



GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

PLAN 14IB – MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AERONÁUTICA

Código 143003035

Asignatura PLANTAS DE POTENCIA ALTERNATIVAS PARA PROPULSIÓN
AÉREA

Nombre en Inglés ADVANCED POWERPLANTS FOR AERIAL PROPULSION

Módulo INTENSIFICACIÓN PROPULSIÓN AEROESPACIAL

Idiomas CASTELLANO

Curso SEGUNDO

Semestre TERCERO

Carácter OP

Créditos 3 ECTS

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

El objetivo general del curso es dar a conocer la tecnología de las pilas de combustible como alternativa a algunos de los sistemas de propulsión aérea y/o producción de energía actuales.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Asignaturas superadas:

Otros requisitos: Termodinámica

b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas:

Otros Conocimientos:

3. COMPETENCIAS

- CG1.-** Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.
- CG3.-** Capacidad para la dirección general y la dirección técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos aeronáuticos y espaciales.
- CG4.-** Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.
- CG5.-** Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema aeroespacial.
- CG6.-** Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.
- CG7.-** Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.
- CG8.-** Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.
- CG10.-** Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.
- CG11.-** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CG12.-** 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.

- CG13.-** Ser capaz de 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.
- CG14.-** 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.
- CG15.-** Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG16.-** Capacidad de integrar el respeto al medio ambiente como actitud general en la gestión y el desempeño de sus actividades.
- CT1.-** Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios, así como cualquier información y documentación en lengua inglesa
- CT2.-** Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.
- CT3.-** Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.
- CT4.-** Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.
- CT5.-** Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.
- CT6.-** Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.
- CE-SP-1.-** Aptitud para proyectar, construir y seleccionar la planta de potencia más adecuada para un vehículo aeroespacial, incluyendo las plantas de potencia aeroderivadas.
- CE-SP-7.-** Capacidad para acometer el Diseño Mecánico de los distintos componentes de un sistema propulsivo, así como del sistema propulsivo en su conjunto.
- CE-SP-8.-** Capacidad para diseñar, ejecutar y analizar los Ensayos de Sistemas Propulsivos, y para llevar a cabo el proceso completo de Certificación de los mismos.
- CE-SP-9.-** Conocimiento adecuado de los distintos Subsistemas de las Plantas Propulsivas de Vehículos Aeroespaciales.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CÓDIGO.- Descripción del Resultado de Aprendizaje.

5. PROFESORADO

Departamento: MECÁNICA DE FLUIDOS Y PROPULSIÓN AEROESPACIAL

Coordinador de la Asignatura: Emilio NAVARRO ARÉVALO

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
LEO MENA, Teresa	teresa.leo.mena@upm.es	
NAVARRO ARÉVALO, Emilio	emilio.navarro@upm.es	

Los horarios de tutorías estarán publicados en el espacio MOODLE de la asignatura.

6. TEMARIO

Tema 1. PRINCIPIO DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

1.1. Introducción. 1.2. Perspectiva histórica y evolución, tendencias actuales. 1.3. Las pilas de combustible en el panorama energético mundial: fuentes de energía. 1.4. Tipos de pilas de combustible. 1.5. Termodinámica de las pilas de combustible. 1.6. Electroquímica de las pilas de combustible. 1.7. Componentes de las pilas de combustible.

Tema 2. FENÓMENOS DE TRANSPORTE

2.1. Transporte de carga. 2.2. Transporte de masa. 2.3. Transferencia de calor.

Tema 3. MODELIZACIÓN DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

3.1. Modelo de membrana. 3.2. Modelo de capa difusora. 3.3. Modelo de capa catalítica. 3.4. Modelo de placa fluida.

Tema 4. TECNOLOGÍA DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

4.1. Diseño y modelo de stacks. 4.2. Materiales utilizados. 4.3. Caracterización y diagnóstico de las pilas de combustible. 4.4. Diseño de sistemas. 4.5. Subsistema de combustible. 4.6. Subsistema térmico. 4.7. Diseño de las pilas de combustible como sistema. 4.8. Análisis de ciclo de vida.

Tema 5. APLICACIONES

5.1. Estrategias de implementación. 5.2. Aplicaciones estacionarias. 5.3. Aplicaciones portables. 5.4. Aplicaciones en aeronaves.

