a de la titulación

La coordinación docente del máster es responsabilidad del Director. A él le corresponden las siguientes actividades:

- Presidir la Comisión Académica de la titulación.
- Vigilar la calidad docente de la titulación.
- Procurar la actualización del plan de estudios para garantizar su adecuación a las necesidades sociales.
- Promover la orientación profesional de los estudiantes.
- Coordinar la elaboración de la Memoria Académica de Titulación y del Plan de Mejoras del título.

El cargo académico de Director/a recaerá en un profesor permanente de la universidad, y será una figura relevante en el área de conocimiento del título, que será nombrado mediante Resolución del Rector.

Coordinación de asignaturas:

Cada asignatura del Máster dispondrá de un coordinador, que deberá ser profesor de la Universidad Carlos III de Madrid, con carácter permanente y con experiencia docente e investigadora en alguna de las áreas de conocimiento incluidas en el ámbito de conocimiento al que esté adscrito el título.

Se encargará de coordinar los contenidos de la misma en el caso de que sea impartida por dos o más profesores, al objeto de organizar de manera coherente el programa, evitar posibles solapamientos entre los profesores involucrados en la docencia y determinar los criterios de evaluación de la asignatura.

Coordinación de los TFM:

Para la coordinación de la asignatura de TFM se asignará uno o más profesores. Sus funciones consistirán, principalmente, en velar por la adecuación de los temas de los trabajos a los objetivos del Máster, la asignación de los trabajos a los profesores que vayan a tutorizarlos, así como vigilar el correcto funcionamiento del proceso de tutorización y la organización de los tribunales y actos de evaluación y defensa de estos.

Comisión Académica de la Titulación

Estará formada por el Director del Máster, que preside sus reuniones y por representantes de los Departamentos que imparten docencia en la titulación, así como por los alumnos, siendo preferente la participación del delegado de la titulación electo en cada momento, y en su defecto o por ausencia, cualquier otro alumno de la titulación, así como por algún representante del personal de administración y servicios vinculado con la titulación siempre que sea posible.

La Comisión Académica del Máster tendrá las siguientes responsabilidades:

- Supervisar los criterios aplicados en el proceso de selección de los estudiantes que serán admitidos en el Máster.
- Supervisar el correcto cumplimiento de los objetivos académicos.

- Gestionar todos los aspectos de transferencia y reconocimiento de créditos de acuerdo con la normativa de la Universidad.
- Y en general, gestionar y resolver todos los aspectos asociados con el correcto funcionamiento del Máster.
- Recoger, evaluar y gestionar las necesidades y propuestas de los alumnos, docentes y resto de miembros implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje en relación con la titulación.

Además, la Comisión Académica del Máster velará por la integración de las enseñanzas, intentando identificar y promover sinergias entre asignaturas, así como haciendo lo propio con sistemas de coordinación que garanticen evitar el solapamiento entre asignaturas y las lagunas en las mismas.

Plan de formación continuo del profesorado

La UC3M cuenta con un Plan Marco de Formación del PDI, que tiene como objetivo contribuir de forma significativa a mejorar el desarrollo de la carrera profesional del Personal docente e investigador (<https://www.uc3m.es/pdi/formacion-pdi>).

Teniendo presentes las tres vertientes en las que puede desarrollarse la carrera de un PDI (docente, investigadora y gestora), el Plan Marco de Formación se estructura en tres ejes que contendrán a su vez las siguientes áreas y descriptores:

- EJE DIDÁCTICO
 - Metodologías docentes
 - Técnicas e instrumentos de evaluación
 - Docencia impartida en inglés
 - Tecnologías para la formación
- EJE INVESTIGADOR
 - Divulgación científica de los resultados
 - Transferencia de resultados
 - Fuentes y programas de financiación
 - Innovación y emprendimiento
- EJE TRANSVERSAL
 - Gestión de personas, grupos y recursos
 - Supervisión, mentoring y redes de trabajo
 - Idiomas
 - Compromiso, igualdad y diversidad
 - Condiciones de trabajo

En el siguiente enlace pueden verse algunas de las acciones formativas que la Universidad lleva a cabo en cada uno de los ejes citados: <https://www.uc3m.es/pdi/formacion-pdi/cursos>.

