

<b>Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código</b> Course title and code	Máquinas y sistemas hidráulicos MC XI. Sistemas hidráulicos y su control UDXI.1
<b>Nivel (Grado/Postgrado)</b> Level of course (Undergraduate/Postgraduate)	Postgrado
<b>Plan de estudios en que se integra</b> Programme in which is integrated	Programa oficial de posgrado en dinámica de los flujos biogeoquímicos y sus aplicaciones: Máster en hidráulica ambiental. Especialidad 3. Aero-hidrodinámica de Vehículos
<b>Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa)</b> Type of course (Compulsory/Elective)	Obligatoria
<b>Año en que se programa</b> year of study	1
<b>Calendario (Semestre)</b> Calendar (Semester)	Segundo semestre (18/02/11 a 08/06/11). Exámenes: 09/06/11 y 12/09/11
<b>Créditos teóricos y prácticos</b> Credits (theory and practics)	2.5 ECTS = 2 ECTS teóricos + 0.5 ECTS prácticos
<b>Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS)</b> Number of credits expressed as student workload (ECTS)	2.5* *1 ECTS= 25-30 horas de trabajo. ver más abajo actividades y horas de trabajo estimadas
<b>Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias)</b> Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)	El alumno sabrá/ comprenderá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La física fundamental en las máquinas hidráulicas.</li> <li>• Modelar el funcionamiento de las máquinas hidráulicas.</li> <li>• El efecto de cada componente de una máquina hidráulica en su funcionamiento.</li> <li>• Extrapolar, mediante formulación adimensional, el funcionamiento de series similares de máquinas.</li> <li>• Modelar el flujo en el interior de máquinas centrífugas.</li> <li>• Las diferencias de comportamiento uso de las máquinas centrífugas, mixtas y axiales.</li> <li>• Seleccionar el tipo y tamaño de máquina más apropiada para cada instalación hidráulica.</li> <li>• El problema de la formación de burbujas de gas (cavitación): origen y efectos nocivos.</li> <li>• Cómo evitar o minimizar la posibilidad de cavitación en turbomáquinas hidráulicas.</li> <li>• Modelar flujos transitorios en instalaciones hidráulicas.</li> <li>• Por qué se puede producir compresibilidad en líquidos.</li> <li>• Efecto de la compresibilidad en líquidos: golpe de ariete.</li> <li>• Modelar sistemas de tuberías y elementos hidráulicos diversos, tanto en régimen permanente como en transitorio.</li> <li>• Resolver los modelos para calcular los flujos de fluido y las pérdidas de carga en las diversas partes de los sistemas, tanto en régimen permanente como en transitorio.</li> </ul> El alumno será capaz de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar situaciones relacionadas con sistemas hidráulicos.</li> <li>• Describir mediante modelos apropiados sistemas hidráulicos reales.</li> <li>• Simplificar los mismos, identificando los factores principales de los que depende el problema.</li> <li>• Resolver los modelos simplificados.</li> <li>• Analizar y criticar las soluciones obtenidas.</li> <li>• Evaluar la adecuación de las soluciones posibles.</li> <li>• Tomar decisiones sobre actuaciones en sistemas hidráulicos.</li> </ul> El alumno ganará competencia en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul>

- Capacidad de comunicación.
- Compromiso ético.
- Razonamiento crítico.
- Adaptación a nuevas situaciones.
- Aprendizaje autónomo.
- Capacidad de aplicar conocimientos a situaciones prácticas.
- Creatividad.
- Motivación por la calidad.

**Prerrequisitos y recomendaciones**  
Prerequisites and advises

Comprensión de textos en inglés científico. Fundamentos de Mecánica de Fluidos y Métodos Matemáticos.

**Descriptor/palabras clave**  
Descriptors/key words

Bombas y turbinas hidráulicas. Redes hidráulicas. Evolución temporal de sistemas hidráulicos  
Bombas y turbinas hidráulicas. Tipos, descripción, funcionamiento y diseño. Redes Hidráulicas. Evolución temporal de sistemas hidráulicos. Compresibilidad en líquidos. Golpe de Ariete.