Tema 6. ESTUDIO DE APLICACIONES CONCRETAS

6.1. Sustitución del EPS. 6.2. Hipótesis y condiciones de diseño. 6.3. Requerimientos del sistema y análisis del dimensionado del sistema de pilas de combustible. 6.4. Instalación en la aeronave. 6.5. Análisis RAMTS. 6.6. Cumplimiento de requisitos. 6.7. Beneficios. 6.8. Conclusiones. 6.9. Sustitución de varios sistemas con una mayor integración en la aeronave. 6.10. Sustitución del sistema propulsivo en UAV.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (*).

P1.- Determinación de la curva de polarización de una pila PEMFC.

P2.- Determinación de la curva de polarización de una pila DMFC.

P3.- Determinación de las características electroquímicas de una MEA.

(*) Las prácticas de laboratorio podrán sufrir variaciones dependiendo del número de alumnos y de la disposición de equipos.

7. PLAN DE TRABAJO

a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	Introducción. Tema 1. LM: Lección Magistral 2 horas			
2	Tema 1. LM: Lección Magistral 2 horas			
3	Tema 1. LM: Lección Magistral 2 horas			
4	Tema 1. LM: Lección Magistral 1 hora Tema 2. LM: Lección Magistral 1 hora			Evaluación Formativa EPT: Tema 2 0,5 horas Evaluación Continua
5	Tema 2. LM: Lección Magistral 2 horas	PL: Prácticas de Laboratorio (*) 2 horas		Prueba de Evaluación POPF: Tema 1 0,5 horas Evaluación Continua Evaluación Formativa EPT: Tema 2 0,5 horas Evaluación Continua
6	Tema 2. LM: Lección Magistral 2 horas			Evaluación Formativa EPT: Tema 2 0,5 horas Evaluación Continua
7	Tema 3. LM: Lección Magistral 2 horas			Prueba de Evaluación POPF: Tema 2 0,5 horas Evaluación Continua Evaluación Formativa EPT: Tema 3 0,5 horas Evaluación Continua
8	Tema 3. LM: Lección Magistral 2 horas			Evaluación Formativa EPT: Tema 3 0,5 horas Evaluación Continua
9	Tema 3. LM: Lección Magistral 2 horas			Evaluación Formativa EPT: Tema 3 0,5 horas Evaluación Continua

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
10	Tema 4. LM: Lección Magistral 2 horas			Prueba de Evaluación POPF: Tema 3 0,5 horas Evaluación Continua
11	Tema 4. LM: Lección Magistral 2 horas			
12	Tema 4. LM: Lección Magistral 2 horas			
13	Tema 5. LM: Lección Magistral 2 horas			
14	Tema 6. LM: Lección Magistral 2 horas			
15	Tema 6. LM: Lección Magistral 2 horas			
16				Prueba de Evaluación POPF: Temas 4, 5 y 6 1,5 horas Evaluación Continua Evaluación Formativa EPT: Laboratorio 2 horas Evaluación Continua

Nota.- El cronograma de la asignatura podrá sufrir modificaciones a lo largo del curso para adaptarse a las características del mismo.

POPF: Prueba Objetiva Parcial/Final

EPT: Evaluación Proyectos/Trabajos

(*) Las prácticas de Laboratorio se realizarán por grupos a partir de la semana n° 5.

b) Actividades formativas.

Actividades formativas	EP	CT	CP	PL	TIE	TP	Otros*
ECTS	1,0	1.0		0,2	0,6	0,2	

EP: ESTUDIO Y TRABAJO PERSONAL DEL ALUMNO

CT: CLASES DE TEORÍA

CP: CLASES DE PROBLEMAS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

TIE: TRABAJOS INDIVIDUALES O EN EQUIPO

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

***Otros** (especificar):

c) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	LM	PBL	RPA/MC	EIP	PL	Otros*
SI / NO	SI		SI		SI	

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

RPA/MC: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA / MÉTODO DEL CASO

EIP: EXPOSICIÓN DE INFORMES Y PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

*Otros (especificar):

8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

a) Tribunal de Evaluación.

