



## Grado en Ingeniería Mecánica, Doble Grado en Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Máquinas Hidráulicas

**Denominación en inglés:**

Hydraulic Machines

**Código:**

606410214, 609017225

**Carácter:**

Obligatorio

**Horas:**

|                          | Totales | Presenciales | No presenciales |
|--------------------------|---------|--------------|-----------------|
| <b>Trabajo estimado:</b> | 150     | 60           | 90              |

**Créditos:**

| Grupos reducidos |               |             |                    |                     |
|------------------|---------------|-------------|--------------------|---------------------|
| Grupos grandes   | Aula estándar | Laboratorio | Prácticas de campo | Aula de informática |
| 4.2              | 1.4           | 0.4         | 0                  | 0                   |

**Departamentos:**

Ciencias Agroforestales

**Áreas de Conocimiento:**

Mecánica de Fluidos

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre:**

Primer cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Sánchez Domínguez,  
Urbano Jesús

**E-Mail:**

urbano.sanchez@dcaf.uhu.  
es

**Teléfono:**

959217565

**Despacho:**

STPB-36

\*Profesor coordinador de la asignatura

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas. Ampliación de Mecánica de Fluidos, Máquinas Hidráulicas, Instalaciones Hidráulicas, Aplicaciones Industriales. La Máquinas Hidráulicas constituyen una de las aplicaciones más importantes de la Mecánica de Fluidos que, como parte integrante de la Física en general y de la Mecánica en particular, completa y desarrolla los conocimientos de dichas disciplinas en el campo específico de los fluidos. Concretamente, con los fundamentos adquiridos en la asignatura Ingeniería Fluidomecánica de segundo curso se introduce a los alumnos en el campo específico de las Máquinas Hidráulicas y sus conocimientos tanto teóricos como prácticos.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Applied knowledge of the basics of the systems and fluidmechanic machines. Expansion of Fluid Mechanics, Hydraulic Machines, Hydraulic Instalations, Industrial Applications. The Hydraulic Machines are one of the most important applications of fluid mechanics, as an integral part of general physics and mechanics in particular, complete and develop the skills of these disciplines in the specific field of fluids. Specifically, with the fundamentals acquired in the subject Fluidmechanic Engineering in second course, the students are introduced in the specific field of Hydraulic Machines and their theoretical and practical knowledge.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

La Máquinas Hidráulicas constituyen una de las aplicaciones más importantes de la Mecánica de Fluidos que, como parte integrante de la Física en general y de la Mecánica en particular, completa y desarrolla los conocimientos de dichas disciplinas en el campo específico de los fluidos. Concretamente, con los fundamentos adquiridos en la asignatura Ingeniería Fluidomecánica de segundo curso se introduce a los alumnos en el campo específico de las Máquinas Hidráulicas y sus conocimientos tanto teóricos como prácticos.

#### 2.2. Recomendaciones:

Haber superado las asignaturas Ingeniería Fluidomecánica, Física I y II, Matemáticas I, II, III y IV

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

Dotar a los futuros graduados en Ingeniería Mecánica de los conocimientos específicos -tanto teóricos como prácticos- de las Máquinas Hidráulicas y de las herramientas necesarias en este campo que les sean de utilidad por una parte en el ejercicio de su profesión y por otra parte como apoyo para otras asignaturas, como pueden ser Diseño de Máquinas, Fuentes Alternativas de Energía, etc.

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

- **E06:** Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **G01:** Capacidad para la resolución de problemas
- **G02:** Capacidad para tomar de decisiones
- **G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- **G05:** Capacidad para trabajar en equipo
- **G07:** Capacidad de análisis y síntesis
- **G09:** Creatividad y espíritu inventivo en la resolución de problemas científicotécnicos
- **T02:** Conocimiento y perfeccionamiento en el ámbito de las TIC's

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

#### **Sesiones académicas de teoría**

Exposiciones teóricas de los temas a tratar en la materia, destacando los aspectos más relevantes de los mismos, su importancia en el contexto de la materia y su aplicación al mundo profesional. Como apoyo a la exposición de los temas se utilizarán técnicas tales como la proyección de transparencias, complementadas con el uso de la pizarra.

#### **Sesiones académicas de problemas**

Se resolverán numerosos problemas de cada tema, como aplicación de los conceptos teóricos utilizados, como medio para fijar los conocimientos expuestos en sesiones de teoría y como aplicación a situaciones reales en la práctica profesional.