5.2.c) Perfil del profesorado necesario y no disponible y plan de contratación

NO PROCEDE

5.2.d) Perfil básico de otros recursos de apoyo a la docencia necesarios

La UC3M cuenta con una oficina técnica que da soporte a la investigación y la docencia de los departamentos. En concreto, en los departamentos que participan en la docencia del

Máster Universitario en Ingeniería Espacial, hay adscritos los siguientes técnicos de laboratorio:

- Departamento de Ingeniería Aeroespacial: 1
- Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones: 2
- Departamento de Tecnología Electrónica: 3
- Departamento de Informática: 3
- Departamento de Ingeniería Telemática: 2
- Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática: 2
- Departamento de Ingeniería Mecánica: 3
- Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos: 3

La labor de los técnicos se centra principalmente en dar asistencia en el uso de los laboratorios. Estos tienen un nivel de ocupación que oscila entre un 15% y un 30%, dependiendo de cada caso. Teniendo en cuenta que en todos los laboratorios menos en uno se cuenta con más de un técnico, se puede asegurar que este personal puede asumir perfectamente la dedicación a las actividades del programa que, en su conjunto, rondarán entre un 1% y un 2% de la ocupación total de los laboratorios.

Los datos actualizados se pueden encontrar en la web de la [Oficina Técnica](#), en el apartado dedicado a los Técnicos de laboratorio adscritos a departamentos.

6. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURALES, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

6.1. Recursos materiales y servicios

MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS ESPECÍFICOS ASIGNADOS AL TÍTULO

El Máster se impartirá en el Campus de Leganés, que cuenta con los siguientes medios materiales y recursos para la impartición del título:

- Aulas docentes, con equipo de proyección audiovisual y PC en la mesa del docente (ver detalle en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-docentes#ubicaciones>).

- Aulas informáticas, con varios puestos dotados con un ordenador con todo el software necesario para la impartición de la docencia o realizar prácticas. Para facilitar su uso, el profesor cuenta con la atención personalizada del personal de apoyo que acudirá en caso de cualquier eventualidad para minimizar las interrupciones por motivos técnicos (ver detalle en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-informaticas#ubicaciones>).

Como complemento de las aulas informáticas y con el fin de que los estudiantes puedan hacer uso de las aplicaciones necesarias para realizar las prácticas de la titulación desde cualquier lugar, desde sus propios ordenadores, se ha creado el aula virtual: <https://www.uc3m.es/sdic/servicios/aula-virtual>.

- Laboratorios utilizados en la titulación

A continuación, se recoge un listado de laboratorios y espacios docentes que se pondrán a disposición de los estudiantes del máster durante la realización de los cursos correspondientes:

Laboratorios de Ing. Aeroespacial

El área de Ingeniería Aeroespacial del Departamento cuenta en la actualidad con los siguientes laboratorios y equipos:

1. Laboratorio de Navegación y Mecánica de Vuelo.

Este laboratorio está dedicado a la simulación y diseño de sistemas de control en vuelo. Está equipado con una plataforma de Stewart de 6 grados de libertad para la simulación de la actitud de la aeronave, un sistema de instrumentación de cabina de avión, un giróscopo, además de varios ordenadores con software específico para el estudio de los sistemas de control y navegación y simuladores de vuelo. Esta sala tiene la posibilidad de ser reconfigurada como una Concurrent Design Facility (Sala de Diseño Concurrente) a semejanza de la existente en la ESA y en otras agencias e industrias espaciales. Permitirá, por lo tanto, que los alumnos se ejerciten en el diseño concurrente, un contenido relevante de la materia "System Engineering". Además, se dispone de un banco de integración de sistemas de avión cedido por EADS.

2. Laboratorio de Aerodinámica.

La instalación principal de este laboratorio es un túnel aerodinámico subsónico de 10 m de longitud. El túnel está equipado con un sistema de impulsión que proporciona una velocidad del aire de hasta 20 m/s en la cámara de ensayo, que tiene 1 m de longitud y 40 x 40 cm de sección transversal. Se disponen de técnicas medidas como: tubos pitot, sistema PIV, anemómetro de hilo caliente, termopares, transductores de presión y scanivalve, sistemas de visualización con humo, células de carga para medida de fuerzas, etc.

