



Teaching Guide

Teaching Guide				
Identifying Data				2019/20
Subject (*)	Installations of Renewable Energies		Code	770G02033
Study programme	Grao en Enxeñaría Eléctrica			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	1st four-month period	Third	Obligatory	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	Cuantificación dos diferentes recursos enerxéticos de natureza renovable, análise dos principios de conversión enerxética, estudo dos dispositivos e instalacións de transformación da enerxía renovable.			

Study programme competences

Code	Study programme competences
A1	Capacidade para a redacción, firma, desenvolvemento e dirección de proxectos no ámbito da enxeñaría industrial, e en concreto da especialidade de electricidade.
A4	Capacidade de xestión da información, manexo e aplicación das especificacións técnicas e da lexislación necesarias no exercicio da profesión.
A5	Capacidade para analizar e valorar o impacto social e medioambiental das solucións técnicas actuando con ética, responsabilidade profesional e compromiso social, e buscando sempre a calidade e mellora continua.
A32	Capacidade para o deseño de centrais eléctricas.
A33	Coñecemento aplicado sobre enerxías renovables.
B1	Capacidade de resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade e razoamento crítico.
B2	Capacidade de comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas no campo da enxeñaría industrial.
B4	Capacidade de traballar e aprender de forma autónoma e con iniciativa.
B5	Capacidade para empregar as técnicas, habilidades e ferramentas da enxeñaría necesarias para a práctica desta.
B9	CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
C3	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.

Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences
-------------------	-----------------------------



Coñece os diversos sistemas de enerxía que poden ser empregados para obter enerxía eléctrica Comprende os procesos de xeración eléctrica a partires de fontes de enerxía renovables. Coñece, sabe seleccionar e dimensionarl o conxunto de elementos que conforman o sistema de xeración eléctrica das instalacións de enerxía renovable. Coñece, sabe seleccionar y dimensionar os diversos sistemas auxiliares que forman parte das instalacións de enerxía renovable. Sabe avaliar o recurso eólico e solar. Coñece os principios de transformación da enerxía eólica e solar a enerxía eléctrica. Es quen de comprender os principios de transformación de outras fontes de enerxía de orixe renovable. Coñece, sabe seleccionar y dimensionar os sistemas Eléctricos que conforman os parques de xeración renovable. Coñece os principios de funcionamento dos sistemas de almacenaxe asociados a xeración renovable. Distingue entre las diversas tecnoloxías correspondentes a sistemas illados o conectados a rede. Ten capacidade para distinguir as restricións de deseño e conexión a rede das fontes de orixe renovable. Ten coñecemento da existencia de regulamentación específica asociada as enerxías renovables.	A1 A4 A5 A33	B1 B2 B4 B5 B9	C3
Todo isto redactado na memoria do título concretase nos seguintes puntos.			
.-É quen de avaliar o potencial renovable (fase previa no análise de viabilidade para futuras implantacións de plantas transformadoras de enerxías renovables)		B1 B9	C3
.- Proxecta instalacións fotovoltaicas para entornar a produción de enerxía eléctrica na rede, ase como para ser a fonte de enerxía eléctrica en sistemas illados.	A1 A4 A5 A33	B2 B4	
.- Proxectar instalacións para obtención de auga quente sanitaria mediante colectores de placa plana.	A4 A33	B2 B4 B5	
.- Proxectar a nivel de estudo previo unha central minihidráulica.	A32 A33		
.- Saber e entender o comportamento aerodinámico das pas do aeroxerador, coñecer e familiarizarse coas partes constitutivas dun parque eólico.	A33		

Contents	
Topic	Sub-topic
Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na Memoria da Titulación	Aproveitamento da enerxía de orixe solar. Instalacións solares térmicas. Instalacións de produción. Compoñentes Aproveitamento da enerxía de orixe solar. Instalacións fotovoltaicas. Instalacións de produción Aproveitamento da enerxía de orixe eólico. Instalacións eólicas de produción de enerxía eléctrica. Instalacións de produción eléctrica con outras fontes renovables. Almacenamento de electricidade.



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	3.1 Comezo. 3.2 A característica I-V dun xerador fotovoltaico. 3.3 O módulo fotovoltaico. -Condicións estándares e TONC -Comportamento en condicións calquera de operación 3.4 Interconexión de módulos fotovoltaicos. -Perdas por dispersión. -Problema do punto quente. 3.5 Miscelánea. -Estrutura soporte, cableaxe, sombras entre filas.



Capítulo ? IV ACUMULADORES DA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	4.1 Comezo. 4.2 A batería chumbo-ácido. .-Principios de funcionamento. .-Constitución. .-Proceso de carga. .-Proceso de descarga. .-Proceso de ciclado. .-Efecto da temperatura. .-Aleacións nas rexas. .-A batería fotovoltaica. 4.3 Acondicionamento de potencia .-Díodos de bloqueo .-Reguladores de carga .-Convertedores DC-DC e DC-AC
Capítulo ? V DIMENSIONADO DA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	5.1 Comezo. 5.2 O mapa de fiabilidade 5.3 Método das isofiables 5.4 Método de CENSOLAR. 5.5 Dimensionado para alta fiabilidade
Energía solar Térmica : Capítulo - VI TRANSFERENCIA DE CALOR	6.1 Comezo. 6.2 Análise de circuítos de calor e terminoloxía. 6.3 Condución 6.4 Convección. 6.5 Transferencia de calor radiactivo. 6.6 Propiedades dos materiais transparentes. 6.7 Transferencia de calor por transporte de masa. 6.8 Transferencia multimodo e análise do circuío.
Capítulo - VII COLECTOR DE PLACA PLANA	7.1 Cálculo do balance de calor. Observacións xerais. 7.2 Quentadores solares de auga descubertos. Análise progresivo 7.3 Quentadores de auga mellorados. 7.4 Sistemas con almacenamento separado. 7.5 Estudo dos elementos constitutivos dun colector. .-Cubertas transparentes .-Absorbedor .-Illamento posterior .-Carcasa