#### **Sesiones prácticas de laboratorio**

Desarrollo de prácticas con los equipos de laboratorio en las que los alumnos desarrollarán diversas técnicas en el manejo de equipos que podrán serles útiles en el desarrollo de su profesión, así como se fomentará el trabajo en equipo, la observación y el espíritu crítico.

Seminarios, exposiciones y debates

#### **Conferencias y mesas redondas con profesionales de prestigio.**

#### **Resolución y entrega de problemas**

Se proporcionará a los alumnos unos boletines de problemas que deberán entregar resueltos antes de la realización del examen final.

#### **Resolución y entrega de cuestiones teórico-prácticas**

Se proporcionará a los alumnos una relación de cuestiones teóricas y prácticas que deberán entregar resuelta antes de la realización del examen final.

#### **Tutorías Colectivas**

A lo largo del cuatrimestre se impartirán varias tutorías colectivas en las que se atenderán dudas y aclaraciones de los alumnos y se resolverán problemas

## 6. Temario desarrollado:

### TEMA 1: Introducción a las Máquinas Hidráulicas

- 1.1. Definición y generalidades
- 1.2. Visión Histórica
- 1.3. Clasificación
- 1.4. Utilización y aplicaciones de las máquinas hidráulicas

### TEMA 2: Aplicación del análisis dimensional y relaciones fundamentales de las turbomáquinas

- 2.1. Introducción y relaciones adimensionales
- 2.2. Relaciones adimensionales características de las turbinas
- 2.3. Relación de los parámetros adimensionales  $p_Q$  y  $p_H$  con las características geométricas y cinemáticas del rotor
- 2.4. Velocidad específica
- 2.5. Influencia del número de Reynolds y de la rugosidad en los ensayos a escala

### TEMA 3: Funcionamiento de una turbomáquina. Teorema de Euler

- 3.1. Introducción y fundamento de una turbomáquina
  - 3.2. Clasificación de las turbomáquinas
  - 3.3. Funcionamiento de las turbomáquinas
  - 3.4. Potencias y rendimientos
- Potencia útil  $P$   
Potencia interna en el eje  $P_i$   
Potencia interior teórica en el eje  $P_{it}$   
Potencia exterior en el eje  $P_e$   
Rendimiento volumétrico  
Rendimiento mecánico  
Rendimiento total
- 3.5. Descripción y funcionamiento de una bomba centrífuga
  - 3.6. Teorema de Euler
  - 3.7. Formas alternativas de la Ecuación de Euler
  - 3.8. Grado de reacción
  - 3.9. Recomendaciones para el arranque, parada y funcionamiento de una bomba centrífuga

Puesta en marcha de una bomba centrífuga

Parada de una bomba centrífuga

Comprobación de una bomba centrífuga en funcionamiento

Incidencias

### TEMA 4: Teoría Unidimensional

- 4.1. Flujo unidimensional
  - 4.2. Curvas características teóricas
  - 4.3. Curvas características reales
  - 4.4. Colinas de rendimiento
  - 4.5. Influencia de algunos parámetros y variables en las curvas características
- 4.5.1. Influencia de las fugas y de las pérdidas mecánicas en las curvas características
  - 4.5.2. Influencia del ángulo de salida de los álabes del rotor en las curvas características y en el grado de reacción
  - 4.5.3. Influencia de la velocidad específica en las curvas características

### TEMA 5: Cálculo de la desviación de la corriente a la salida del rotor

- 5.1. Introducción
- 5.2. Método de Stodola
- 5.3. Método de Pfeleiderer
- 5.4. Solución de Buseman

### TEMA 6: Cavitación, extensión de las reglas de semejanza

- 6.1. Generalidades sobre cavitación
- 6.2. Altura de aspiración
- 6.3. Medida de la NPSH requerida; funcionamiento con cavitación
- 6.4. Causas de la cavitación y medidas para evitarla
- 6.5. Extensión de las reglas de semejanza para incluir la cavitación
- 6.6. Características de funcionamiento de la aspiración

