



## Teaching Guide

Identifying Data					2015/16
Subject (*)	CENTRALES ENERXÉTICAS		Code	730G04052	
Study programme	Grao en enxeñaría en Tecnoloxías Industriais				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Graduate	2nd four-month period	Third	Obligatoria	6	
Language	Galician				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Enxeñaría Naval e Oceánica				
Coordinador	Calvo Díaz, Jose Ramon	E-mail	jose.ramon.calvo@udc.es		
Lecturers	Calvo Díaz, Jose Ramon Lamas Galdo, Isabel	E-mail	jose.ramon.calvo@udc.es isabel.lamas.galdo@udc.es		
Web					
General description					

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A2	Comprensión e dominio dos conceptos básicos sobre as leis xerais da mecánica, termodinámica, campos e ondas e electromagnetismo e a súa aplicación para a resolución de problemas propios da enxeñaría.
A7	Coñecementos de termodinámica aplicada e transmisión de calor. Principios básicos e a súa aplicación á resolución de problemas de enxeñaría.
A8	Coñecementos dos principios básicos da mecánica de fluídos e a súa aplicación á resolución de problemas no campo da enxeñaría. Cálculo de canalizacións, canles e sistemas de fluídos.
A19	Coñecementos aplicados de enxeñaría térmica.
A24	Capacidade para o deseño de centrais eléctricas.
B2	Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
B3	Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitiren xuizos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
B4	Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo
B5	Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades
B7	Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas
C1	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C5	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C6	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results



1.- Saber analizar o sistema enerxético español.	A2 A7 A8 A19 A24	B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C4
2.-Saber identificar os distintos equipos dunha central.	A2 A7 A8 A19 A24	B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C4 C5 C6
3.- Saber realizar cálculos asociados ó deseño e dimensionamento dos equipos dunha central.	A2 A7 A8 A19 A24	B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C4 C5 C6

Contents	
Topic	Sub-topic
1.- Exergy analysis	Introduction to exergy. Closed system exergy balance. Open system exergy balance. Flow exergy. Exergetic efficiency and thermoeconomics.
2.-Gas, vapor and combined power cycles. Exergetic and energetic analysis	Rankine cycle. Brayton cycle. Combined cycles
3.- Psychrometrics	Fundamentals of psychrometrics. Psychrometric diagrams. Psychrometric charts. Analysis of air-conditioning processes. Cooling towers.
4.- Power plants	Introduction. Types. Clasification.
5.- The Spanish electrical system	Introduction. Participation of the energy sources in the electric power.
6.- Thermal plants	General description. Air-gasses system. Water-vapor system. Refrigeration system. Combustion system.
7.- Steam generators	Classification. Fundamentals of steam generation. Parts of a steam generator. Auxiliary equipment. Heat transfer. Water treatment.
8.- Gas treatment	Pollutants. Particulate reduction. SOx reduction. NOx reduction.
9.- Condensers and heaters	Condensation. Types of condensers. Types of heaters. Deaeration. Heat transfer.
10.- Gas and steam turbines	Steam turbines. Gas turbines.
11.- Cogeneration	Principle of operation. Configurations. Trigeneration. Cogeneration in Spain.
12.- Combustion	Combustion process. Ideal and real combustion. Enthalpy of formation, reaction, combustion and heating values. 1st law of Thermodynamics applied to reacting systems. Adiabatic flame temperature. Entropy in reacting systems. 2nd law of Thermodynamics applied to reacting systems. Equilibrium.

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours



Field trip	A2 A7 A8 A19 A24 B2 B5 B6 B7 C1 C4 C5 C6	8	0	8
Problem solving	A2 A7 A8 A19 B3 B4 B5 C1	19	60	79
Objective test	A2 A7 A8 A19 C1	4	0	4
Guest lecture / keynote speech	A2 A7 A8 A19 A24 B2 C1	19	36	55
Personalized attention		4	0	4

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Field trip	Trips related to power plants
Problem solving	Problem solving
Objective test	Exams
Guest lecture / keynote speech	Conventional classes

Personalized attention	
Methodologies	Description
Field trip	The teachers are at students disposal to solve any doubt
Problem solving	

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Objective test	A2 A7 A8 A19 C1	Exams	85
Field trip	A2 A7 A8 A19 A24 B2 B5 B6 B7 C1 C4 C5 C6	Students must deliver a summary of the trip	5
Problem solving	A2 A7 A8 A19 B3 B4 B5 C1	Students must deliver some problems/works	10
Others			

Assessment comments
Two exams will be realized before the final exam. The score must be higher than 3.5 in each partial exam. If the trip is not realized, the grade will be assigned to the problem solving and exams grades.

