



## Teaching Guide

Identifying Data					2015/16
Subject (*)	ENERXÍAS RENOVABLES		Code	730G04049	
Study programme	Grao en enxeñaría en Tecnoloxías Industriais				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatoria	6	
Language	Galician				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Enxeñaría Industrial				
Coordinador	Santome Couto, Emilio	E-mail	emilio.santome@udc.es		
Lecturers	Santome Couto, Emilio	E-mail	emilio.santome@udc.es		
Web					
General description	<p>Cuantificación dos diferentes recursos enerxéticos de natureza renovable, análise dos principios de conversión enerxética, estudo dos dispositivos e instalacións de transformación da enerxía renovable.</p> <p>No caso de contradición coas explicacións noutros idiomas prevalecerá a guía docente en galego.</p>				

## Study programme competences

Code	Study programme competences
A1	Capacidade para a resolución dos problemas matemáticos que poidan formularse na enxeñaría. Aptitude para aplicar os coñecementos sobre: álgebra lineal; xeometría; xeometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuacións diferenciais e en derivadas parciais; métodos numéricos; algorítmica numérica; estatística e optimización.
A7	Coñecementos de termodinámica aplicada e transmisión de calor. Principios básicos e a súa aplicación á resolución de problemas de enxeñaría.
A25	Coñecemento aplicado sobre enerxías renovables.
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 xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética
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.

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences		
.-Cuantificar os recursos enerxéticos renovables (fase previa no análise de viabilidade para futuras implantacións de plantas transformadoras de enerxías renovables)	A1 A25	B2 B3 B7	C4
.- Proxectar instalacións fotovoltaicas para entornar a produción de enerxía eléctrica na rede, ase como para ser a fonte de enerxía eléctrica en sistemas illados.	A1 A25		C1
.- Proxectar instalacións para obtención de auga quente sanitaria mediante colectores de placa plana.	A1 A7 A25		C1
.- Proxectar a nivel de estudo previo unha central minihidráulica.	A1 A25		



.- Saber e entender o comportamento aerodinámico das pas do aeroxerador, coñecer e familiarizarse coas partes constitutivas dun parque eólico.	A1 A25		C5
--	-----------	--	----

Contents	
Topic	Sub-topic
Capítulo ? I A RADIACIÓN SOLAR	1.1 Comezo. 1.2 Natureza da radiación solar. 1.3 Movementos Sol-Terra. .- Posición do sol relativa as superficies terrestres 1.4 Estimación das compoñentes da radiación solar. .-Irradiación extraterrestre sobre unha superficie horizontal .-Estimación da irradiación global a partir doutras variables .-Estimación das compoñentes B(0) e D(0) a partir de G(0) .-Estimación da irradiación horaria a partir da diaria 1.5 Radiación sobre superficies orientadas de calquera xeito. .-Irradiancia directa. .-Irradiancia difusa. .-Irradiancia do albedo. .-Irradiación diaria sobre superficies inclinadas, método simplificado 1.6 Efectos do ángulo de incidencia. Sucidade 1.7 Evolución da temperatura ambiente o longo do día. 1.8 Ano metereolóxico típico. 1.9 Sombras e mapas de traxectorias
Enerxía solar Fotovoltaica :  Capítulo ? II A CÉLULA SOLAR	2.1 Comezo. 2.2 A célula solar. .-Estrutura das células solares. .-Principios de funcionamento. 2.3 Fotoxeración de corrente. .-Absorción de luz e xeración de portadores .-Colección de corrente. .-Rendemento cuántico. 2.4 Corrente de escuridade. 2.5 Característica I-V de iluminación .-Corrente de cortocircuíto e tensión circuíto aberto. .-Punto de máxima potencia. .-Factor de forma e rendemento de conversión enerxética 2.6 Circuito equivalente dunha célula solar. .-Circuíto equivalente do dispositivo intrínseco, resistencias serie paralelo 2.7 Modificación do comportamento básico. .-Influencia da temperatura. .-Influencia da intensidade de iluminación.



