Universitat de Lleida

GUÍA DOCENTE

MÁQUINAS TÉRMICAS E HIDRÁULICAS

Coordinación: MONSERRAT VISCARRI, JOAQUIM

Año académico 2023-24

MÁQUINAS TÉRMICAS E HIDRÁULICAS 2023-24

Información general de la asignatura

Denominación	MÁQUINAS TÉRMICAS E HIDRÁULICAS
Código	14524
Semestre de impartición	1R Q(SEMESTRE) EVALUACIÓN CONTINUADA
Carácter	

Grado/Máster	Curso	Carácter	Modalidad
Máster Universitario en Ingeniería Industrial	2	OBLIGATORIA	Presencial

Número de créditos de la asignatura (ECTS)	6
Tipo de actividad, créditos y grupos	

Tipo de actividad	PRACAMP	PRALAB	PRAULA	TEORIA
Número de créditos	0.2	0.2	2.6	3
Número de grupos	1	1	1	1

Coordinación	MONSERRAT VISCARRI, JOAQUIM
Departamento/s	CIENCIA E INGENIERÍA FORESTAL Y AGRÍCOLA
Distribución carga docente entre la clase presencial y el trabajo autónomo del estudiante	Actividades presenciales (40%) Trabajo autonomo (60 %)
Información importante sobre tratamiento de datos	Consulte este enlace para obtener más información.
Idioma/es de impartición	Idioma Porcentatge de uso Català 50.0 Inglès 0.0 Castellano 50.0

Profesor/a (es/as)	Dirección electrónica\nprofesor/a (es/as)	Créditos impartidos por el profesorado	Horario de tutoría/lugar
CASTELL CASOL, ALBERT ORIOL	albert.castell@udl.cat	1,5	
MONSERRAT VISCARRI, JOAQUIM	joaquim.monserrat@udl.cat	3	
MONSERRAT VISCARRI, JOAQUIM	joaquim.monserrat@udl.cat	0	
ORTIZ PENA, CEDRIC		1,5	

Información complementaria de la asignatura

La asignatura tiene dos bloques docentes bien diferenciados, uno gira alrededor de las máquinas de fluidos incompresibles, (MAQUINAS HIDRÁULICAS : Bombas y Turbinas) y el otro alrededor de las màquinas de fluidos compresibles, (MAQUINAS TERMICAS : Motores de combustion y Turbinas de vapor y de gas), con 3 créditos ECTS cada uno de ellos.

Para cursar esta assignatura son necesarios conocimientos en Ingenieria hidraulica y Termotecnia

Queda totalmente prohibida la grabación de voz e imagen, con cualquier medio, durante el transcurso de las clases.
Los teléfonos móviles, tabletas y ordenadores permanecerán apagados mientras el profesorado no indique lo contrario para realizar alguna actividad en el aula que así lo requiera. En los exámenes quedan totalmente prohibidos

En las Practicas es **OBLIGATORIO** que los estudiantes traigan los siguientes equipos de protección individual (EPI) a las prácticas docentes.

- Bata de laboratorio azul UdL unisex
- Gafas de protección
- Guantes de protección mecánica

Pueden adquirirse a través de la tienda Údels de la UdL:

C/ Jaume II, 67 bajos
Centro de Culturas y Cooperación Transfronteriza

http://www.publicacions.udl.cat/

El uso otros equipos de protección (por ejemplo tapones auditivos, mascarillas respiratorias, guantes de riesgo químico o eléctrico, etc.) dependerá del tipo de práctica a realizar. En este caso, el personal docente responsable

informará sobre la necesidad de la utilización de EPI's específicos.

No traer los EPI's descritos o no cumplir las normas de seguridad generales que se detallan debajo comporta que el estudiante no pueda acceder a los laboratorios o tenga que salir de los mismos. La no realización de las prácticas docentes por este motivo comporta las **consecuencias en la evaluación** de la asignatura que se describen en esta guía docente.

