PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura				
Código	401483		Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Tecnología Térmica y de Fluidos			
Denominación (inglés)	Thermal and Fluid Technologies			
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Industrial			
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales			
Semestre	2º	Carácter	Obligatoria	
Módulo	Tecnologías Industriales			
Materia	Tecnología Térmica y de Fluidos			

Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Awf Al-Kassir	B1.15	aawf@unex.es	
Emilio J. Vega Rodríguez	C1.9	ejvega@unex.es	
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos, Mecánica de Fluidos		
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Awf Al-Kassir		

Competencias*

Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias EC y EFM (I)	Marcar con una "X"	Competencias ET (II)	Marcar con una "X"	Competencias EG (III)	Marcar con una "X"	Competencias EI (IV)	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1	x	CT1	X	CEC1		CET1		CEG1		CEI1	
CB7	X	CG2	x	CT2	X	CEFM1		CET2		CEG2		CEI2	
CB8	X	CG3		CT3	X			CET3		CEG3		CEI3	
CB9	X	CG4	x	CT4	X			CET4		CEG4		CEI4	
CB10	X	CG5		CT5	X			CET5	x	CEG5		CEI5	
		CG6		CT6	X			CET6		CEG6		CEI6	
		CG7		CT7	X			CET7		CEG7		CEI7	
		CG8	x	CT8	X			CET8		CEG8			
		CG9	x	CT9	X								
				CT10	X								
				CT11	X								
				CT12	X								
				CT13	X								

CEC: Competencias específicas complementarias
CET: Competencias específicas de tecnologías industriales
CEG: Competencias específicas de gestión
CEI: Competencias específicas de instalaciones, plantas y construcciones complementarias
CEFM: Competencias específicas de fin de máster

*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos

Breve descripción del contenido*

Bombas y ventiladores centrífugos. Turbinas tangenciales y diagonales. Máquinas axiales. Máquinas de desplazamiento positivo. Análisis de motores térmicos. Fluidos compresibles. Análisis de máquinas térmicas. Calor y Frío industrial. Sistemas térmicos: intercambiadores de calor, calderas, hornos y secaderos. Diseño de sistemas de refrigeración. Cámaras frigoríficas.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Introducción al diseño de turbomáquinas centrífugas y axiales
Contenidos del tema 1: Elementos de diseño de una turbomáquina centrífuga: boca de aspiración, rodete, corona directriz y caja espiral. Elementos de diseño de una turbomáquina axial: modelo del perfil aislado y procedimiento para diseñar el rodete.
Actividad práctica:
AP1: Ensayo completo de una bomba centrífuga: medida de NPSHr (1,5h) en Laboratorio
AP2: Ensayo completo de una bomba centrífuga: medida del rendimiento (1,5h) en Laboratorio.
AP3: Diseño de un álabe de una bomba axial (3h) en Laboratorio.

Denominación del tema 2: Introducción a la simulación CFD de turbomáquinas hidráulicas.
Contenidos del tema 2: El problema fluido-dinámico. La turbulencia. El flujo cerca de la pared.
El método CFD. Ejemplos.

Denominación del tema 3: Instalaciones industriales de producción de frío y calor.
Contenidos del tema 3: Sistemas y procesos de producción de frío y sus aplicaciones industriales. Características de los fluidos refrigerantes. Clasificación de las calderas. Tipos de combustibles utilizados en sistemas industriales de generación del calor.
Actividad práctica:
AP1: Análisis del funcionamiento de las máquinas de frío (2h) en Aula.
AP2: Identificación de los elementos principales de una caldera (2h) en Laboratorio.

Denominación del tema 4: Motores y sistemas térmicos
Contenidos del tema 4: Clasificación de motores térmicos. Tipos y diseño de intercambiadores de calor bifásicos. Máquinas de desplazamiento positivo. Análisis y diseño de secaderos industriales. Tipos de calderas y hornos.
Actividad práctica:
AP1: Diseño térmico de intercambiadores de calor bifásicos (2h) en Aula.
AP2: Análisis de los elementos principales y cálculo de un secadero (2h) en Aula.

