



Teaching Guide

Identifying Data						
2018/19						
Subject (*)	Renewable Energies	Code	770G01031			
Study programme	Grao en Enxeñaría Electrónica Industrial e Automática					
Descriptors						
Cycle	Period	Year	Type	Credits		
Graduate	2nd four-month period	Third	Optional	6		
Language	Galician					
Teaching method	Face-to-face					
Prerequisites						
Department	Enxeñaría Industrial					
Coordinator	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 electrónica industrial.
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.
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.
B3	Capacidade de traballar nun contorno multilingüe e multidisciplinar.
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.
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.	A4	B2	
-Comprende os procesos de xeración eléctrica a partir de fontes de enerxía renovables.	A5		
-Coñece, sabe seleccionar e calcular o conxunto de elementos que conforman o sistema de xeración eléctrica das instalacións de enerxía renovable.			
-Coñece, sabe seleccionar e calcular os diversos sistemas auxiliares que forman parte das instalacións de enerxía renovable.			
-E capaz de comprender os principios de transformación doutras fontes de enerxía de orixe renovable.			
-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	B2	
-Ten capacidade para distinguir as restricións de deseño e conexión a rede das fontes de orixe renovable.	A4		
	A5		



-Sabe avaliar o recurso solar.		B1	
-Coñece os principios de transformación de enerxía solar a enerxía eléctrica.		B5	
-Coñece os diversos sistemas de enerxía que podan ser utilizados para obter enerxía eléctrica			
-Sabe avaliar o recurso eólico	A5	B3	C3
-Coñece os principios de transformación de enerxía eólica a enerxía eléctrica.			
-Saber e entende o comportamento aerodinámico das pas do aerogenerador, coñece e está familiarizado coas partes constitutivas dun parque eólico.			
-Ten coñecemento da existencia de regulamentación específica asociada as enerxías renovables.	A4	B1	
-Proxectar instalacións para obtención de auga quente sanitaria mediante colectores de placa plana.	A5	B4	
-Coñece os principios de transformación das enerxías eólica, fotovoltaica e térmica así como os procedementos para o almacenaxe da enerxía.		B5	C3

Contents	
Topic	Sub-topic
Aproveitamento de enerxía de orixe solar.	Capítulo 1. 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 a longo do día. 1.8 Ano meteorolóxico típico. 1.9 Sombras e mapas de traxectorias



Energía solar Fotovoltaica :

Instalacions fotovoltaicas. Instalacions de produción

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 isofiáveis

5.4 Método de CENSOLAR.

5.5 Dimensionado para alta fiabilidade



Energía solar Térmica :

Instalacions solares térmicas. Instalacions de produción.

Compoñentes

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. Illamento. Potencia de apoio

8.11 Potencia de apio



Enerxía Eólica : · Aproveitamento da enerxía de orixe eólico. Instalacions eólicas de produción de enerxía eléctrica.	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 Nocións sobre a teoría dos perfís das pas. 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 aerodinámicos de control de potencia. .-Sistemas pasivos .-Sistemas activos 11.4 A torre. 11.5 Sistemas de transmisión. 11.6 O xerador eléctrico.
· Instalaciones de producción eléctrica con otras fuentes renovables. Almacenamiento de electricidad	Capítulo - XII OTRAS 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,dixuntores, seccionadores, T.I., Transformador - Percorrido polas celas de media tensión. - Visita o centro de control do parque, Análise dos sistemas de monitorización



Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student's personal work hours	Total hours
Introductory activities		1	0	1
Guest lecture / keynote speech	B3 C3	26	26	52
Problem solving	A4 B1	14	11	25
Supervised projects	A1 A5 B4 B5	0	10	10
Oral presentation	B3	1	0	1
Objective test	B2	4	21	25
Objective test	B2	4	21	25
Field trip	B3	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 o profesor asignará un 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, instalacións de aproveitamento fotovoltaico, térmico o eólico, temática e características do traballo que fixará persoalmente o profesor.
Oral presentation	Os traballos solicitados o alumno terán que ser defendidos cunha presentación oral. A presentación dos traballos tutelados realizarase individualmente e o alumno dispón de media hora. A defensa farase en audiencia pública para o resto de compañeiros.
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	Os alumnos que elixiron a opción de seccionar o exame final renuncian a facer o exame final total nas datas aprobadas na xunta de escola para a convocatoria de xaneiro sendo esa mesma data na que farán a segunda parte do exame final, no que entrarán os restantes temas da materia que se chegaran a dar nas sesións de clase, a estrutura do exame será semellante a proba mencionada con anterioridade. Os alumnos que non desexan seccionar o exame final, farán un único exame no que entre toda materia impartida. Os contidos ollados nas saídas de campo no caso de realizarse 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



Oral presentation Supervised projects Problem solving	Para resolución de problemas: Durante todo período de clases, o profesor conta cunhas horas de tutoría nas que se resolven cuestións dos alumnos de forma personalizada. Para os traballos tutelados: O profesor ofertará diferentes traballos (miniproxectos). o alumno porá propor un determinado proxecto o profesor, quedando baixo o criterio do profesor a aceptación da súa proposta. Os alumnos resolveran a realización do traballo 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. Unha vez rematado o prazo de entrega do traballo o profesor asignara unhas determinadas horas para a defensa do proxecto, mediante unha presentación oral, rematada a exposición o alumno responderá a unha quenda de preguntas que o profesor estime facerlle sobre o traballo realizado.
--	---

Assessment			
Methodologies	Competencies	Description	Qualification
Field trip	B3	A asistencia as saídas de campo e obrigatoria e aporta un 5% do computo da avaliación. As saídas de campo avalíaranse 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
Oral presentation	B3	Coa presentación e defensa do traballo o profesor esta en disposición de calificar o traballo, podendo acadar o alumno un máximo do 15% do total	15
Objective test	B2	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 XII), 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



Objective test	B2	Opción exame final seccionado: Exame final 1ª parte (proba pactada co alumnado o principiar o curso) 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
Guest lecture / keynote speech	B3 C3	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
Problem solving	A4 B1	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 corrixis. Podendo acadar como máximo 5 puntos sobre os 100 de cualificación final máxima da asignatura .	5
Others			

Assessment comments

O alumno que decide seccionar o exame presentandose a proba obxectiva exame final 1ª parte renuncia a realización dun único exame final. 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.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 80% No caso de organizarse saídas de campo sería obrigatorio a súa asistencia.

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



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	- Colmenar Santos / Calero Pérez / Carta González / Castro Gil (2009). Centrales de energía renovables. Pearson educación - ASIT (2010). Guía ASIT de la energía solar Térmica. Asociación de la industria solar térmica - Eduardo Lorenzo (2014). Ingeniería fotovoltaica (vol-III). Progensa - Mario A. Rosato (1991). Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia. PROGENSA - Burton Sharpen Jenkins Bossanyi (2001). Wind energy Handbook . Wiley

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Fluid Mechanics/770G01016

Electric Systems/770G01021

Industrial Maintenance/770G01030

Electric and Industrial Installations/770G01032

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

Other comments

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

(*)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.