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

- Mantener el lugar de realización de las prácticas limpio y ordenado. La mesa de trabajo tiene que quedar libre de mochilas, carpetas, abrigos...
- En el laboratorio no se puede ir con pantalones cortos ni faldas cortas.
- Llevar calzado cerrado y cubierto durante la realización de las prácticas.
- Llevar el pelo largo siempre recogido.
- Mantener las batas abrochadas para protegerse frente salpicaduras y derramamientos de sustancias químicas.
- No llevar pulseras, colgantes o mangas anchas que puedan ser atrapados por los equipos, montajes...
- Evitar llevar lentes de contacto, puesto que el efecto de los productos químicos es mucho más grande si se introducen entre la lente de contacto y la córnea. Se puede adquirir uno cubre-gafas de protección.
- No comer ni beber dentro del laboratorio.
- Está prohibido fumar dentro de los laboratorios.
- Lavarse las manos siempre que se tenga contacto con algún producto químico y antes de salir del laboratorio.
- Seguir las instrucciones del profesor y de los técnicos de laboratorio y consultar cualquier duda sobre seguridad.

Para mayor información se puede consultar el manual de acogida del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UdL que se encuentra en: http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html

Objetivos académicos de la asignatura

Se presentará el abanico de Máquinas térmicas y Hidráulicas que tienen a su alcance y los criterios para seleccionar la más adecuada para diferentes situaciones. Los objetivos concretos serán:

Conocer el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas térmicas e hidráulicas
Saber seleccionar máquinas térmicas e hidráulicas para diferentes aplicaciones
Saber regular máquinas térmicas e hidráulicas cuando varía la carga
Saber proteger frente anomalías de funcionamiento (cavitación, embalado y sobrepresiones)

Competencias

Competencias básicas:
• CB4. Saber comunicar las conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
Competencias Generales EPS:
• CG1. Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.
• CG3. Capacidad de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
• CG4. Capacidad de concebir, diseñar e implementar proyectos y / o aportar soluciones nuevas, utilizando herramientas propias de la ingeniería.
Competencias Específicas según Orden CIN / 311/2009, de 9 de febrero:
• CE5. Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial.

Competencias Transversales UdL:
• CT1. Corrección en la expresión oral escrita.
• CT2. Dominio de una lengua extranjera.

Contenidos fundamentales de la asignatura

Bloque I: MAQUINAS HIDRÁULICAS, (MH)

Programa de Teoría

Capítulo 1. Introducción a las turbomáquinas.

1.1 Máquinas de fluidos. Clasificación.

1.2 Máquinas rotodinàmiques o turbomáquinas.

1.3 Clasificación de las turbomáquinas según la compresibilidad del fluido.

1.4 turbomáquinas térmicas e hidráulicas.

Capítulo 2. Intercambio de energía entre el rodillo y el fluido.

2.1 Primera forma de la ecuación de Euler: Teorema del momento cinético.

2.2. Ecuación de Euler para bombas, ventiladores y turbocompresores.

2.3 Ecuación de Euler para turbinas hidráulicas, turbinas de vapor y turbinas de gas.

2.4 Triángulos de velocidades. Segunda forma de la ecuación de Euler.

2.5 Grado de reacción.

Capítulo 3. Pérdidas, saltos energéticos, potencias y rendimientos en las turbomáquinas hidráulicas

3.1 Límites de entrada y salida de las turbomáquinas hidráulicas.

3.2 Salto energético en la máquina o altura entre límites.

3.3 Altura neta de las turbinas y la altura manométrica de las bombas.

3.4 Clasificación y estudio de las pérdidas, (hidráulicas, volumétricas y mecánicas).

3.5 Rendimientos. Potencias.

Capítulo 4. Las bombas y su comportamiento

4.1 Clasificación de las bombas.

4.2 Partes constitutivas de las bombas.

4.3 Comportamiento teórico de una bomba.

4.4 Curvas características reales de una bomba centrífuga.

4.5 El cebado de bombas instaladas en aspiración.

4.6 El arranque en bombas

4.7 La regulación del caudal.

4.8 La cavitación en bombas. Golpe de ariete.

Capítulo 5. Particularidades de las turbinas hidráulicas.

5.1 Turbinas de acción y de reacción: elementos característicos.

5.2 Turbinas Pelton.

5.3 Turbinas Francis y Kaplan.

5.4 Ecuación del tubo de aspiración.

5.5 Regulación de turbinas.

5.6 Velocidades sincrónica y de embalado.

5.7 Cavitación en turbinas. Golpe de ariete.

Capítulo 6. Semejanza en turbomáquinas hidráulicas

6.1 Fenómenos similares y teoría de modelos. Grupos adimensionales.

6.2 Leyes de semejanza de las bombas hidráulicas.

6.3 Leyes de semejanza de las turbinas hidráulicas.

6.4 Clasificación de las Turbomáquinas por su número de vueltas específico.

Capítulo 7. Variación de velocidad en bombas. Recorte del carrete.