Se dispone además de un segundo túnel aerodinámico de dimensiones más reducidas para su uso docente. Este segundo túnel ha sido diseñado y fabricado por los propios alumnos del grado en ingeniería aeroespacial.

3. Laboratorio de propulsión

Este laboratorio cuenta con una bancada de ensayos de motor y un aerorreactor de 20 Kg de empuje completamente instrumentado. La bancada está montada en una sala aislada acústicamente, con sistemas de extinción de incendios y detección de gases. Otras instalaciones en el laboratorio son: un banco de caracterización de compresores, turbinas y toberas, un pequeño motor cohete de combustible híbrido para uso de demostración, y un quemador para estudios de propagación de llama. Entre las herramientas de investigación con las que cuenta el laboratorio destaca una cámara IR que puede ser empleada para medidas de transferencia de calor o para analizar deformaciones y defectos estructurales.

4. Laboratorio de diseño y fabricación aeroespacial

Este taller está equipado con medios de mecanizado tradicionales (torno de sobremesa, fresadora, etc) así como varias impresoras 3D para prototipado rápido. También se cuenta con diversos útiles para fabricar piezas de carpintería.

5. Laboratorio de Tecnología Aeroespacial

Este espacio está dedicado a las estructuras aeroespaciales y en particular a la dinámica estructural y análisis de estabilidad estructural. Se dispone de un sistema de ensayos de vibraciones y análisis modal con 22 acelerómetros, 2 excitadores y un martillo calibrado. El sistema es compatible con los que se emplean actualmente en laboratorios de estructuras aeronáuticas (AIRBUS MILITARY, AIRBUS, ONERA, DLR, INTA, CLAEX, CTA, CATEC, etc). Estos sistemas se pueden emplear para obtener la respuesta dinámica y los modos propios de una estructura espacial o de los propios subsistemas de un satélite. Además, se disponen de varios extensiómetros para determinar la deformación de un sistema a cargas estáticas. Se dispone también de dos bancos ópticos para la realización de todo tipo de montajes mecánicos.

6. Laboratorio de Sistemas Aeroespaciales

Este es un espacio multidisciplinar. Actualmente se dispone de un modelo de microsátélite EyasSat para la adquisición de las competencias ligadas a los sistemas espaciales y de varios modelos de Drones de pequeño tamaño. Además, se dispone de un sistema de adquisición de datos National Instruments para su uso en a caracterización de los sistemas aeroespaciales.

7. Laboratorio de Ingeniería Aeroespacial

Este laboratorio tiene dos instalaciones principales: una cámara de alto vacío para investigación y docencia en el área de propulsión espacial avanzada, y un gran túnel de agua para la dinámica de fluidos y experimentos aerodinámicos con instrumentación de medida avanzada.

Laboratorios de Teoría de la Señal y Comunicaciones

1. Laboratorio de ordenadores de propósito general.

Este laboratorio cuenta con 20 Ordenadores con S.O Windows/Linux, 10 de ellos equipados con GPU GTX 1070Ti. para aceleración de cálculo numérico.

2. Laboratorio de ordenadores de propósito general.

Este laboratorio cuenta con 20 Ordenadores con S.O Windows/Linux.

3. Laboratorio de Comunicaciones 1:

En este espacio hay 10 puestos de trabajo, cada uno con fuente de alimentación dual, osciloscopio digital de 100Mhz de Bw, 2 Generadores de funciones figitales, 2 tarjetas de desarrollo DSP Texas Instruments TMS320C62XX, entrenadores de comunicación en banda base y modulaciones digitales.

4. Laboratorio de Comunicaciones 2

En este espacio hay 10 puestos de trabajo con Osciloscópio Digital de BW 1Ghz, Analizador de Espectro, Equipo de Comunicaciones Software Radio National Instruments (transmisor y receptor) para generación y recepción de señales entre 500Mhz hasta 5Ghz (GSM, UMTS y LTE).

5. Laboratorio de Antenas y Radiofrecuencia:

Equipado con 5 puestos con entrenadores para antenas, 5 puestos para medida de circuitos de microondas y cámara anecoica para medida de antenas. También cuenta con analizadores de redes hasta 220 GHz, analizador de redes portátil, analizadores de espectros electrónicos y ópticos. Medidores de ruido.