**Bibliografía recomendada**  
Recommended reading

- V.M. Cherkassky, 1980, *Pumps, fans and compressors*, (Mir, Moscú).
- I.E. Idelchik, 1986, *Handbook of hydraulic resistance*, (Hemisphere, Nueva York).
- I.J. Karassik (ed.), 1985, *Pump handbook*, (McGraw-Hill, Nueva York, 2ª edición).
- H.W. Liepmann y A. Roshko, 1957, *Elements of gas dynamics* (John Wiley & Sons, Nueva York).
- E. Logan, 1993, *Turbomachinery: Basic theory and applications*, (Marcel Dekker, Nueva York, 2ª edición).
- C. Mataix, 1975, *Turbomáquinas hidráulicas*, (ICAI, Madrid).
- L. Rosenhead (ed.) 1988, *Laminar boundary layers*, (Dover, Nueva York).
- D.N. Roy, 1988, *Applied fluid mechanics*, (Ellis Horwood, Chichester).
- M. Sedille, 1967, *Turbo-machines hydrauliques et thermiques*, volúmenes I y II, (Masson, París).
- R.H. Warring, 1977, *Selección de bombas*, (Labor, Barcelona).
- F.M. White, 1983, *Mecánica de fluidos*, (McGraw-Hill, Madrid).
- J. Parmakian, 1988, *Waterhammer analysis*, (Dover, Nueva York).
- E.B. Wylie y V.L. Streeter, 1993, *Fluid transient in systems* (Prentice-Hall, Englewoods Cliffs).

**Métodos docentes**  
Teaching methods

Las 22 horas de clases se reparten, en 22 clases de una (1) hora de duración, distribuidas a lo largo de 11 semanas. 16 horas se dedicarán a impartir bases teóricas, mientras que las 6 restantes se dedicarán a resolver problemas y a clases de prácticas de laboratorio.

A cada alumno se le asignarán dos (2) paquetes de problemas para que los resuelvan en casa. Las dudas que puedan surgir se resolverán en las tutorías colectivas que se han programado con posterioridad a la entrega de los paquetes. Además deberán realizar un trabajo individual, que entregarán al final del curso.

Durante el curso se realizará un seminario con la participación de algún experto en temas específicos de máquinas hidráulicas e instalaciones, invitado por el programa de postgrado.

La adquisición de los conocimientos se controlará mediante la evaluación de los trabajos y ejercicios que, a lo largo del curso, se vayan asignando a los alumnos, así como a través de las tutorías colectivas. En los casos necesarios, se podrán fijar también tutorías individuales para aquellos alumnos que presenten dificultades excesivas en la comprensión de la materia.

**Actividades y horas de trabajo estimadas**  
Activities and estimated workload (hours)

<u>Actividad</u>	<u>h.clase</u>	<u>h. estudio</u>	<u>Total</u>
Clases teóricas	16	24	40
Clases prácticas/laboratorio	6	6	12
Exposiciones y seminarios	1	0	1
Tutorías	0	2	2
Preparación Trabajos	0	14	14
Exámenes/control trabajo	0	0	0
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>69</b>

**Tipo de evaluación y criterios de calificación**  
Assessment methods

La evaluación se hace de forma continua mediante la calificación de los paquetes de problemas que a lo largo del curso se van asignando a los alumnos y, finalmente, del trabajo individual que han de realizar. En casos excepcionales se realizará un examen oral a aquellos alumnos que hayan faltado reiteradamente a clase y/o no hayan entregado los problemas.

La calificación final responde al siguiente baremo:  
Paquetes de Problemas (hasta 40 %)  
Trabajo asignado (hasta 50 %)  
Asistencia a clase (hasta 10%)  
Examen escrito sobre conocimientos (50%)\*

\*Excepcionalmente a alumnos que hayan faltado reiteradamente a clase y/o no hayan entregado los problemas.

