Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Tecnología de Sistemas de Energía Solar
(2020 - 2021)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Tecnología de Sistemas de Energía Solar	Código: 335662394

- Centro: **Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado**
- Lugar de impartición: **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Sección de Ingeniería Industrial**
- Titulación: **Máster Universitario en Ingeniería Industrial**
- Plan de Estudios: **2017 (Publicado en 2017-07-31)**
- Rama de conocimiento: **Ingeniería y Arquitectura**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Ingeniería Industrial
- Área/s de conocimiento:
  Ingeniería Eléctrica
  Máquinas y Motores Térmicos
- Curso: **2**
- Carácter: **Optativa**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **3,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e Inglés (Decreto 168/2008: un 5% será impartido en Inglés)**

2. Requisitos para cursar la asignatura

No se han establecido

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: AGUSTIN MANUEL DELGADO TORRES

- Grupo: **PA101, TU101, 1**

General
- Nombre: **AGUSTIN MANUEL**
- Apellido: **DELGADO TORRES**
- Departamento: **Ingeniería Industrial**
- Área de conocimiento: **Máquinas y Motores Térmicos**

Contacto
- Teléfono 1: **922 316502 Ext.6045**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **amdelga@ull.es**
- Correo alternativo: **amdelga@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
05-10-2020	19-01-2021	Viernes	09:00	15:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087
20-01-2021	09-02-2021	Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087
20-01-2021	09-02-2021	Viernes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087

Observaciones: Las tutorías en la modalidad presencial se imparten en el despacho P2.087 del Módulo B de la ESIT. Para una organización adecuada de las tutorías presenciales se deberá acordar previamente la cita con el profesor vía correo electrónico u otra herramienta que se habilite al efecto. Si fuera necesario, también es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados previa comunicación por parte del estudiantado interesado. Las tutorías también se desarrollarán en la modalidad online haciendo uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles para ello, preferentemente Google Meet.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087

Todo el cuatrimestre		Viernes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087

Observaciones: Las tutorías en la modalidad presencial se imparten en el despacho P2.087 del Módulo B de la ESIT. Para una organización adecuada de las tutorías presenciales se deberá acordar previamente la cita con el profesor vía correo electrónico u otra herramienta que se habilite al efecto. Si fuera necesario, también es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados previa comunicación por parte del estudiantado interesado. Las tutorías también se desarrollarán en la modalidad online haciendo uso de algunas de las herramientas institucionales disponibles para ello, preferentemente Google Meet.

Profesor/a: **JULIAN MONEDERO ANDRES**

- Grupo: **PA101, TU101, 1**

General
- Nombre: **JULIAN**
- Apellido: **MONEDERO ANDRES**
- Departamento: **Ingeniería Industrial**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Eléctrica**

Contacto
- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **jmoneder@ull.es**
- Correo alternativo: **jmoneder@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046

Observaciones: En el aula virtual de la asignatura se dispone de los enlaces para la videoconferencia mediante herramientas institucionales. Las tutorías tendrán que ser solicitadas por cita previa disponible desde el aula virtual de la asignatura. El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho

Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046

Observaciones: En el aula virtual de la asignatura se dispone de los enlaces para la videoconferencia mediante herramientas institucionales. Las tutorías tendrán que ser solicitadas por cita previa disponible desde el aula virtual de la asignatura. El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Electromecánica**
Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

5. Competencias

Específicas: Gestión y Organización Industrial

G8 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.

Específicas: Instalaciones, plantas y construcciones complementarias

IP4 - Conocimiento y capacidades para proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad
IP7 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

Específicas: Tecnologías industriales

TI1 - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
TI6 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

Específicas: Tecnología electromecánica

TEM7 - Capacidad para el diseño de sistemas de energía solar.

Generales

CG1 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc

CG2 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

Básicas

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Bloque I: Recurso solar y energía solar térmica y termosolar
Profesor: Dr. Agustín M. Delgado Torres

Tema 1. Caracterización de recurso solar. Irradiancia solar directa y difusa. Medida y modelos para su estimación. Fuentes de información sobre el recurso solar.

Tema 2. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.

Tema 3. Instalaciones solares térmicas: agua caliente sanitaria, climatización y refrigeración solar. Otras aplicaciones.

Tema 4. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.

Bloque II: Instalaciones solares fotovoltaicas
Profesor: Julián Monedero Andrés

Tema 5.- Módulos fotovoltaicos. Componentes y fabricación de módulos fotovoltaicos. Caracterización del módulo fotovoltaico. Curvas I-V. Variaciones de la curva I-V. Eficiencia del módulo. Tipos de módulos fotovoltaicos. Normas de ensayo y homologación.