7.1 Ensayo completo de una bomba: Curvas características.

7.2 Utilización práctica de las leyes de semejanza.

7.3 Variación de la velocidad de giro.

7.4 Recorte del rodillo.

7.5 Acoplamiento de bombas

7.6 Selección de la bomba o del sistema de bombeo más adecuado

Capítulo 8. Ensayos en laboratorio de las turbinas.

8.1 Curvas características de las turbinas hidráulicas

8.2 Curvas universales en variables reducidas.

8.3 Curvas de isorendiment

8.4 Fórmulas de transformación de rendimientos

8.5 Curvas de explotación de las turbinas

Capítulo 9. Regulación de las bombas y de las estaciones de bombeo

9.1 Introducción. Torres y depósitos a presión.

9.2 Regulación con válvula en serie y en paralelo

9.3 Inyección directa a la red con bombas de velocidad fija, BVF.

9.4 Características planas y verticales.

9.5 Estaciones de bombeo equipadas con bombas de velocidad variable, BVV.

9.6 Métodos de regulación con BVV

9.7 Comparación del coste energético con diferentes tipos de regulación del bombeo.

Capítulo 10. Estudio de transitorios hidráulicos

10.1 Introducción: Golpe de ariete en bombas y en turbinas

10.2 Análisis de transitorios. Ecuaciones. Modelo rígido y modelo elástico

10.3 Dispositivos para el control de los transitorios: calderines. Chimeneas de equilibrio

Prácticas de Laboratorio (A realizar en el laboratorio de Ingeniería Hidráulica)

Se haran en una estación de bombeo real. Primero se caracterizará los dipositivos existentes y luego los alumnos para una demanda dada tendran que operar la estación para obtener el màximo rendimiento.

- Determinar las curvas características de una bomba.

- Determinar la asociación optima de bombas para una determinada demanda.

- Analizar la regulación de las bombas con variador de frecuencia.

Visitas técnicas

A lo largo del curso se realizará una visita a una estacion de bombeo de altas prestaciones.

Bloque II: MAQUINAS TERMICAS, (MT)

Programa de Teoría.

Capítulo 0. Máquinas térmicas: Una visión general.

Capítulo 1. Motor de combustión interna alternativo (MCIA).

1.1 Ciclo Otto

1.2 Ciclo Diesel

1.3 Ciclo real

Capítulo 2. Turbinas de gas (TG) y de vapor (TV).

2.1 Ciclo Brayton

2.2 Ciclo Rankine

Capítulo 3. Turbomáquinas térmicas.

3.1 Conceptos fundamentales

3.2 Ecuación de Euler para máquinas térmicas

3.3 Turbinas axiales

Visitas técnicas

A lo largo del curso se intentará realizar una visita a una instalación de cogeneración y de turbina de gas.
Esta sesión queda condicionada a la posibilidad de asistir a los distintos centros y/o instalaciones.

Ejes metodológicos de la asignatura

Se utilizarán la siguientes metodologias :

Clases magistrales

En las clases magistrales se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado. Estas sesiones se realizarán de forma virtual.

Resolución de problemas

En la actividad de resolución de problemas, el profesorado presenta una cuestión compleja que el alumnado debe resolver, ya sea trabajando individualmente, o en equipo.

Prácticas

Permiten aplicar y configurar, a nivel práctico, la teoría de un ámbito de conocimiento en un contexto concreto.

Visitas a instalaciones

Actividad de un grupo de estudiantes, dirigida por el profesorado, que consiste en ir a ver un determinado lugar para obtener información directa que favorezca el proceso de aprendizaje. Estas sesiones quedan condicionadas a la posibilidad de asistir a los distintos centros y/o instalaciones.