Denominación del tema 5: Sistemas de refrigeración
Contenidos del tema 5: Cálculo de máquinas de compresión del vapor y bombas de calor. Cálculo de las máquinas de absorción. Diseño de torres de enfriamiento de las instalaciones de refrigeración.
Actividad práctica:
AP1: Identificación de los elementos principales de un sistema de refrigeración (2h) en Laboratorio.

Denominación del tema 6: Cámaras frigoríficas
Contenidos del tema 6: Cargas térmicas. Diseño de cámaras frigoríficas.
Actividad práctica:
AP1: Proyecto de cálculo de una cámara frigorífica (4h) en Aula.

Actividades formativas*

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	**Total**	**GG**	**PCH**	**LAB**	**ORD**	**SEM**	**TP**	**EP**
1	21	6		6				9
2	15	6						9
Examen parcial (1 y 2)	4	1						3
3	22	5		2		2		13
4	22	6				4		12
5	24	8		2				14
6	25	5				4		16
Evaluación **	17	3						14
TOTAL	**150**	**40**		**10**		**10**		**90**

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).
PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)
ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)
SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).
TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	x
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	x
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	x
5. Visitas técnicas a instalaciones.	
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	x
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	x
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	x
9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	x
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor,	x

** Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de máster, preparación de la defensa del mismo, etc.	

Resultados de aprendizaje

Realizar el análisis y diseño de máquinas hidráulicas (bombas, ventiladores, turbinas y máquinas de desplazamiento positivo).
Realizar el análisis y diseño de máquinas térmicas (turbinas del vapor, turbinas de gas, turbocompresores y máquinas de desplazamiento positivo).
Realizar el análisis y diseño de motores térmicos alternativos.
Realizar el diseño de sistemas de calor y frío industrial

Sistemas de evaluación*

Criterios de evaluación

La evaluación del aprendizaje se realizará atendiendo a los siguientes criterios:

C1. Demostrar la comprensión de los conceptos involucrados en la asignatura. La ponderación de este criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final es 40%. Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG1, CG2, CG4, CG8, CG9, CT1-CT13, CET5

C2. Conocer los datos y resultados más importantes relacionados con la asignatura (10%). Relacionado con las competencia CET5.

C3. Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos o basándose en resultados experimentales (40%). Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG1, CG2, CG4, CG8, CG9, CT1-CT13

C4. Exponer con claridad los resultados obtenidos (10%). Relacionado con las competencias CB6-CB10, CG1, CG2, CG4, CG8, CG9, CT1-CT13, CET5

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Exámenes (examen final y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	0%–100%(1) 0%–80%(2)	73%	73%	73%
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%–80%	27%	27%	27%
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%–20%	0%	0%	---
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0%(1) 0%–30%(2)	0%	0%	0%

(1) Asignaturas del módulo *Tecnologías Complementarias*.

(2) Resto de asignaturas.

Descripción de las actividades de evaluación

La evaluación de los Temas 1 y 2 (Máquinas Hidráulicas) se realizará mediante las siguientes actividades:

A1. Examen final en las convocatorias ordinarias y extraordinarias (EF). Constará de una prueba objetiva de 10 items de 4 respuestas múltiples. La prueba será calificadas con una nota entre 0 y 10. Se penalizan los errores de acuerdo a la proporción "3 respuestas erróneas restan 1 correcta". **Actividad Recuperable**.

A2. Actividades prácticas de laboratorio (AP). El conjunto de las actividades prácticas de laboratorio será calificado con una nota entre 0 y 10. Es una actividad de evaluación no recuperable. La calificación de las prácticas de laboratorio se mantendrá indefinidamente hasta que el alumno vuelva a realizar, si lo desea, dichas prácticas en cursos académicos posteriores. **Actividad No Recuperable.**

La calificación correspondiente a los Temas 1 y 2 (Máquinas Hidráulicas) se calculará con la siguiente fórmula:

$$C1=0.6*EF+0.4*AP$$

Aquellos alumnos que lo deseen, podrán sustituir la parte correspondiente a los Temas 1 y 2 del examen final de la convocatoria ordinaria por un examen parcial a realizar al finalizar dichos temas.