Capítulo ? III O XERADOR FOTOVOLTAICO	<p>3.1 Comezo.</p> <p>3.2 A característica I-V dun xerador fotovoltaico.</p> <p>3.3 O módulo fotovoltaico.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Condicións estándares e TONC</li><li>-Comportamento en condicións calquera de operación</li></ul> <p>3.4 Interconexión de módulos fotovoltaicos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Perdas por dispersión.</li><li>-Problema do punto quente.</li></ul> <p>3.5 Miscelánea.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Estrutura soporte, cableaxe, sombras entre filas.</li></ul>
Capítulo ? IV ACUMULADORES DA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	<p>4.1 Comezo.</p> <p>4.2 A batería chumbo-ácido.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Principios de funcionamento.</li><li>-Constitución.</li><li>-Proceso de carga.</li><li>-Proceso de descarga.</li><li>-Proceso de ciclado.</li><li>-Efecto da temperatura.</li><li>-Aleacións nas rexas.</li><li>-A batería fotovoltaica.</li></ul> <p>4.3 Acondicionamento de potencia</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Díodos de bloqueo</li><li>-Reguladores de carga</li><li>-Convertedores DC-DC e DC-AC</li></ul>
Capítulo ? V DIMENSIONADO DA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	<p>5.1 Comezo.</p> <p>5.2 O mapa de fiabilidade</p> <p>5.3 Método das isofiables</p> <p>5.4 Método de CENSOLAR.</p> <p>5.5 Dimensionado para alta fiabilidade</p>
Energía solar Térmica :  Capítulo - VI TRANSFERENCIA DE CALOR	<p>6.1 Comezo.</p> <p>6.2 Análise de circuítos de calor e terminoloxía.</p> <p>6.3 Condución</p> <p>6.4 Convección.</p> <p>6.5 Transferencia de calor radiactivo.</p> <p>6.6 Propiedades dos materiais transparentes.</p> <p>6.7 Transferencia de calor por transporte de masa.</p> <p>6.8 Transferencia multimodo e análise do circuíto.</p>
Capítulo - VII COLECTOR DE PLACA PLANA	<p>7.1 Cálculo do balance de calor. Observacións xerais.</p> <p>7.2 Quentadores solares de auga descubertos. Análise progresivo</p> <p>7.3 Quentadores de auga mellorados.</p> <p>7.4 Sistemas con almacenamento separado.</p> <p>7.5 Estudo dos elementos constitutivos dun colector.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Cubertas transparentes</li><li>-Absorbedor</li><li>-Illamento posterior</li><li>-Carcasa</li></ul>



<p>Capítulo - VIII SISTEMA SOLAR TÉRMICO :DIMENSIONADO DUNHA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA CON C.P.P.</p>	<p>8.2 Sistemas e circuitos das instalacións 8.3 Datos necesarios para o dimensionado dun equipo solar destinado o quecemento de auga. 8.4 Determinación do consumo de A.Q.S. 8.5 Determinación das necesidades de calor. 8.6 Superficie de captadores. 8.7 Zonas climáticas definidas no CTE. 8.8 Posicionamento de captadores. 8.9 Dimensionados de instalacións solares térmicas para piscinas .-Procedemento simplificado para o cálculo de perdas calóricas en piscinas cubertas e descubertas 8.10 Cálculo dos elementos da instalación. .-Acumulador. .-Intercambiador. .-Tubaxe. .-Fluido caloportador. .-Bombas de circulación. .-Vasos de expansión. Purgadores e desaireadores. .-Subconxunto regulación e control. Iluminación. Potencia de apoio 8.11 Potencia de apoio</p>
<p>Energía Eólica :  Capítulo ? IX O VENTO, CUANTIFICACIÓN DOS RECURSOS EÓLICOS</p>	<p>9.1 Comezo. 9.2 Circulación xeral atmosférica. .-Circulación a gran escala .-Circulación a pequena escala 9.3 Recursos eólicos dispoñibles. 9.4 Réximes de ventos , variacións cíclicas. 9.5 Variación do vento coa altura .-Capa superficial .-Capa de Ekman 9.6 Turbulencia atmosférica .- Intensidade da turbulencia 9.7 Curvas de persistencia de velocidade do vento. .-Curva de distribución de velocidades. 9.8 A enerxía do vento.</p>
<p>Capítulo ? X ENERXÍA DO VENTO, TURBINAS ATMOSFÉRICAS, FUNDAMENTOS E DESEÑO.</p>	<p>10.1 Comezo. 10.2 Momento lineal e teoría básica. .-Extracción da enerxía. .-Empuxe sobre as turbinas. .-Par .-Máquinas de arrastre. 10.3 Nocións sobre a teoría dos perfís das pas. 10.4 Teoría aerodinámica do elemento de pala, (método de Glauert).</p>