Métodos para aumentar la NPSHd

Métodos para reducir la NPSHr

### TEMA 7: Acoplamiento de bombas a la red

- 7.1. Característica resistente de la red. Punto de funcionamiento
  - 7.2. Llenado de más de un depósito
  - 7.3. Redes de distribución
  - 7.4. Bombas en serie y en paralelo
- 7.4.1. Bombas en paralelo
  - 7.4.2. Bombas en serie
  - 7.4.3. elección de la instalación en serie o en paralelo
- 7.5. Estabilidad del punto de funcionamiento
- 7.5.1. Algunos casos particulares de inestabilidad
- Rápido crecimiento del consumo  
Disminución rápida del caudal suministrado por la bomba  
Disminución rápida del consumo  
Incremento rápido del caudal proporcionado por la bomba
- 7.5.2. Interpretación del funcionamiento de una bomba centrífuga en el segundo y el cuarto cuadrante
- 7.6. Adaptación del rotor

- 7.7. Regulación del caudal
  - 7.7.1. Variación de la característica de la red actuando sobre la válvula de impulsión
  - 7.7.2. Variación de la velocidad de la bomba
  - 7.7.3. Depósito regulador
- TEMA 8: Diseño de turbomáquinas
  - 8.1. Diseño del rotor
    - 8.1.1. Número de escalonamientos
    - 8.1.2. Diámetro del eje y del cubo
    - 8.1.3. Diámetro de la aspiración
    - 8.1.4. Diámetro del rotor a la entrada
    - 8.1.5. Diámetro del rotor a la salida
    - 8.1.6. Velocidades radiales a la entrada y salida del rotor
    - 8.1.7. Ángulos de entrada y salida de los álabes del rotor
    - 8.1.8. Anchura del rotor a la entrada y a la salida
    - 8.1.9. Número de álabes
    - 8.1.10. Diseño de los álabes del rotor
  - 8.2. Diseño de volutas o cámaras espirales
- TEMA 9: Turbomáquinas axiales
  - 9.1. Introducción
  - 9.2. Movimiento bidimensional a través de una cascada fija de álabes
  - 9.3. Movimiento relativo bidimensional en el rotor
  - 9.4. Conjunto rotor-estator. Grado de reacción
  - 9.5. Equilibrio radial en una turbomáquina axial
  - 9.6. Triángulos de velocidades de una bomba axial
  - 9.7. Curvas características de una bomba axial
- TEMA 10: Máquinas de desplazamiento positivo o volumétricas
  - 10.1. Introducción
  - 10.2. Clasificación
  - 10.3. Máquinas alternativas
    - 10.3.1. Bombas de pistón o de émbolo
    - 10.3.2. Bombas de diafragma o de membrana
  - 10.4. Máquinas rotativas
    - 10.4.1. Bombas de paletas deslizantes
    - 10.4.2. Bombas de engranajes
    - 10.4.3. Bombas de tornillo o helicoidales
    - 10.4.4. Bombas de émbolos radiales
    - 10.4.5. Bombas de émbolos axiales
    - 10.4.6. Otras bombas rotativas
  - 10.5. Motores hidráulicos
    - 10.5.1. Transmisiones hidráulicas
      - 10.5.1.1. Acoplamientos hidráulicos
      - 10.5.1.2. Convertidores de par
- TEMA 11: Introducción a las turbinas hidráulicas
  - 11.1. Definición y generalidades
  - 11.2. Clasificación
  - 11.3. Utilización de las turbinas hidráulicas
- TEMA 12: Parámetros y curvas características de las turbinas
  - 12.1. Introducción
  - 12.2. Funcionamiento teórico de una bomba centrífuga funcionando como turbina centrípeta
  - 12.3. Distribución de presiones y pérdidas en el interior de una turbina. Rendimientos
  - 12.4. Funcionamiento de una turbina centrípeta a régimen variable
  - 12.5. Semejanza en turbinas hidráulicas
    - 12.5.1. Coeficientes de velocidad
  - 12.6. Ensayos de turbinas
  - 12.7. Cavitación en turbinas
- TEMA 13: Turbinas de acción
  - 13.1. Generalidades
  - 13.2. Turbina Pelton
    - 13.2.1. El inyector
    - 13.2.2. La pantalla deflectora
    - 13.2.3. El rotor
    - 13.2.4. Triángulos de velocidades
    - 13.2.5. Rendimiento hidráulico
    - 13.2.6. Rendimiento de una rueda Pelton
    - 13.2.7. Potencia y par motor teóricos
    - 13.2.8. Par motor, potencia y rendimiento reales
    - 13.2.9. Cálculo elemental y dimensiones principales del rotor
    - 13.2.10. Velocidad específica de las turbinas Pelton
    - 13.2.11. Velocidad de embalamiento
  - 13.3. Turbina Michell-Banki
    - 13.3.1. Principio de funcionamiento
    - 13.3.2. Diámetro y velocidad de giro
    - 13.3.3. Número de álabes del rotor
    - 13.3.4. Anchura del rotor
    - 13.3.5. Diseño del rotor
  - 13.4. Turbina Turgo