Laboratorios de Tecnología Electrónica

1. Laboratorios docentes

El departamento de Tecnología Electrónica dispone de 7 laboratorios docentes con amplias capacidades para el desarrollo de equipos electrónicos. En estos laboratorios, cada puesto está dotado de instrumental de propósito general (fuente de alimentación, generador de señales, osciloscopio y entrenador) y de un ordenador en el que están instalados una amplia variedad de entornos de software profesional para el diseño de circuitos digitales y analógicos, placas de circuito impreso, simulación, diseño con FPGAs, desarrollo de software para microprocesadores, etc. Estos laboratorios se complementan con un taller en el que se pueden fabricar circuitos impresos.

2. Laboratorio de Diseño Microelectrónico

Este laboratorio está dedicado al diseño de circuitos integrados digitales, analógicos y mixtos. Cuenta con un amplio número de licencias de software de diseño avanzado de los principales proveedores (Synopsys, Cadence, Mentor Graphics, Xilinx, Altera, Microsemi) obtenido por medio del consorcio Europractice. Asimismo, dispone de instrumentación variada de altas prestaciones para probar prototipos, como generadores de señal, osciloscopios y analizadores lógicos.

3. Laboratorio de Electrónica de Potencia

Este laboratorio está dedicado al diseño, modelado, control, simulación e implementación de convertidores electrónicos de potencia, para múltiples aplicaciones, tales como la gestión electrónica de la energía, MPPT, cargadores de

baterías, BMS, convertidores CC-CC, CFP, inversores, rectificadores, entre otros. Cuenta con instrumentación variada como fuentes de alimentación de potencia, cargas electrónicas, osciloscopios, sondas de corriente y tensión, estación de soldadura, analizador de impedancias, baterías, bancada de supercondensadores, cámara IR, etc.

4. Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética

Este laboratorio dispone como instalación principal de una Cámara Anecoica de 3m y 18GHz, así como diversa instrumentación relacionado con la compatibilidad electromagnética, como Receptores EMI, analizadores de espectros, sondas de corriente de alta frecuencia, generadores de señal de RF, amplificador de RF, antenas de campo cercano y campo lejano, medidor de radiación de campo de banda ancha, red de estabilización de impedancia de línea (LISN), pistola de descarga electrostática (ESD). Estos equipos permiten la medición de interferencias electromagnéticas radiadas y conducidas.

Laboratorios de Ingeniería Telemática

1. Laboratorios docente

Dos laboratorios de 30 puestos dobles cada uno equipados con interfaces de red de distintas tecnologías para realizar prácticas de desarrollo de protocolos de comunicaciones. Los laboratorios incluyen un clúster de servidores de cuentas, conmutadores, analizadores de redes y un servicio de máquinas virtuales para el montaje de maquetas de red virtualizadas.

Laboratorios de Sistemas y Automática

1. Laboratorios de robótica

Se trata de 3 espacios dedicados a la robótica, equipados de plataformas móviles, brazos robotizados, robots asistenciales, robots espaciales, sensores (telémetros laser, cámaras, cámaras y sensores de profundidad, actuadores y los equipos e instrumentación necesarios.

2. Laboratorios de Automatización Industrial

Se trata de 2 espacios equipados con autómatas programables, buses de campo, célula de fabricación flexible y robots industriales.

3. Laboratorios de Control y Automatización.

Se trata de 2 laboratorios docentes, equipados con osciloscopios, generadores, tarjetas de adquisición de datos y autómatas programables.

La utilización de los laboratorios compartidos por la titulación ronda entre un 15% y un 30%, dependiendo de cada caso. Las prácticas contempladas en el presente máster pueden integrarse fácilmente ya que no suponen una carga superior al 1%-2% respecto de la ocupación total.

La Universidad Carlos III de Madrid cuenta con una Oficina Técnica que se ocupa directamente del mantenimiento de los laboratorios, su gestión, sus infraestructuras y Máster Universitario en Ingeniería Circular por la Universidad Carlos III de Madrid proporciona un servicio técnico. Toda esta información aparece detallada en su página web: <https://www.uc3m.es/OficinaTecnica/inicio>.