Capítulo ? XI AEROXERADORES: COMPOSICIÓN Y ANÁLISE.	11.1 Comezo. 11.2 Composición do sistema eólico. 11.3 A turbina. Sistemas aerodinamicos de control de potencia. .-Sistemas pasivos .-Sistemas activos 11.4 A torre. 11.5 Sistemas de transmisión. 11.6 O xerador eléctrico.
Enerxía Minihidráulica :  Capítulo ? XII INTRODUCCIÓN	12.1 Comezo. 12.2 Definición de pequenos aproveitamentos. 12.3 Opcións técnicas. 12.4 Planificación e análise dun aproveitamento.
Capítulo ? XIII FUNDAMENTOS DE ENXEÑARÍA HIDRÁULICA	13.1 Comezo. 13.2 Circulación da auga en condutos pechados. 13.3 Circulación da auga en condutos abertos
Capítulo - XIV O RECURSO HÍDRICO E SEU POTENCIAL.	14.1 Comezo. 14.2 Rexistros de datos hidrolóxicos. 14.3 Medidas directas do caudal. 14.4 Réxime de caudal. 14.5 Presión de auga o salto. 14.6 Potencia instalada enerxía xerada.
Capítulo ? XV ESTRUTURAS HIDRÁULICAS.OBRA CIVIL.	15.1 Estruturas de embalse e derivación. 15.2 Conducións hidráulicas. 15.3 Caneiros de descarga.
Capítulo ? XVI EQUIPOS ELECTRO-MECÁNICOS.	16.1 Comezo. 16.2 Turbinas hidráulicas. 16.3 Multiplicador de velocidade. 16.4 Xeradores. 16.5 Control. 16.6 Equipos de sincronización e protección eléctrica.
SAIDAS DE CAMPO	SAIDAS DE CAMPO
Visita a un parque eólico:	(Proxección na escola dos diferentes planos do parque, esquemas unifilares, etc..)  - Percorrido pola subestación: seguimento dos embarrados de alta tensión,T.T,dixuntores, seccionadores, T.I., Transformador - Percorrido polas celas de media tensión. - Visita o centro de control do parque, Análise dos sistemas de monitorización
Visita a unha central minihidráulica:	(Proxección na escola dos diferentes planos da central, esquemas unifilares, etc..)  - Percorrido pola casa de máquinas - Percorrido polo tubaxe forzado. - Percorrido polo caneiro de derivación. - Percorrido polo azul de regulación

Planning				
Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student?s personal work hours	Total hours
Introductory activities		1	0	1
Guest lecture / keynote speech	A25 B2 B3	26	26	52



Problem solving	A1 A7 A25 B7	14	11	25
Supervised projects	A25 C1 C4	0	10	10
Oral presentation	C5	1	0	1
Objective test	A1 A25	4	21	25
Objective test	A1 A25	4	21	25
Field trip	A25	8	1	9
Personalized attention		2	0	2

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

Methodologies	
Methodologies	Description
Introductory activities	Na clase de presentación se proxectará, coas explicacións pertinentes, a Guía Docente da asignatura; establecendo o remate unha quenda aclaratoria de dúbidas que poidan xurdir os alumnos no referente a Guía Docente.
Guest lecture / keynote speech	Os alumnos poderán dispor con antelación da colección de capítulos que inclúa a lección que o profesor explicará no xeito sesión maxistral. Para unha mellor comprensión das explicacións se engadirán recursos audiovisuais, transparencias u outros medios que a escola habilite
Problem solving	Conforme se avance en teoría entregarase a os alumnos problemas que deberán resolver e entregar en prazos fixados polo profesor. Algúns destes problemas faranse na clase. O redor de 14 horas será o tempo destinado para a feitura de problemas.
Supervised projects	A cada alumno que acade unha puntuación superior a 4 na convocatoria ordinaria o profesor poderá ofertar a feitura dun traballo que deberá presentar en soporte papel nun prazo determinado, e defender mediante unha presentación oral, traballo que normalmente consistirá nun mini proxecto de execución individual, podendo ser este dunha instalación de aproveitamento fotovoltaico, térmico o minihidráulico, temática e características do traballo que fixará persoalmente o profesor.
Oral presentation	o alumno que tendo unha nota superior a 4 e opte por realizar o traballo, deberá facer a defensa do mesmo cunha presentación oral, na que a escola facilitaralle o soporte informático e audiovisual que requirise a presentación. O tempo máximo que dispón na presentación é dunha media hora de duración. O seu remate o alumno responderá as preguntas sobre o traballo que o profesor estime facerlle. Data de presentación: O alumno recibirá un correo no que se indica a entrega do traballo e a data de presentación, a calificación intentarase dar con unha semana de antelación do exame 2ª oportunidade (Xullo)
Objective test	Queda a decisión do alumnado particionar o exame final, se optan por facelo acordarase consensuadamente a data e posteriormente publicitarase en moodle, nesa partición do exame FINAL entrarán os capítulos do tema I a tema VIII, no exame haberá preguntas de teoría e problemas cunha duración máxima de 4 horas.
Objective test	Farase a segunda parte do exame final nas datas aprobadas na xunta de escola para a convocatoria de xaneiro no que entrarán os restantes temas da asignatura que se chegaran a dar nas sesións de clase, a estrutura do exame será semellante a proba mencionada con anterioridade. Os contidos ollados nas saídas de campo avaliaranse nesta proba obxectiva
Field trip	No caso de facerse saídas de campo, con anterioridade da realización da saída de campo, na aula explicarase a información subministrada referente a visita para que no percorrido das instalacións o alumno teña os mínimos coñecementos que lle permitan un óptimo aproveitamento. O alumnado deberá ter ollada a documentación da visita, información que poderá dispor o habilitárselle unha páxina na web da UDC dende onde poderá descargar a documentación pertinente.