Plan de desarrollo de la asignatura

Semana	Metodologia	Temario	H. presenciales	H. trabajo autonomo	Profesor
1 - 4	Clase magistral Resolución de problemas Prácticas	Bombas	14	21	J. Monserrat
5 - 7	Clase magistral Resolución de problemas	Turbinas y Golpe de ariete	10	15	J. Monserrat
8	lase magistral Resolución de problemas	Máquinas térmicas: Una visión general	4	6	A. Castell
9 - 11	Clase magistral Resolución de problemas	Motores combustion interna	12	18	A. Castell
12- 14	Clase magistral Resolución de problemas	Turbinas de gas i de vapor	12	18	A. Castell
15	Clase magistral Resolución de problemas	Turbomáquinas térmicas	4	6	A. Castell

Sistema de evaluación

Bloque	Evaluación	Peso (%)
Máquinas Hidráulicas	Examen	40
Pract. Maq. Hidráulicas	Informe	10
Seguimiento Máq. Tèrmicas	Ejercicios/Actividades	10
Máquinas Tèrmicas	Examen	40

Se necesita una nota mínima de 4 puntos de cada examen para poder promediar

Los alumnos autorizados a realizar Evaluación Alternativa realizarán un examen de todo el temario del curso, el mismo día que el segundo examen de la evaluación continuada y la recuperación el día del Final de la asignatura.

Las preguntas en clase pueden subir la nota de Maquinas hidráulicas 1 punto máximo

Bibliografía y recursos de información

Bibliografia bàsica, MH

- **Mataix, C**. (2009). Turbomáquinas Hidráulicas. (Turbinas hidráulicas, Bombas y Ventiladores). Universidad de Comillas. ICAI. Madrid.

- **Mataix, C**. (1986). Mecánica de fluidos y Máquinas hidráulicas. Universidad de Comillas ICAI. Madrid

- **Cabrera, E.; Espert, V.; García Serra, J.; Martinez, F.; Andrés, M.; García, M**. (1996). Ingeniería Hidráulica. (Aplicada a los sistemas de distribución de agua).Volumenes I y II, Universidad Politécnica de Valencia.

Bibliografia complementària, MH

- **Abreu, J.M.; Guarga, R.; Izquierdo, J.;** (1995) Transitorios y Oscilaciones.

(En sistemas hidráulicos a presión). Unidad Docente de Mecánica de Fluidos. Universidad Politécnica de Valencia.

- **Bosser, J. (**1995). Vademecum de Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. C.P.D.A.-E.T.S.1.I.B.Barcelona.

- **Comolet, R. (**1963). Mécanique Experimentale des Fluides. Tome II. Dynamique des fluides réels, Turbomachines. Masson et Cie. Editeurs.

- **Karassik, I.J.; Carter, R. (**1978). Bombas Centrifugas. Compañía Editorial Continental

- **Pfleiderer, G.** (1960). Bombas Centrifugas y Turbocompresores. Editorial Labor.

- **Stepanoff, M. (**1965). Pumps et Blowers. Wiley & Sons.

- **Soler, M.** (2005). Manual de Bombas para Fluidos. ATEMPS. Grafica Minerva.

- **Troskolanski, A.T. (**1961). Les Turbopompes. Theorie, Tracé, Construction. Ed. Eyrolles.

- **Viejo Zubicaray, M. (**1975).Bombas. Teoría, Diseño y Aplicaciones. Editorial Limusa.

- **Vallarino, E.** (1974). Obras Hidráulicas. (III. Maquinaria). ETSICCP. Madrid

Bibliografia bàsica, MT

- **Mataix, Claudio**.(2000). Turbomáquinas Térmicas. (Turbinas de vapor, Turbinas de gas y Turbocompresores). Universidad de Comillas. ICAI. Madrid.

- **Alvarez, Jesús Aandrés**; **Callejón, Ismael** (2002). Máquinas térmicas motoras,(I y II). Edicions UPC.

- **Heywood, John B**. (1988). Internal combustion engine fundamentals. Ed. McGraw Hill.

- **Giacosa, Dante** (2000). Motores endotérmicos. Ed. Omega/14ª edición.

- **Reynolds, William; Perkins, Henry.** Ingeniería termodinámica. Ed. McGraw Hill.

- **Lecuona, Antonio.** Turbomáquinas. Ed. Ariel.

- **Cherkasski, Vladimir M**. Bombas, ventiladores, compresores. Ed. Mir.

- **Payri, Francisco; Desantes, Jose María.** Motores de combustión interna alternativos. Ed. Reverté.

- **Taylor, Charles F.** The internal combustion engine in theory and practice. Ed. The MIT Press.

- **Garcia, Santiago; Fraile, Diego.** Cogeneración. Ed. Diaz de Santos.