Sources of information
------------------------



<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaristo Rodríguez, M<sup>a</sup> Sonia Zaragoza (2008). Centrales Energéticas. Reprografía Noroeste</li><li>- Consuelo Sánchez Naranjo (). Tecnología de las Centrales Termoeléctricas Convencionales.</li><li>- Steven C. Stultz, and J.B. Kitto (). Steam its Generation and Use. Babcock &amp;amp; Wilcox</li><li>- A.G. Blokh, R. Viskanta (). Heat Transfer in Steam Boiler Furnaces. Hemisphere Publishing co</li><li>- Charles E. Baukal Jr ( 2000 ). Heat Transfer in Industrial Combustion. CRC Press New York</li><li>- Joseph G. Singer (1991). Combustion Fossil Power. Combustion Engineering Inc</li><li>- Irvin Glassman, Richard A. Setter and Nick G. Glumac (). Combustion.</li><li>- ASINEL (). Calderas de vapor.</li><li>- ASINEL (). Condensación, vacío y refrigeración.</li><li>- ASINEL (). Desgasificador.</li><li>- ASINEL (). Extracciones y Precalentadores de Agua.</li><li>- ASINEL (). Turbinas de Vapor.</li><li>- Pedro Fernández Díez (). Centrales Térmicas.</li><li>- Pedro Fernández Díez (). Turbinas de Vapor.</li><li>- Pedro Fernández Díez (). Turbinas de Gas.</li><li>- Claudio Mataix (). Turbomáquinas Térmicas.</li><li>- Gaffert (). Centrales de Vapor.</li><li>- Lucien Vivier (). Turbinas de Vapor y Gas.</li><li>- Eduardo Brizuela (). Turbomáquinas.</li><li>- Edwin F. Church (). Turbinas de Vapor.</li><li>- Cohen y Rogers (). Teoría de las Turbinas de Gas.</li><li>- Santiago Sabugal (). Centrales Térmicas de Ciclo Combinado.</li><li>- Rolf Kehlhofer (). Combined-Cycle Gas and Steam Turbine Power Plants.</li><li>- Enrique Pallarés Huici (). Apuntes de Sistemas Energéticos. Tomo I y tomo II.</li><li>- Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid (). Guía de la Cogeneración.</li><li>- Barberton (). Steam: its Generation and Use.</li><li>- Chase, Malcolm W. (). NIST-JANAF thermochemical tables.</li><li>- Moran, M.J y Shapiro H.N. (). Fundamentos de Termodinámica Técnica. John Wiley &amp;amp; Sons</li><li>- Cengel, Y.A y Boles, M.A. (). Termodinámica. McGraw-Hill</li></ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- M. A. Glinkov, G. M. Glonkov (1990). A General Theory of Furnaces. Moscu. Mir</li><li>- A. L. Kohan (1998). Boiler Operator?s Guide. McGraw-Hill</li><li>- P. Chattopadhyay (2001). Boiler Operation Engineering. McGraw-Hill</li><li>- E. Rodríguez, M. S. Zaragoza (2007). Tecnología Energética. SANTIAGO. Reprografía Noroeste</li><li>- S. Kabac (1991). Boilers, Evaporators and Condensers. J. Wiley &amp;amp; Sons</li><li>- R. M. Clapp (1990). Boilers and Ancillary Plant. Pergamon Press</li><li>- J. A. Orlando (1991). Cogeneration Planner?s Handbook. The Fairmont Press</li><li>- R. Kehlhofer (1999). Combined-Cycle Gas Steam Turbine Power Plants. PennWell</li><li>- F. J. Barclay (1995). Combined Power and Process. An Exergy Approach. Mechanical Engineering Publications, Ltd</li><li>- V. Ya. Rizking (1979). Centrales Termoeléctricas. Vol. 1 y 2. Moscu. Mir</li><li>- A. Bürkholz (1989). Droplet Separation. CVH Weinheim (Germany)</li><li>- H. A. Sorensen (1983). Energy Conversion Systems. Wiley</li><li>- W C. Turner (2001). Energy Management Handbook. The Fairmon Press</li><li>- Dr. C. Beggs (2002). Energy: Management, Supply and Conservation. Butterworth Heinemann</li><li>- M. J. M., and H. N. S (1995). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Wiley</li><li>- A. L. Lydersen (1993). Mass Transfer in Engineering Practice. Willey</li><li>- A. Sherry (1979). Modern Power Station Practice. Vol. 2 and 3. Pergamon Press</li><li>- G. G. Rajan (2003). Optimizing Energy Efficiencies in Industry. McGraw-Hill</li><li>- A. Bejan (1998). Thermodynamic Optimization of Complex Energy Systems. NATO Sciences Series</li><li>- A. V. Schegliaiev (1978). Turbinas de Vapor. Vol. 1 y 2. Moscu. Mir</li><li>- P. Hambling (1991). Turbines, Generators and Associated Plant. Pergamon Press</li></ul>



## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

CÁLCULO/730G04001

TERMODINÁMICA/730G04014

MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G04018

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

CALOR E FRIO INDUSTRIAL/REFRIG/730G04020

### Subjects that continue the syllabus

### Other comments

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.