Personalized attention	
Methodologies	Description



<p>Problem solving</p> <p>Supervised projects</p> <p>Oral presentation</p>	<p>Para os traballos tutelados:</p> <p>Os alumnos que cumpren os requisitos e optan pola realización do traballo realizarano de xeito autónomo. No obstante, o profesor está a disposición do alumno para resolver as dúbidas que podan xurdir durante a realización do traballo e orientar o alumno na realización do mesmo.</p> <p>O alumno tamén poderá propor un determinado miniproxecto ó profesor, quedando no criterio do profesor a aceptación da súa proposta. Para a realización do miniproxecto, recibe do profesor as indicacións e, no seu caso, os medios necesarios.</p> <p>Unha vez rematado o prazo de entrega do traballo o profesor asignara unhas determinadas horas para a defensa mediante unha presentación oral e seu remate o alumno respondera a unha quenda de preguntas que o profesor estime facerlle sobre o traballo realizado para poder puntualo.</p>
--	---

Assessment			
Methodologies	Competencies	Description	Qualification
Problem solving	A1 A7 A25 B7	O alumno entregará nos prazos estipulados polo profesor cada un dos problemas da colección que se lle requira. A escolma de problemas que se lle facilitará colgará da paxina web da UDC Quedando a liberdade do profesor a petición individual de defensa das resolución dos problemas, ase como a entrega dos mesmos o alumno xa corrixidos. Podendo acadar como máximo 5 puntos sobre os 100 de cualificación final máxima da asignatura .	5
Supervised projects	A25 C1 C4	O alumno que acadando nota superior a 4 na convocatoria ordinaria ten a opción de realizar , defender e aprobar un miniproxecto conseguindo deste xeito unha cualificación apta na convocatoria de 2ª oportunidade (xullo) Traballo que entregará nun prazo fixado polo profesor. Características do traballo que fixará o profesor e que defenderá o alumno cunha presentación oral.	8
Guest lecture / keynote speech	A25 B2 B3	A presenza e participación nas clases aportará un máximo de 5 sobre 100 co 100 % da asistencia. A relación asistencia puntuación non será lineal, asistencia inferior o 50% non puntuará. Esta puntuación engadirase a nota se o alumno supera o 40% dos pesos das probas obxectivas.	5
Field trip	A25	A asistencia as saídas de campo e obrigatoria e aporta un 5% do computo da avaliación.  As saídas de campo avaliaranse cun cuestionario que se entregara cos exames das convocatorias ordinaria e 2ª oportunidade, normalmente farase coa parte de teoría de ditas probas obxectivas, aportando un 5%	10
Objective test	A1 A25	Exame final 2ª parte Realizase un segundo exame nas datas aprobadas pola escola, dita proba estará dividida en dúas partes: unha na que se desenrolarán preguntas de teoría que inclúen os restantes capítulos do temario (temas do IX o XIX), e outra parte despois dun descanso na que o alumno deberá vir con calculadora, unha regra e bolígrafo, faráselle entrega dos enunciados de problemas. A distribución dos pesos de cualificación das diferentes partes da proba obxectiva farase en función do grado de dificultade das dúas partes. O profesor notificará dito criterio no momento de principiar a proba obxectiva.	35