La evaluación de los Temas 3, 4, 5 y 6 (Máquinas y motores térmicos) se realizará mediante las siguientes actividades:

A1. Examen Final (EF).
Se realizará una prueba escrita sobre el temario de la asignatura, en la que se podría incluir algunas cuestiones prácticas de laboratorio, en el periodo destinado para exámenes. Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario obtener una calificación de al menos 5 puntos sobre 10 en esta actividad de evaluación. Esta actividad es RECUPERABLE en la convocatoria extraordinaria.

A2. Actividades Prácticas de laboratorio y aula (AP).
La participación en las prácticas de laboratorio, seminarios y trabajos en grupos e individuales será valorada continuamente y mediante algunas cuestiones prácticas incluidas en la prueba escrita. Esta actividad está considerada como NO RECUPERABLE, es decir, no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria, pero las cuestiones relacionadas a las prácticas realizadas serán incluidas en la prueba escrita extraordinaria. Los puntos de esta actividad (A2) NO se sumarán a los puntos de la actividad (A1) si no estaría aprobado en la actividad (A1).

La calificación correspondiente a los Temas 3, 4, 5 y 6 (Máquinas y motores térmicos) se calculará con la siguiente fórmula:

$$C2=0.8*EF+0.2*AP$$

Calificación final:

La calificación final CF de la asignatura se calculará mediante la fórmula:

$$CF=0.333*C1+0.666*C2$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación total CF de al menos 5 puntos sobre 10. Además, será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de las partes "Máquinas Hidráulicas" y "Máquinas y Motores Térmicos"; es decir, C1≥4 y C2≥4. Si no se cumpliera esta última condición, la calificación final será el mínimo entre CF y 4.

Aquellos alumnos que se presenten a la convocatoria extraordinaria podrán conservar las calificaciones C1 y C2 obtenidas en la convocatoria ordinaria (o en el examen parcial) de ese mismo curso académico, siempre que no realicen el examen de la parte correspondiente ("Máquinas Hidráulicas" y "Máquinas y Motores Térmicos") en la convocatoria extraordinaria.

Evaluación global:
La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

La evaluación de los Temas 1 y 2 (Máquinas Hidráulicas) se realizará mediante las siguientes actividades:
A1. Examen final en las convocatorias ordinarias y extraordinarias (EF). Constará de una prueba objetiva de 10 items de 4 respuestas múltiples y tendrá la misma estructura que la prueba escrita de la evaluación continua. La prueba será calificadas con una nota entre 0 y 10. Se penalizan los errores de acuerdo a la proporción "3 respuestas erróneas restan 1 correcta". Actividad Recuperable.

A2. Resolución y entrega de una actividad práctica (AP) (realización de cálculos y resolución de un problema relacionado con el temario de la asignatura). Esta actividad se realiza durante el curso, pero se entrega, como máximo, en un mes anterior al examen final). Actividad No Recuperable.

La calificación (C1) correspondiente a los Temas 1 y 2 (Máquinas Hidráulicas) se calculará con la siguiente fórmula:

$$C1=0.6*EF+0.4*AP$$

Aquellos alumnos que lo deseen, podrán sustituir la parte correspondiente a los Temas 1 y 2 del examen final de la convocatoria ordinaria por un examen parcial a realizar al finalizar dichos temas."

La evaluación de los Temas 3, 4, 5 y 6 (Máquinas y motores térmicos) se realizará mediante las siguientes actividades:

A1. Examen Final (EF).
Se realizará una prueba escrita sobre el temario de la asignatura. Para aprobar esta parte de la asignatura será necesario obtener una calificación de al menos 5 puntos sobre 10 en esta actividad de evaluación. Esta actividad es RECUPERABLE en la convocatoria extraordinaria.