Capítulo - VIII SISTEMA SOLAR TÉRMICO :DIMENSIONADO DUNHA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA CON C.P.P.	8.2 Sistemas e circuítos 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
Energía Eólica : Capítulo ? IX O VENTO, CUANTIFICACIÓN DOS RECURSOS EÓLICOS	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.
Capítulo ? X ENERXÍA DO VENTO, TURBINAS ATMOSFÉRICAS, FUNDAMENTOS E DESEÑO.	10.1 Comezo. 10.2 Momento lineal e teoría básica. .Extracción da enerxía. .Empuxe sobre as turbinas. .Par .Máquinas de arrastre. 10.3 Nacións sobre a teoría dos perfís das pás. 10.4 Teoría aerodinámica do elemento de pala, (método de Glauert).



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 :	12.1 Comezo. 12.2 Definición de pequenos aproveitamentos. 12.3 Opcións técnicas. 12.4 Planificación e análise dun aproveitamento.
Capítulo ? XII INTRODUCCIÓN	
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.
Capítulo ? XVII OUTRAS RENOVABLES.	En función do tempo dispoñible daranse os temas que figurando na memoria da titulación non aparecen nomeados expresamente nos capítulos anteriores.
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, disxuntores, 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 azud 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	A5 A32 A33 B1 B2 B4 B5	21	35	56
Problem solving	A33	16	6	22
Supervised projects	A4 B9 C3	0	8	8
Oral presentation	A1	1	0	1
Objective test	A33	3	20	23
Objective test	A33	3	20	23
Laboratory practice	B5 C3	4	0	4
Field trip	A33	8	2	10
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 proxectarán, 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 facilitarlle 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 esame 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
Laboratory practice	As prácticas de laboratorio terán unha duración por práctica de dúas horas. teñen carácter obrigatorio. A opción de facer prácticas a traves de TIC xerara un aprendizaxe efectivo familiarizándose cos programas de cálculo aplicados en instalacións Renovables dependerá das dotacións de soft da escola.
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



Oral presentation Supervised projects Problem solving	Para os traballos tutelados: 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. 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. 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.
--	---

Assessment			
Methodologies	Competencies	Description	Qualification
Objective test	A33	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.	30
Objective test	A33	Exame final 2ª parte Realizarase 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 XVII), e outra parte despois dun descanso na que o alumno deberá vir con calculadora, unha regra e bolígrafo, faráselle entrega dos enunciados de problemas. O alumno que renuncie a partición do exame final realizará unha unica proba obxectiva, dita proba estará dividida en dúas partes: unha con preguntas de teoría de todo o temario e unha segunda parte de problemas. A distribución dos pesos das diferentes partes das probas obxetivas farase en función do grado de dificultade das partes. O mestre notificará dito criterio no intre de comezar a proba obxectiva.	30
Oral presentation	A1	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.	5



Field trip	A33	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%	5
Guest lecture / keynote speech	A5 A32 A33 B1 B2 B4 B5	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
Supervised projects	A4 B9 C3	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 calificación 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.	15
Problem solving	A33	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
Laboratory practice	B5 C3	As prácticas de laboratorio faranse en función dos recursos existentes na escola estas poden ser empregando elementos reais o empregando software habilitado no laboratorio.	5
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 o alumno optase por un único exame, a estrutura da proba obxectiva sería a mesma: parte teoría e parte problemas sendo o seu peso do 60%. A parte porcentual na cualificación das saídas de campo é 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



Basic	- Eduardo Lorenzo (2006). Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos (vol-II). Progensa - John Twidell, Tony Weir (1996). Renewable Energy Resources . Cambridge. University Press - CENSOLAR (1994). Instalaciones de energía solar. Sevilla. Progensa - Pilar Pereda Suquet (2006). Proyecto y Calculo de Instalaciones Solares Térmicas. ea! edicionesde arquitectura - J. L. Rodríguez, J. C. Burgos, S Arnalte (2003). Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica . Madrid. Rueda - Salvador Cucó Pardillos (2017). Manual de energía eólica desarrollo de proyectos e instalaciones. Universitat politécnica de València - Celso Penche (1998). Manual de pequeña hidráulica. Celso Penche U.P.M. (DG XVII)
Complementary	- ASIT (2010). Guía ASIT de la energía solar Térmica. Asociación de la industria solar térmica - Mario A. Rosato (1991). Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia. PROGENSA - Colmenar Santos / Calero Pérez / Carta González / Castro Gil (2009). Centrales de energía renovables. Pearson educación - Burton Sharpen Jenkins Bossanyi (2001). Wind energy Handbook . Wiley - Eduardo Lorenzo (2014). Ingeniería fotovoltaica (vol-III) . Progensa

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Electric Machines I/770G02021
 Electric Machines II/770G02026
 High-voltage electrical installations/770G02027
 Electric Energy Transport/770G02036
 Industrial Maintenance/770G02041
 Fundamentos de Electricidade/770G02013
 Mecánica de Fluídos/770G02016

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

Other comments

<p> Deberá ter asimilado os coñecementos impartidos nas seguintes materias: Cálculo Infinitesimal /730G04001, Física/730G04003, Física II/730G04009, Álgebra Lineal/730G04006, Ecuacións Diferenciais/730G04011, Fundamentos de Electricidade /770G02013 <p>

(*)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.