Tema 6.- Sistemas fotovoltaicos. Componentes del sistema. Sistemas autónomos y conectados a red (generación régimen especial, autoconsumo instantáneo y balance neto). Cálculo y dimensionado de sistemas fotovoltaicos. Sistemas de seguimiento solar. Sistemas de concentración fotovoltaicos. Acondicionamiento de potencia. Aplicaciones. Ejercicios Prácticos: Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos en generación de régimen especial, autoconsumo instantáneo y balance neto.

Actividades a desarrollar en otro idioma

En cumplimiento de la normativa autonómica el 5% de las actividades docentes se impartirá en Inglés.
-. Se utilizará documentación en inglés, cuyo uso que será necesario para responder a preguntas o resolver ejercicios, de manera escrita, que formen parte de la evaluación de la asignatura

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La docencia de la asignatura se desarrollará en condiciones de presencialidad adaptada. **Esto significa que la docencia se impartirá de manera presencial en las aulas con los horarios establecidos, pero estando el aforo limitado. Por este motivo, para realizar el seguimiento de la asignatura será necesario también un dispositivo con conexión a internet (que posea cámara y micrófono) con el objetivo de visualizar las clases por videoconferencia y/o vídeos explicativos y realizar las pruebas de evaluación como consecuencia de la limitación de los aforos.**

La metodología presencial en el aula consiste básicamente en la exposición de contenidos teóricos en clases magistrales y la realización de problemas tipo de aplicación de esos contenidos. No obstante, dado el carácter aplicado de la asignatura, también se utilizará puntualmente una metodología en la que parte de los contenidos teóricos se irán exponiendo durante la resolución de un problema planteado. En paralelo a las clases de aula el alumno irá desarrollando el trabajo sobre el que tendrá que presentar un informe.

Finalmente, el desarrollo de la asignatura se complementa y apoya mediante un aula en la se dispone de material relativo a cada uno de los temas de la asignatura.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	15,00	0,00	15,0	[CB8], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4], [G8]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[CB10], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	3,00	0,00	3,0	[CB10], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]

Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB9], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	15,00	15,0	[CB10], [CB7], [CG2], [CG1], [IP7], [IP4]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB7], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Preparación de exámenes	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB9], [CB7], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Realización de exámenes	1,00	0,00	1,0	[CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Asistencia a tutorías	1,00	0,00	1,0	[CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
		Total ECTS	3,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

-. Material suministrado por el profesor.

-. Duffie, J. A., Beckman, W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley and Sons. Disponible a través del Punto Q de la ULL: Safari Books Online y ProQuest ebrary .

-. Peuser, Felix A. Solar thermal systems: successful planning and construction. Editorial: Berlin: Solarpraxis, 2002. ISBN: 3934595243. German Solar Energy Society (DGS).

-. Planning and installing solar thermal systems: a guide for installers, architects, and engineers. Editorial:London ; Sterling, VA : Earthscan, cop. 2005. ISBN: 1-84407-125-1.

- Enrique Alcor Cabrerizo, Instalaciones solares fotovoltaicas, Edición:3ª ed, Editorial: Sevilla : PROGENSA, 2002.

- Eduardo Lorenzo. Electricidad Solar. Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Editorial: Progensa. ISBN 84 86505 45 3.

- José Javier García-Badell Lapetra, Cálculo de la Energía Solar. Editorial: Bellisco. ISBN 84 95279 72 X.

Bibliografía Complementaria

-. Rabl, Ari. Active solar collectors and their applications. Editorial: New York : Oxford University Press, 1985. ISBN: 0195035461.

- Antonio Luque, Steve Hegedus. Handbookk of Photovoltaic Science and Engineering. Editorial: John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0 471 49196 9

Otros Recursos

-. Mapa Solar de Canarias
-. Base de datos meteorológicos Meteonorm.
-. Libro web sobre energía solar: Power From the Sun (www.powerfromthesun.net)
-. PV GIS.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

El siguiente sistema de evaluación se ha adaptado al Reglamento de Evaluación y Calificación vigente de la Universidad de La Laguna (BOC nº 11 del martes 19 de enero de 2016).

EVALUACIÓN CONTINUA (EC). Corresponde a la desarrollada durante el cuatrimestre junto con la prueba final de la misma, la cual se realizará en las fechas oficialmente establecidas para cada convocatoria (enero, junio y julio) dentro del calendario de exámenes del Centro.

Las actividades que forman la EC de la asignatura se detallan a continuación:

-. A) Examen escrito sobre todos los contenidos tratados en clase de aula . Peso sobre la calificación final de la asignatura: 70%. Esta prueba se realizará en cualquiera de los llamamientos de cualquiera de las convocatorias en las fechas, horario y lugar establecidos previamente por el Centro y se realizará preferentemente de forma presencial, respetando las restricciones de distanciamiento establecidas por las autoridades sanitarias.

-. B) Trabajo en grupo relativo al Bloque I sobre el que se tendrá que realizar un informe. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 15%. En el informe se evaluarán dos aspectos: 1) la estructura formal del informe y presentación del documento, aspecto éste que representará un 30% de la calificación global del informe y 2) contenido del informe, el cual representará el 70% restante de la calificación global del informe. La calificación del informe será grupal. El informe deberá ser entregado en torno a la semana doce del cuatrimestre.