A2. Actividades Prácticas de laboratorio y aula (AP).
Resolución y entrega de actividades relacionadas con el temario teórico y práctico de la signatura. Esta actividad se realiza durante el curso, pero se entrega, como máximo, en un mes anterior al examen final. Esta actividad está considerada como NO RECUPERABLE, es decir, no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria. Los puntos de esta actividad (A2) NO se sumarán a los puntos de la actividad (A1) si no estaría aprobado en la actividad (A1).

La calificación correspondiente a los Temas 3, 4, 5 y 6 (Máquinas y motores térmicos) se calculará con la siguiente fórmula:

$$C2=0.8*EF+0.2*AP$$

Calificación final:
La calificación final CF de la asignatura se calculará mediante la fórmula:

$$CF=0.333*C1+0.666*C2$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación total CF de al menos 5 puntos sobre 10. Además, será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de las partes "Máquinas Hidráulicas" y "Máquinas y Motores Térmicos"; es decir, $C1 \geq 4$ y $C2 \geq 4$. Si no se cumpliera esta última condición, la calificación final será el mínimo entre CF y 4.

Aquellos alumnos que se presenten a la convocatoria extraordinaria podrán conservar las calificaciones C1 y C2 obtenidas en la convocatoria ordinaria (o en el examen parcial) de ese mismo curso académico, siempre que no realicen el examen de la parte correspondiente ("Máquinas Hidráulicas" y "Máquinas y Motores Térmicos") en la convocatoria extraordinaria.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

Versteeg, H. K. y Malalasekera, W. (2007). An Introduction to Computational Fluid Dynamics: London: Addison-Wesley

DIXON, S.L. Y HALL, C. A. "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery". Sixth Edition. Prentice Hall, 2010.

ASHRAE Handbook, "*HVAC Systems and Equipment*", American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2000.

ASINEL, "*Generadores de vapor*", Asociación de Investigación Industrial Eléctrica, 2ª ed. Barcelona, 1982.

FERNÁNDEZ, I. P., "*Turbomáquinas Térmicas*", Oviedo, 1993.

Bibliografía Complementaria

WRIGHT, T. "Fluid machinery: performance, analysis and design". CRC Press. Boca Raton, 1999.

ASHRAE Handbook, "*Fundamentals*", American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2001.

BATHIE, W.W., "*Fundamentals of Gas Turbines*", 2ª Ed. John Wiley & Sons, 1996.

BEJAN, A., TSATASRONIS, G. & MORAN, M., "*Thermal Design and Optimization*", John Wiley & Sons, 1996.

BELSA, R., "*Conocimientos fundamentales sobre climatización*", CEAC, Barcelona, 1994.

ALARCÓN, J. M., GRANADA, E. y VÁZQUEZ, M. E., "*SISCECT, simulación y cálculo de Ciclos Termodinámicos*", Bellisco Ediciones Técnicas Científicas. Madrid, 1999.

BOEHM, R.F., "*Design Analysis of Thermal Systems*", John Wiley & Sons, 1987.

BONNEFILLE, R y ROBERT, J. "*Convertidores directos de energía*", Marcombo, Barcelona, 1976.

CARNICER ROYO, E., "*Aire acondicionado*", Paraninfo, 1999.

CARRERAS, R., COMAS, A. y CALVO, A., "*Motores de combustión interna. Fundamentos*", AULA, 1993.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web

http://campusvirtual.unex.es
http://eii.unex.es/profesores/

Características de bombas hidráulicas
http://www.itur.es/frames.htm
http://www.bombas-ideal.com/Bombas-Ideal-Index.asp

Características de ventiladores centrífugos
http://www.casals.tv/producto.html

Instalaciones de producción de frío y calor, etc..
https://www.cofrico.com
https://roquesola.es/instalaciones/refrigeracion/
https://www.fenercom.com