<b>Idioma usado en clase y exámenes</b> Language of instruction	Español/Inglés
<b>Enlaces a más información</b> Links to more information	Planificación de actividades Esquemas de clase Guiones de prácticas.
<b>Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías</b> Name of lecturer(s) and address for tutoring	Ignacio González Loscertales, Ph.D. Correo electrónico: loscertales@uma.es Oficina: D-209, Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecánica de Fluidos ETS Ingenieros Industriales, Universidad de Málaga, Plaza El Ejido, s/n. 29013 Málaga.
<b>CONTENIDOS</b> CONTENTS	Bloque I. Teoría general de las máquinas hidráulicas Tema 1. Introducción a las máquinas hidráulicas Tema 2. Teoría básica de turbomáquinas Tema 3. Teoría de las turbomáquinas centrífugas Tema 4. Semejanza física en turbomáquinas Bloque II. Turbinas Tema 5. Generalidades de las turbinas hidráulicas. Tema 6. Descripción de los diferentes tipos de turbinas Bloque III. Sistemas hidráulicos Tema 7. Cavitación en turbomáquinas Tema 8. Instalaciones con bombas hidráulicas, Selección de bombas. Tema 9. Compresibilidad y fenómenos transitorios en instalaciones hidráulicas.

<b>PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES</b> <i>Planning</i>			
<b>Semana</b>	<b>Horas clase</b>	<b>Actividades</b>	<b>Contenidos</b>
1	2	Discusión objetivos y programa. Lecciones 2	Clasificación y generalidades de las máquinas hidráulicas. Magnitudes básicas. Descripción de las condiciones de operación en red. Diagramas de velocidad. Ecuaciones de conservación de masa, energía y momento cinético. Ecuación de Euler. Impulso y reacción
2	2	Lecciones 2	Teoría unidimensional. Curva característica para una velocidad de giro. Influencia del ángulo de salida del rotor. Influencia del número de álabes. Cálculo de la desviación de la corriente relativa. Teoría bidimensional. Ecuaciones en ejes relativos.
3	2	Lecciones 3	Solución de Busemann. Curvas características reales. Semejanza física en turbomáquinas. Parámetros adimensionales y relaciones de semejanza. Diagramas característicos. Ensayo de bombas. Velocidad específica. Turbinas. Clasificación y elementos. Funcionamiento de turbina Francis. Funcionamiento en régimen variable. Semejanza en turbinas. Velocidad específica.
4	2	Lecciones 3	Funcionamiento anómalo de una bomba. Turbinas de acción. Curva de funcionamiento y diseño. Elementos de las Turbinas Francis y Kaplan. Curvas características. Grupos Bulbo. Límite de empleo de las turbinas.
5	2	Lecciones 2	Teoría elemental de colapso de burbujas (cavitación). Cavitación en bombas. NPSH requerido y disponible. Medida del NPSH requerido. Cavitación en turbinas hidráulicas. Daños y reducción de los mismos. Cálculo de la curva característica de redes básicas.
6	2	Lecciones 3 Práctica de laboratorio	Resolución de problemas de diseño de bombas y turbinas.
7	2	Lecciones 3 Discusión del trabajo asignado	Resolución de problemas de diseño de bombas y turbinas. Fenómenos de bombeo. Regulación de caudal en bombas. Selección de bombas. Bombas en serie y paralelo. Arranque de bombas.
8	2	Lecciones 3 Tutoría	Flujo compresible de líquidos en conductos. Cierre lento de válvulas. Cierre con compresibilidad. Golpe de ariete. Dispositivos de control de transitorios. Sistema de alimentación de una turbina.
9	2	Lecciones 3 Seminario	Regulación de turbinas a caudal constante. Regulación de turbinas a potencia constante.
10	2	Lecciones 3	Tratamiento numérico de la compresibilidad. Método de las características. Resolución de problemas de redes.
11	2	Lecciones 3 Discusión del trabajo asignado	Resolución de problemas de transitorios. Resolución de problemas de transitorios.
12	2	Tutoría colectiva	
13	-	Entrega del trabajo final y/o examen	