-. C) Trabajo en grupo relativo al Bloque II sobre el que se tendrá que realizar un informe. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 15%. En el informe se evaluarán dos aspectos: 1) la estructura formal del informe y presentación del documento, aspecto éste que representará un 30% de la calificación global del informe y 2) contenido del informe, el cual representará el 70% restante de la calificación global del informe. La calificación del informe será grupal. El informe deberá ser entregado en torno a la semana doce del cuatrimestre.

Para poder acceder a la evaluación continua, es decir, para proceder al cálculo de la calificación final de la asignatura

mediante el correspondiente promedio ponderado según los porcentajes indicados anteriormente, se deberán cumplir las siguientes condiciones de manera simultánea: 1) haber obtenido una calificación mínima de 4,0 en el examen escrito y 2) haber obtenido una calificación mínima de 5,0 en cada una de las restantes actividades de evaluación (informes de los trabajos). En caso contrario se aplicará el modelo de Evaluación Alternativo (EA).

Evaluación alternativa (EA) a la EC (de acuerdo al artículo 6.3 del Reglamento de Evaluación y Calificación)

Cuando no se cumplan los requisitos mínimos para acceder a la EC se aplicará el modelo de EA. En este modelo el peso de las actividades de evaluación sigue siendo el mismo que en la EC. Sin embargo, este modelo permite que el alumno entregue los informes de los trabajos en las fechas de las convocatorias de junio, julio y septiembre si no lo hizo durante el cuatrimestre o si obtuvo una calificación inferior a 5,0 en los mismos.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de desarrollo	[CB9], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]	Se refiere al examen. Dominio de todos los contenidos tratados en la asignatura.	70,00 %
Trabajos y proyectos	[CB10], [CB9], [CB8], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4], [G8]	Se refiere a los trabajos de cada uno de los bloques. Se valorarán tanto aspectos formales del informe como sus contenidos.	30,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El alumno, una vez superada esta asignatura, deberá ser capaz de:

RA1. Determinar la irradiancia solar directa y difusa y las irradiaciones asociadas en una determinada localización.
RA2. Manejar modelos sencillos y fuentes de información para la estimación de la irradiancia solar.
RA3. Describir los diferentes tipos de captadores solares térmicos.
RA4. Determinar el rendimiento y la producción de un captador solar térmico.
RA5. Describir una instalación solar térmica, dimensionarla y determinar sus parámetros más importantes.
RA6. Describir los diferentes tipos de centrales solares termoeléctricas y su funcionamiento.
RA7. Determinar los parámetros básicos de una central solar termoeléctrica.
RA8. Comprender y conocer el vocabulario específico en el idioma inglés dentro del ámbito de la energía solar térmica
RA9. Describir los diferentes tipos de módulos fotovoltaicos y su rendimiento.
RA10. Dimensionar una instalación solar fotovoltaica.
RA11. Identificar los diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas.
RA12. Comprender y conocer el vocabulario específico en el idioma inglés dentro del ámbito de la energía solar fotovoltaica.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La asignatura está compuesta por dos bloques bien diferenciados, el primero relativo a energía solar térmica y el segundo a energía solar fotovoltaica. Al inicio del primer de ellos se dedicará la primera semana a tratar los aspectos básicos de radiación solar con el objetivo de poder determinar la irradiancia y la irradiación solar sobre cualquier plano en el espacio. Este primer aspecto será posteriormente empleado en el resto del bloque I y también en el bloque II. A partir de ahí, las siguientes dos semanas se dedicarán a la descripción de los principales tipos de captadores solares térmicos y al cálculo de su producción y rendimiento. Hecho lo anterior, las cuatro semanas siguientes se dedicarán a describir las instalaciones solares térmicas más habituales. En cuanto al trabajo relativo a este bloque, será asignado durante la segunda semana del cuatrimestre. La estrategia dentro del bloque II de la asignatura es similar al anterior. Entre las semanas 8 y 10 se estudiarán los módulos fotovoltaicos y se asignará el trabajo a realizar sobre este bloque. El resto de semanas se dedicarán al estudio de instalaciones en las que se emplean éstos.

* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación.	2.00	2.00	4.00
Semana 2:	Tema 2.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Asignación de trabajos a realizar sobre el bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 3:	Tema 2.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 4:	Tema 3.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 5:	Tema 3.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 6:	Tema 4.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 7:	Tema 4.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 8:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación.	2.00	3.00	5.00

Semana 9:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Asignación de trabajos a realizar sobre el bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 10:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 11:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 12:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 13:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 14:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 15 a 17:	Trabajo autónomo y realización de pruebas de evaluación		2.00	4.00	6.00
		Total	30.00	45.00	75.00