- 13.4.1. Funcionamiento
- TEMA 14: Turbinas de reacción
- 14.1. Introducción
- 14.2. Turbina Francis
  - 14.2.1. La cámara espiral
  - 14.2.2. El distribuidor
  - 14.2.3. El rotor
    - 14.2.3.1. Triángulos de velocidades
  - 14.2.4. El tubo difusor
  - 14.2.5. Rendimiento hidráulico y condiciones de diseño
  - 14.2.6. Funcionamiento a velocidad angular variable
  - 14.2.7. Funcionamiento a velocidad angular constante
- 14.3. Turbina Hélice
- 14.4. Turbina Kaplan
  - 14.4.1. Triángulos de velocidades
  - 14.4.2. Álabes del rotor y relación del cubo
  - 14.4.3. Mecanismo de regulación
  - 14.4.4. Par hidráulico
- 14.5. Turbina Dériaz
- 14.6. Turbina Bulbo
- 14.7. Turbina Straflo
- 14.8. Centrales de acumulación por bombeo
  - 14.8.1. Grupos ternarios
    - 14.8.1.1. Características de las máquinas que integran un grupo ternario
  - 14.8.2. Turbino-bomba
  - 14.8.3. Centrales separadas para bombeo y generación
  - 14.8.4. Cálculos globales
    - 14.8.4.1. Energía acumulada y energía útil
    - 14.8.4.2. Volumen del embalse superior
    - 14.8.4.3. Coste de la central
    - 14.8.4.4. Factores a considerar en la valoración de la rentabilidad de la central
    - 14.8.4.5. Rendimiento global de la central de acumulación por bombeo

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

- AGÜERA SORIANO, J. 1992: Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas, 3ª edición. Ed. Ciencia 3, Madrid.
- AGÜERA SORIANO, J. 1996: Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas: Problemas Resueltos, Ed. Ciencia 3, Madrid.
- LECUONA NEUMANN, A. y NOGUEIRA GORIBA, J. I. 2000: Turbomáquinas, Procesos, Análisis y Tecnología, Ed. Ariel Ciencia y Tecnología.
- MATAIX C. 1975: Turbomáquinas Hidráulicas, Editorial ICAI, Madrid
- SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, U. J. 2002: Máquinas Hidráulicas para Ingenieros Técnicos, Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones.
- SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, U. J. 2012: Máquinas Hidráulicas, Editorial Club Universitario.
- VIEDMA ROBLES A. y ZAMORA PARRA B. 2000: Teoría y Problemas de Máquinas Hidráulicas, Horacio Escarabal Editores, Cartagena

### 7.2. Bibliografía complementaria:

- ADDISON, H. 1966: Centrifugal and Other Rotodynamic Pumps, Chapman and Hall, Londres.
- ADOLPH, M. 1970: Turbomáquinas, Eapsa, Madrid.
- ALLEN, A. E. 1960: Using Centrifugal Pumps, Oxford University Press, Londres.
- Association generale des hygienistes et techniciens municipaux 1982: Les Stations De Pompage D'Eau, Technique Et Documentation, Paris.
- BALJE, O. E. 1981: Turbomachines, a Guide to Design, Selection and Theory, John Wiley and sons, New York.
- BRENNEN, C. E. 1994: Hydrodynamics of Pumps, Concepts ET&Oxford U.P.
- BOREL, L. 1968: Chiffres Caractéristiques Adimensionels en turbo-machines, Payot, Lausana.
- CARNICER ROYO, E. y MAINAR HASTA C. 1995: Bombas Centrifugas, Ed. Paraninfo, Madrid.
- CHERKASSKI, V. M. 1986: Bombas, Ventiladores y Compresores, Mir, Moscú.
- CHERKASSKY, V. 1980: Pumps, Fans and Compressors, Ed. Mir, Moscú.
- CHICHA, M. 1971: Les Pompes Centrifuges. Fonctionnement, Calcul Et Sèlection Des pompes Centrifuges Et Des Systèmes De Pompes, Presses de L'Université de Montreal, Montreal.
- CHILDS, D. 1993: Turbomachinery Rotodynamics: Phenomena, modelling and analysis, John Wiley and sons, Nueva York
- CHURCH, A. H. 1953: Centrifugal Pumps and Blowers, John Wiley, Nueva York.
- CROUSE, W. H. 1955: Automotive Transmissions and Power Trains, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- CSANADY, G. T. 1964: Theory of Turbomachines, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- ECK, B. 1962: Ventilatoren, Springer, Berlín.
- FERNÁNDEZ GARCÍA-NAVAS, A. 1977: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, E.T.S.I.I. Sevilla.
- FOCKE, R. J. 1952: Bombas Rotativas, Ediciones Librería del Colegio, Buenos Aires.
- FUCHSLOCHER, S. 1964: Bombas, ed. Labor.