Presidente:	Emilio NAVARRO ARÉVALO
Vocal:	Juan Manuel TIZÓN PULIDO
Secretario:	Efrén MORENO BENAVIDES
Suplente:	Gregorio LÓPEZ JUSTE

b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
4	Evaluación Formativa	EC	EPT	0,5 h		5,0	CG12, CG13, CG14, CG15, CT2, CT4, CT5, CE-SP-1, CE-SP-7, CE-SP-9
5	Pruebas de Evaluación	EC	POPF	0,5 h	10%	5,0	CG5, CG6, CG12, CG13, CG14, CG15, CG16, CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CE-SP-1, CE-SP-7, CE-SP-9
7	Pruebas de Evaluación	EC	POPF	0,5 h	10%	5,0	CG12, CG13, CG14, CG15, CT2, CT4, CT5, CE-SP-1, CE-SP-7, CE-SP-9
10	Pruebas de Evaluación	EC	POPF	0,5 h	10%	5,0	CG12, CG13, CG14, CG15, CT2, CT4, CT5, CE-SP-1, CE-SP-7, CE-SP-9
16	Prueba de Evaluación Evaluación Formativa	EC	POPF EPT	1,5 h 2 h	20%	5,0	CG1, CG3, CG4, CG7, CG8,

							CG13, CG10, CG11, CG12, CG13, CT1, CT3, CT5, CT6, CE-SP-1, CE- SP-7, CE-SP-8, CE-SP-9
--	--	--	--	--	--	--	---

c) Criterios de Evaluación.

Al alumno se le pedirá que opte por realizar evaluación continua o por examinarse de toda la asignatura en el examen final. En caso de decidir no realizar evaluación continua deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura durante las dos primeras semanas lectivas.

Es imprescindible para poder aprobar la asignatura el haber asistido y realizado las prácticas de laboratorio, se opte por realizar evaluación continua o no, y además es necesario presentar un informe de las prácticas de laboratorio.

Durante el curso habrá:

- Pruebas de evaluación: habrá cuatro pruebas objetivas parciales a lo largo del curso, con un peso total del 50% de la nota final.
- Problemas: Los alumnos tendrán que resolver y entregar problemas que se les presentarán a lo largo del curso. El peso total de estas pruebas es de un 40% de la nota final.
- Presentación de informes: Los alumnos tendrán que presentar un informe de las prácticas de laboratorio, cuyo peso será del 10% de la nota total.

En caso de no acogerse el alumno a la evaluación continua, este deberá realizar un examen final de todo el temario, contando ese examen en un 90% de la nota total, correspondiendo el 10% restante a la calificación del informe de prácticas de laboratorio.

En cualquier caso, para aprobar la asignatura, se deberá obtener una calificación total superior o igual al 50%.

Además se realizarán otra serie de evaluaciones que sin contar para la nota final obtenida por el alumno, servirán para evaluar: el nivel formativo inicial, el tiempo utilizado para realizar las actividades planificadas, las incidencias críticas que puedan presentarse y la satisfacción del alumno con respecto a la asignatura. Para esto se realizarán las siguientes evaluaciones y cuestionarios:

- Evaluación previa: Se elaborará un test o cuestionario previo a la asignatura, con el fin de evaluar el nivel formativo que poseen los alumnos sobre conceptos básicos de los motores alternativos. Esta evaluación es meramente informativa y la nota obtenida no se tiene en cuenta en la nota final obtenida por el alumno. Sin embargo, si tendrá su valoración como participación del alumno.
- Evaluación de tiempo de dedicación: test o cuestionario en el que se solicita al alumno que indique el tiempo utilizado para realizar las actividades planificadas. Esta evaluación es meramente informativa y la nota obtenida no se tiene en cuenta en la nota final obtenida por el alumno. Sin embargo, si tendrá su valoración como participación del alumno.
- Cuestionarios de incidencias críticas (CuIC): test o cuestionario en el que se solicita al alumno que indique brevemente la incidencia crítica más positiva y más negativa que ha ocurrido durante el último periodo de clases. Esta evaluación es meramente informativa y la nota obtenida no se tiene en cuenta en la nota final obtenida por el alumno. Sin embargo, si tendrá su valoración como participación del alumno.