Además, junto al Comité de Seguridad y Salud, han impulsado y creado medidas preventivas encaminadas a mejorar el nivel de seguridad, salud y protección del medio ambiente. Entre estas medidas cabe citar las siguientes:

- Elaboración de un plan de prevención de riesgos y de autoprotección:
<https://www.uc3m.es/prevencion/seguridad-laboratorios>
- Desarrollo de un manual de seguridad en los laboratorios:
<https://www.uc3m.es/prevencion/manual-seguridad-salud-2>
- Promoción del uso de ropa adecuada y equipos de protección individual:
<https://www.uc3m.es/prevencion/epis>
- Actividades de asesoría y formación específicas:
<https://www.uc3m.es/prevencion/solicitud-sprl>

OTROS MEDIOS MATERIALES Y RECURSOS PARA ESTUDIANTES Y PROFESORADO

- Aulas telepresencia: espacios de colaboración inmersivos que permiten interconectar dos aulas, creándose la sensación de que profesor y alumnos, tanto presenciales como remotos, comparten el mismo espacio físico. Para ello, se proyecta en una de las paredes, con calidad 4K, la imagen del aula remota, conformando una visión o plano general de la misma y cubriendo todo el ancho de una de las paredes del aula.

En dicho muro se pueden incluir además de la imagen del otro aula, diversas ventanas con distinto contenido, como señales de ordenador conectadas por HDMI, tanto de forma local como remota, señales de streaming en directo, imágenes, etc. (ver detalle en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-telepresencia#ubicaciones>).

- Aulas de diseño y edición digital, un tipo especial de aula Informática equipada con PCs más potentes y la suite de software Adobe Creative Cloud, orientada a la edición y creación de material gráfico y audiovisual (ver detalle en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/aulas-diseno-y-edicion-digital#ubicaciones>).
- Espacios con características especiales. La Universidad Carlos III de Madrid cuenta con una serie de espacios idóneos para la celebración de congresos, conferencias, seminarios, cursos formativos y actos institucionales. Cada uno de estos espacios dispone de toda la equipación tecnológica necesaria para llevar a buen fin todos los actos y eventos que se celebren en ellos (más información en: <https://www.uc3m.es/sdic/espacios/espacios-para-eventos#ubicaciones>).

La biblioteca de la Universidad Carlos III de Madrid cuenta con 5 puntos de atención distribuidos en los diferentes Campus. En el campus de Puerta de Toledo-Madrid y en el de Leganés se cuenta con una biblioteca cada uno, mientras que el de Getafe cuenta con dos (más información en: <https://www.uc3m.es/biblioteca/quienes-somos>). Además de las salas centrales de lectura y estudio individual, estos espacios cuentan con salas de trabajo en grupo, equipamiento informático, audiovisual y reprografía, aulas de idiomas, aula de seminarios o talleres, sala de visionado, sala de exposiciones y el MakerSpace en la biblioteca de Leganés (<https://www.uc3m.es/makerspace/inicio>). La información sobre estos espacios en general se puede encontrar aquí: <https://www.uc3m.es/biblioteca/salas-equipos>.

Se cuida de que todos los recursos nombrados anteriormente sean accesibles y estén adaptados, a través del Programa de Atención a Estudiantes con Discapacidad y Necesidades

Específicas de Apoyo Educativo de la UC3M. Más información en https://www.uc3m.es/orientacion/discapacidad_neae.

Finalmente, cabe destacar que como medio para comprobar la originalidad de las tareas entregada por los estudiantes, incluyendo los trabajos de fin de máster (TFM), la UC3M cuenta con Turnitin (<https://www.uc3m.es/uc3mdigital/guia-herramientas/turnitin>) integrada en el Aula Global como la plataforma básica de soporte de la docencia en UC3M (<https://www.uc3m.es/uc3mdigital/guia-herramientas/aula-global>), con una guía abierta a disposición de los docentes para manejar esta herramienta antiplagio (<https://uc3m.libguides.com/Turnitin>). Según la normativa específica sobre el TFM el tutor debe dejar en su informe del TFM el resultado Turnitin.