- FUCHSLOCHER, S. y SCHULZ, H. 1967: Die Pumpen, Springer, Berlin.
- GINOCCHIO, R. 1978: Lénergie Hydraulique, Eyrolles.
- GRAHAM, F. D. 1948: Pumps, Hydraulics, Air Compressors, Th. Audel and Co., 1949.
- HADEKEL, R. 1951: Displacement, Pumps and Motors, Pitman, Londres.
- HELDT, P. M. 1955: Torque Converters or Transmissions, Chilton Co., Filadelfia.
- HENRY, P. 1992: Turbomachines Hydrauliques choix Illustré de Réalisations Marquantes, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Paris
- HICKS, T. G. 1986: Bombas: su Selección y Aplicación, Compañía Editorial Continental, México.
- JAEGER, CH. 1977: Fluid Transients in Hydroelectric Engineering Practice, Blackien and Sons Limited, Glasgow.
- JAPIKSE, D. Y BAINES, N. C. 1994: Introduction to Turbomachinery, Concepts ETI & Oxford.
- KNAPP, R., DAILY, J. W. y HAMMIT, F. G. 1970: Cavitation, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- KAPLAN, V. y LECHNER, A. 1931: Theorie Und Bau Von Turbinen-Schnellläufern, Verlag von R. Oldenburg, Munich.
- Karassik, I. 1964: Engineer'S Guide To Centrifugal Pumps, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- Karassik, I. 1976: Manual de Bombas, Ed. Mc Graw Hill, México.
- KARASSIK, I. y CARTER, R. 1960: Centrifugal Pumps, Mc Graw Hill.
- KARASSIK, I. y CARTER, R. 1980: Bombas Centrífugas; Selección, Operación y Mantenimiento, Ed. Cecsca.
- KIRILLOV, I. I. 1972: Teorija Turbomasin, Masinostroenie, Leningrado.
- KOVATS, A. y DESMUR, G., 1953: Pompes, Ventilateurs, Compresseurs, Dunod, Paris.
- KRISTAL, E.: 1953: Pumps, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- LAMADRID MARTÍNEZ, A. 1976: Máquinas Hidráulicas 3, Bombas Centrífugas, Univ. Polit. De Madrid.
- LAMADRID MARTÍNEZ, A. 1986: Máquinas Hidráulicas: Turbinas Pelton, Bombas Centrífugas, Univ. Politec. De Madrid.
- LAMBECK, R. P. 1983: Hydraulic Pumps and Motors, Marcel Dekker, New York.
- LEFORT, P. 1969: Les Turbomachines, Presses Universitaires de France, Paris.
- LEWIS, R. I. 1996: Turbomachinery Perfomance Analysis, Arnold, Londres.
- LOGAN, E. Jr. 1993: Turbomachinery. Basic Theory and Applications, 2º ed., Marcel Dekker, Nueva York.
- MATAIX, C. 1975: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. ICAI, Madrid.
- McINTYRE, A. J. 1987: Bombas e Instalações de Bombeamento, Ed. Guanabara.
- McNAUGHTON, K. 1987: Bombas: Selección, Uso y Mantenimiento, McGraw Hill México
- MODE, F. 1972: Ventilatorenanlagen, Walter de Gruyter, Berlín.
- NECHLEBA, M. 1957: Hydraulic Turbines, Artia, Praga.
- NEKRASOV, B. 1968: Hidráulica, Ed. Mir, Moscú.
- NEUMANN, B. 1991: The interaction between Geometry and Performance of a Centrifugal Pump, Mechanical Engineering Publication.
- PACHECO BERTOT, P. 1987: Bombas, Ventiladores y Compresores, Ediciones ISPJAM, Santiago de Cuba.