- Evaluación de satisfacción: Se realizará una evaluación de satisfacción en la que el alumno evalúa aspectos de contenido, metodológicos, recursos, etc. de la asignatura. Esta evaluación es meramente informativa y su valoración no se tiene en cuenta en la nota obtenida por el alumno.

A modo de resumen, y para la evaluación continua, la valoración de cada una de las pruebas es:

Materia a evaluar	% sobre la nota final
Evaluación previa	0
Evaluación del tiempo de dedicación	0
Cuestionarios de incidencias críticas	0
Pruebas de evaluación	50
Problemas	40
Informe de prácticas	10

y para el caso de no optar por la evaluación continua, la valoración de cada una de las pruebas es:

Materia a evaluar	% sobre la nota final
Examen final	90
Informe de prácticas	10

9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
Atkins, P.W. "Química Física" 6ª ed ,Omega, D.L., Barcelona 1999.	Bibliografía	
Hoogers, G. "Fuel Cell Technology Handbook", CRC Press, N. Y., 2002.	Bibliografía	
Levine, I. N., "Fisicoquímica", McGraw Hill, 2004.	Bibliografía	
Rock, P. A. "Termodinámica Química", Vicens-Vives S. A., Barcelona 1989.	Bibliografía	
Atkins, P.W. "Química Física" 6ª ed., Omega, D.L., Barcelona, 1999.	Bibliografía	
Austin, Reg. "Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment". Wiley, 2010.	Bibliografía	
Barbir, F. "PEM Fuel Cells: Theory and Practice", Elsevier, San Diego, 2005.	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
Breit, J. "Boeing Commercial Airplanes, Systems Concept Center – Fuel Cell APU for Commercial Aircraft".	Bibliografía	
Fuel Cell Handbook, 6º ed., EG&G Technical Services, Inc. Science Applications International Corporation.	Bibliografía	
Fürruter, M. K., Meyer, J. "Small Fuel Cell Powering an Unmanned Aerial Vehicle", IEEE AFRICON, Nairobi, Kenya, 2009.	Bibliografía	
Gou, B. "Fuel Cells. Modeling, Controls and Applications", CRC Press, 2010.	Bibliografía	
Hoogers, G. "Fuel Cell Technology Handbook", CRC Press, N. Y., 2003.	Bibliografía	
Ira N. Levine, "Fisicoquímica" vol. 2, 5ª ed, McGraw-Hill, 2004.	Bibliografía	
Kordesch, Kart, Fuel cells and their applications, Ed. VCH, 1999.	Bibliografía	
Kulikovskiy, A.A. "Analytical Modeling of Fuel Cells", Elsevier, 2010.	Bibliografía	
Larminie, James, Fuel cell systems explained, Ed. John Wiley & Sons, 2000.	Bibliografía	
Levine, I. N., "Fisicoquímica", McGraw Hill, 2004.	Bibliografía	
Li, Xianguo, Principles of fuel cells, Ed. Taylor & Francis, 2006.	Bibliografía	
O'Hayre, R. "Fuel Cell Fundamentals", Jonh Wiley & Sons, New York, 2009.	Bibliografía	
Rock, P. A. "Termodinámica Química", Vicens-Vives S. A., Barcelona 1989.	Bibliografía	
Wark, K., Richards, D. E. "Termodinámica", McGraw-Hill, 6ª ed, McGraw-Hill, 2000.	Bibliografía	
Zhao, T.S. "Advances in Fuel Cells", Elsevier, 2007.	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura http://moodle.upm.es/	Recurso Web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.

Descripción	Tipo	Observaciones
Laboratorio	Equipamiento	En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.

10. OTRA INFORMACIÓN

Tanto el Temario (punto 6), como el Plan de Trabajo (punto 7) y el Sistema de Evaluación (punto 8) podrán sufrir modificaciones en razón del número de alumnos que cursen la asignatura, el desarrollo del curso, etc. Dichas modificaciones se comunicarán oportunamente a los alumnos, y se realizarán con la finalidad de adaptar los medios y métodos de forma más eficiente para el desarrollo del curso.