SERVICIOS DE APOYO Y ORIENTACIÓN AL ESTUDIANTADO

La Universidad Carlos III de Madrid cuenta con el Servicio de Orientación a Estudiantes que de forma amplia se ocupa de proporcionar ayuda a los estudiantes o futuros estudiantes que lo soliciten, en materias como orientación general, psicológica, adaptación y necesidades específicas o deportistas de alto nivel. Más información en:

<https://www.uc3m.es/orientacion/inicio>

De forma específica en el Centro de Postgrado, se cuenta con oficinas de alumnos en cada campus (Puerta de Toledo-Madrid, Getafe y Leganés) que proporcionan atención individualizada, tanto presencial como a distancia a los estudiantes. Se muestra en la web de manera actualizada, los formularios de contacto, teléfono y horarios de atención presencial de cada una de ellas:

<https://www.uc3m.es/postgrado/oficinas-informacion>

El personal del Servicio, entre los que se cuentan el personal de administración que atiende a los estudiantes, se refleja de forma pública a través de la web:

https://www.uc3m.es/ss/Satellite/UC3MInstitucional/es/ServiciosUniversitarios/1371218553727/Servicio_de_Postgrado

6.2 Procedimiento para la gestión de las prácticas académicas externas

NO PROCEDE

6.3. Previsión de dotación de recursos materiales y servicios

NO PROCEDE

7. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

7.1. Cronograma de implantación del título

CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	
TITULACIÓN	CURSO 2019/20
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL / MASTER IN SPACE ENGINEERING	1º

CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN DE LAS MODIFICACIONES*		
TITULACIÓN	CURSO 2023/24	CURSO 2024/25
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESPACIAL / MASTER IN SPACE ENGINEERING	1º	2º

**Sujeto a la recepción del preceptivo informe favorable.*

7.2 Procedimiento de adaptación

Las modificaciones propuestas afectan a dos asignaturas que cambian significativamente:

PLAN ACTUAL			PLAN PROPUESTO		
Asignatura	Tipo	ECTS	Asignatura	Tipo	ECTS
Complementos de Ingeniería de la Telecomunicación	OP	6	Complementos de Ingeniería de la Telecomunicación	OB	3
Prediseño de Vehículos Espaciales	OB	3	Prediseño de Vehículos Espaciales	OB	6

Para los estudiantes que no superen una de estas dos asignaturas en el plan de estudios anterior a la modificación se procederá según se establece a continuación:

- Si no se supera la asignatura “Complementos de Ingeniería de la Telecomunicación”, el estudiante tendrá que cursar dos asignaturas optativas de 3 ECTS para completar los 90 ECTS necesarios para titularse.

- Si no se supera la asignatura “Prediseño de Vehículos Espaciales”, el estudiante tendrá que cursar la asignatura “Prediseño de Vehículos Espaciales” de 6 ECTS para poder finalizar sus estudios.

7.3 Enseñanzas que se extinguen

NO PROCEDE

8. SISTEMA INTERNO DE GARANTÍA DE LA CALIDAD

8.1. Sistema Interno de Garantía de la Calidad

<https://www.uc3m.es/calidad/sistema-garantia-interna-calidad>

8.2. Medios para la información pública

La universidad publica anualmente en su web, con la antelación y contenidos suficientes, toda la información relativa a su oferta académica, los procesos de solicitud y matrícula, así como el calendario y fechas importantes a tener en cuenta por parte de los futuros estudiantes, de manera que se dispone de una información adecuada y suficiente para que los estudiantes interesados en participar en el proceso de selección puedan valorar adecuadamente su participación en el mismo.

En concreto, la web del Centro de Postgrado (www.uc3m.es/postgrado/inicio) recoge la oferta académica de másteres universitarios, y los accesos a la web de Admisión (www.uc3m.es/postgrado/admision), Matrícula (www.uc3m.es/postgrado/matricula) y Becas (www.uc3m.es/postgrado/ayudas).

Por otro lado, el Máster Universitario en Ingeniería Espacial cuenta, al igual que el resto de másteres que oferta la universidad, con una página web que recoge toda la información específica sobre el programa, profesorado, admisión y matrícula, becas y otro tipo de información práctica (calendario académico, horarios o el acceso a la Secretaría Virtual): <https://www.uc3m.es/master/ingenieria-espacial>

Además, la Universidad cuenta con una web específica sobre la Calidad en los estudios (<https://www.uc3m.es/calidad/inicio>) en la que se pueden consultar indicadores de calidad y empleabilidad de todos los títulos que oferta, así como los informes de evaluación externa y seguimiento o las Memorias Académicas.