Oral presentation	C5	E imprescindible a defensa oral para recibir a cualificación do traballo tutelado Na presentación oral o alumno disporá de media hora como máximo. A defensa farase en audiencia pública para o resto de compañeiros que estando nas mesmas condicións aceptaron a opción de realizar o miniproxecto.	2
Objective test	A1 A25	Exame final 1ª parte (proba pactada co alumnado o principiar as clases)  Realizarase un exame dividido en dúas partes, nunha primeira se desenrolarán preguntas de teoría e nunha segunda parte faranse un ou dous problemas, segundo criterio do profesor. Os temas que abrangue esta primeira proba obxectiva van dende o primeiro (radiación solar) continuando cos temas de solar fotovoltaica (temas II,III,IV,V) ase como a parte de solar térmica (temas VI,VII,VIII). A distribución na cualificación dos diferentes pesos correspondentes a cada unha das partes da proba, está suxeito o criterio do profesor, que os distribuirá tendo en conta os grados de dificultade. Dito criterio notificarase no momento de principiar a proba obxectiva.	35
Others			

### Assessment comments

As probas obxectivas son liberatorias o acadar unha cualificación igual o superior o 50% da cualificación máxima do exame.

As probas obxectivas Son compensatorias acadar unha cualificación maiores o iguais o 35 % da cualificación máxima do exame. No caso de organizarse e obrigatorio a asistencia as visitas .

As partes liberadas terán validez para as convocatorias dese ano académico.

Se a clase optase por un único exame, a estrutura da proba obxectiva sería a mesma: parte teoría e parte problemas sendo o seu peso do 80%

A parte porcentual na cualificación das saídas de campo e dun 10%. se xurdise algún impedimento para facer total o parcialmente as saídas de campo a porcentaxe da cualificación engadiríase equitativamente as dúas probas obxectivas, o a única proba no caso de acordar un único exame .

Queda a criterio do mestre a posibilidade de puntuar ata un máximo dun 20% a realización de actividades extracurriculares, propostas na area de enxeñaría eléctrica de tematica vinculante ou afin a materia, ditas actividades consistirían na, asistencia a conferencias, simposios ou xornadas, realización de prácticas de empresa,etc.

### Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eduardo Lorenzo (2006). Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos (vol-II). Progensa</li> <li>- John Twidell, Tony Weir (1996). Renewable Energy Resources . Cambridge. University Press</li> <li>- J. L. Rodríguez, J. C. Burgos, S Arnalte (2003). Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica . Madrid. Rueda</li> <li>- Pilar Pereda Suquet (2006). Proyecto y Calculo de Instalaciones Solares Térmicas. ea! edicionesde arquitectura</li> <li>- Eduardo Lorenzo (2014). Ingeniería fotovoltaica (vol-III). Progensa</li> <li>- CENSOLAR (1994). Instalaciones de energía solar. Sevilla. Progensa</li> <li>- Celso Penche (1998). Manual de pequeña hidráulica. Celso Penche U.P.M. (DG XVII)</li> <li>- Burton Sharpen Jenkins Bossanyi (2001). Wind energy Handbook. Wiley</li> </ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASIT (2010). Guía ASIT de la energía solar Térmica. Asociación de la industria solar térmica</li> <li>- Mario A. Rosato (1991 ). Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia. PROGNSA</li> <li>- Colmenar Santos / Calero Pérez / Carta González / Castro Gil (2009). Centrales de energía renovables. Pearson educación</li> </ul>





## Recommendations

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

CALOR E FRIO INDUSTRIAL/REFRIG/730G04020  
MÁQUINAS TERMICAS E HIDRAULICAS/730G04023  
MÁQUINAS ELÉCTRICAS/730G04050  
FUNDAMENTOS DA ELECTRICIDADE/730G04012  
TERMODINÁMICA/730G04014  
MECÁNICA DE FLUÍDOS/730G04018

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

CENTRALES ENERXÉTICAS/730G04052

### Subjects that continue the syllabus

PLANIFICACIÓN ENERXÉTICA/730G04055

### Other comments

&lt;p&gt; Deberá ter asimilado os coñecementos impartidos nas seguintes materias: Cálculo Infinitesimal /730G04001, Física/730G04003, Física II/730G04009, Alxebra Lineal/730G04006, Ecuacións Diferenciais/730G04011 &lt;/p&gt;

(\*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.