- PARRA, I. y LIÑÁN, A. 1982: Comportamiento No Estacionario de las Chimeneas de Equilibrio en Centrales Hidroeléctricas, Anales de Ingeniería Mecánica, año 1, Nº 1.
- PARRA, I. y RODRÍGUEZ, M. 1983: Transitorios en el Sistema de Alimentación de Turbinas Hidráulicas, Anales de Ingeniería Mecánica, año 2, Nº 2.
- PERNIK, A. D. 1963: Problemi Kavitacii, Gosudarstvennoe Sojuznoe Izdatel'ou'stvo, Leningrado.
- PFLEIDERER, C. 1929: Les Pompes Centrifuges, Dunod, Paris.
- PFLEIDERER, C. 1947: Die Wasserturbinen, Wolfenb'tteler Verlaganstalt, Hannover.
- PFLEIDERER, C. 1960: Bombas Centrífugas y Turbocompresores, Ed. Labor, Barcelona.
- PFLEIDERER, C. y PETERMANN, H. 1972: Strömungsmaschinen, Springer, Berlín.
- POLO ENCINAS, M. 1989: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. Limusa, México.
- POHLENZ, W. 1970: Pumpen Fur Flüssigkeiten, Veb, Berlín.
- PLÖTTNER, W. 1969: Pumpen, Technisches Handbuch, Veb, Berlín.
- RADHA KRISHNA, H. C. 1997: Ed. Hydraulic Design of Hydraulic Machinery, Avebury.
- ROSICH y RUBIERA 1956: Motores Térmicos e Hidráulicos, Ediciones Spes, Barcelona.
- SALGADO, M. 1974: Obras Hidráulicas, Tomo III, Maquinaria E.T.S.I.C.C. y P. Madrid.
- SANTO SABRAS, F. 1994: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, 1ª parte, E.S.I.I. Universidad de Navarra.
- AYERS, A. T. 1990: Hydraulic and Compressible Flow Turbomachines, McGraw Hill.
- SEDILLE, M. 1967: Turbomachines Hydrauliques et Termiques, Tomo II, Masson and Cie., Paris.
- SEMIDYBERSKIJ, M. S. 1961: Nasosy, Kompresory, Ventiljatory, Vissaja Skola, Moscú.
- SHEPHERD, D. G.: 1956 Principles of Turbomachinery, Mc Millan Co., Nueva York.
- STEPANOFF, A. J. 1957: Centrifugal and Axial Flow Pumps, Wiley, Nueva York.
- STEPHANOFF, A. J. 1961: Pompes Centrifuges et Pompes Helices, Dunod.
- STEPHANOFF, A. J. 1992: Centrifugal and Axial Flow Pumps: Theory, Design and Application, Krieger, Florida.
- TENOT, A. 1930: Turbines Hydrauliques et Regulateurs Automatiques de Vitesse, Liv. De L'enseign. Tech., Paris.
- THIN, D. 1955: Les Pompes et Leurs Applications, Eyrolles, Paris.
- THIO y RODES, L. 1944: Ensayo de Máquinas Hidráulicas en Ensayo Reducido, Escuela de Ingenieros Industriales, Barcelona.
- TURTON, R. K. 1984: Principles of Turbomachinery, E. & F. N. Spon, Londres.
- TURTON, R. K. 1994: Rotodynamic Pump Design, Ed. Cambridge University Press.
- VIVIER, L. 1986: Turbines Hydrauliques, Albin Michel.
- VOITH 1970: Hydrodynamische Getriebe, Kuplungen, Brensen, Otto Krausskoff, Mainz.
- WHITFIELD, A. y BAINES, N. C. 1990: Design of Radial Turbomachines, Longman Scientific & Technical, Essex.
- WISLICENUS, G. T. 1965: Fluid Mechanics of Turbomachinery, Dover, Nueva York.
- ZU-YAN, M. 1991: Ed. Mechanical Design and Manufacturing of Hydraulic Machinery, Avebury.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante

## 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Los criterios de evaluación y calificación siguen la normativa vigente de la Universidad de Huelva y se realizarán con las siguientes reglas:

Se realizará un examen al final del cuatrimestre. Cada examen constará de dos bloques: Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y Bloque de Problemas. Cada bloque se puntuará de cero a diez puntos. El alumno que saque menos de cuatro puntos en el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos tendrá suspenso la asignatura y la calificación global será la obtenida en dicho bloque. El alumno que saque cuatro o más puntos en el mencionado bloque tendrá una calificación en el examen igual a la media ponderada de la puntuación de ambos bloques, con una ponderación de un tercio para el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y una ponderación de dos tercios para el Bloque de Problemas. No se permitirá en los exámenes la utilización de formulario ni apuntes y cada alumno debe mostrar algún documento oficial identificativo en lugar visible de la mesa.

Este examen tendrá una ponderación del 90 % de la calificación final de la asignatura y mediante el mismo se comprobará la adquisición por parte de los alumnos de las competencias E06, G01, G04..

Para aprobar la asignatura es también condición necesaria pero no suficiente obtener la calificación de apto en las prácticas de laboratorio. Se realizarán un determinado número de prácticas, con el objeto de aplicar en casos reales los conocimientos adquiridos. Los grupos y fechas de realización de las mismas se comunicarán con suficiente antelación, en función del número de alumnos matriculados.

Para obtener la calificación de apto (imprescindible para aprobar la asignatura) habrá que asistir y participar activamente en todas las prácticas, realizarlas correctamente, entregar las memorias relativas a las mismas y realizar una defensa presencial. (Ponderación del 3 % de la calificación final de la asignatura). El alumno que no pueda asistir a alguna práctica por causa justificada, realizará un examen práctico de la misma en fecha a acordar con el profesor-coordinador de la asignatura. Mediante estas prácticas se comprobará la adquisición de las competencias G02, G05, G07.

Asimismo, los alumnos deberán entregar al profesor (antes del examen final) el boletín de problemas (que éste les proporcionará al principio del curso) resuelto, la relación de cuestiones teóricas y prácticas (que también se les proporcionará al principio del curso) resuelta (ponderación del 6 % de la calificación final de la asignatura) y deberán participar en los seminarios, debates, conferencias, mesas redondas, etc. que se realicen a lo largo del curso (Ponderación del 1 % de la calificación final de la asignatura). Por tanto la nota obtenida en estos trabajos incrementará la nota del examen final en un máximo de hasta 1 punto y la no entrega de estos trabajos disminuirá dicha nota en 1 punto. Mediante estas actividades se comprobará la adquisición de las competencias G02, G04, G09, T02.

**CALIFICACIÓN GLOBAL DEL CURSO = NOTA DEL EXAMEN (90 %) + NOTA OBTENIDA EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO, EN EL BOLETÍN DE PROBLEMAS, EN LA RELACIÓN DE CUESTIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS Y EN LOS SEMINARIOS, DEBATES, CONFERENCIAS, MESAS REDONDAS, ETC (10 %).**

**(SOLO EN EL CASO DE HABER OBTENIDO MAS DE 4 PUNTOS EN EL BLOQUE DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DEL EXAMEN)**

Quien no obtenga una calificación global igual o mayor de 5 puntos deberá examinarse en Septiembre de la totalidad de la asignatura.



**9. Organización docente semanal orientativa:**

|     | Semanas | Grupos Grandes | Grupos Reducidos<br>Aula Estándar | Grupos Reducidos<br>Aula de Informática | Grupos Reducidos<br>Laboratorio | Grupos Reducidos<br>prácticas de campo | Pruebas y/o<br>actividades evaluables | Contenido desarrollado |
|-----|---------|----------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| #1  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #2  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #3  | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #4  | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #5  | 3       | 1              | 0                                 | 1.5                                     | 0                               |  |                                       |                        |
| #6  | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #7  | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #8  | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #9  | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #10 | 3       | 1.5            | 0                                 | 1.5                                     | 0                               |  |                                       |                        |
| #11 | 3       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #12 | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #13 | 0       | 0              | 0                                 | 0                                       | 0                               |  |                                       |                        |
| #14 | 3       | 1              | 0                                 | 1                                       | 0                               | Relac. Prob. y Preg. Teóricas          | Entregar por escrito                  |                        |
| #15 | 3       | 1.5            | 0                                 | 0                                       | 0                               | Defensa prácticas                      | Realización presencial                |                        |
|     | 42      | 14             | 0                                 | 4                                       | 0                               |  |                                       |                        |