



**FICHA DE MÓDULO DE
MÁSTER PROPIO - CURSO
2012-2014**

NOMBRE DEL MÓDULO 5

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE ALTA TEMPERATURA

NOMBRE DEL MÓDULO EN INGLÉS

HIGH TEMPERATURE SOLAR THERMAL ENERGY

CRÉDITOS ECTS:	9	CUATRIMESTRE:	2	CARÁCTER:	Obligatoria	X	Optativa	
-----------------------	---	----------------------	---	------------------	-------------	---	----------	--

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS

Teóricos:	6	Prácticos:	3	Actividades dirigidas:	
-----------	---	------------	---	------------------------	--

PROFESORADO

Nombre: Diego Martínez Plaza			DNI:	
Teléfono:		E-mail:		Créditos: 2 T
Área de conocimiento: Tecnología solar de receptor central				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				
Nombre: Jesús Fernández Reche			DNI:	
Teléfono:		E-mail:		Créditos: 0.4 T
Área de conocimiento: Tecnología solar de receptor central				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				
Nombre: Thorsten Denk			DNI:	
Teléfono:		E-mail:		Créditos: 0.4 T
Área de conocimiento: Tecnología solar de receptor central				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				
Nombre: Inmaculada Cañadas Martínez			DNI:	
Teléfono:		E-mail:		Créditos: 0.8 T
Área de conocimiento: Tecnología solar de alta concentración				



Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Ginés García Navajas	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.8 T
Área de conocimiento: Caracterización de concentradores solares		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Jesús Ballestrín Bolea	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.4 T
Área de conocimiento: Medida de flujo solar y temperatura		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Alfonso Vidal Delgado	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.8 T
Área de conocimiento: Tecnología solar de alta concentración		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Rafael Monterreal Espinosa	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.4 P
Área de conocimiento: Caracterización de concentradores solares		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Antonio Valverde Cantón	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.8 P
Área de conocimiento: Tecnología de receptor central		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: José Rodríguez García	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.6 P
Área de conocimiento: Tecnología solar de alta concentración		

Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: Wolfgang Reinalter	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.4 P
Área de conocimiento: Tecnología solar de alta concentración		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: Instituto de Investigación Aeroespacial Alemán (DLR)		
Nombre: Luis Yebra Muñoz	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.4 T
Área de conocimiento: Automática y control de procesos		
Departamento: Plataforma Solar de Almería		
Organismo: CIEMAT		
Nombre: María Jesús Marcos Crespo	DNI:	
Teléfono:	E-mail:	Créditos: 0.8 P
Área de conocimiento: Tecnología solar de receptor central		
Departamento: Subdirección General de Planificación de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas		
Organismo: Ministerio de Economía y Competitividad		

OBJETIVOS:

Se trata de introducir al alumnado en la tecnología solar de alta concentración mediante espejos con seguimiento.

Se incidirá en dos aspectos principales:

- La tecnología de alta concentración solar mediante sistemas de receptor central (torre y campo de helióstatos) y discos parabólicos.
- Las aplicaciones industriales que encajan con las características de estos sistemas de concentración por el rango de temperaturas necesarias

En cuanto a la tecnología de alta concentración se incidirá en los elementos críticos: helióstatos, receptores, discos y fluidos de trabajo.

Se pretende mostrar como se caracteriza cada uno de estos sistemas y como se mide su eficiencia, también se ofrecerá información sobre los procedimientos existentes para el diseño de instalaciones completas.

Se explicará como influye cada uno en el coste total de la planta y en su

rendimiento. También se hará un esbozo de la evolución tecnológica que han sufrido en los últimos 25 años.

En cuanto a las aplicaciones, se explicará principalmente el uso de estas tecnologías para la generación de electricidad, dando detalles acerca de su posible aportación a la red en cada momento y sobre como optimizarla mediante el uso de sistemas de almacenamiento y/o sistemas de respaldo basados en caldera de gas natural.

También se ilustrarán las aplicaciones que están emergiendo en la actualidad relacionadas con la producción de combustibles solares. Se trata de almacenar la energía solar mediante su uso en procesos químicos de alta temperatura, de manera que el producto de la reacción puede ser utilizado como vector energético y ceder su energía en otro sitio. Se trata básicamente de cómo introducir la energía solar en la llamada 'economía del hidrógeno'.

La tercera línea de aplicaciones a considerar es el uso de calor solar en otros procesos industriales, como por ejemplo la eliminación de residuos a alta temperatura.

Mediante diversas prácticas en la PSA se mostrará la realidad de estos sistemas y los problemas asociados a su operación y mantenimiento.

OBJETIVOS EN INGLÉS:

The main goal of this matter is to present to the student the introduction of the solar technology of high concentration by means of mirrors with tracking.

There will be two principal aspects:

- a) The technology of high solar concentration using solar central receiver systems (tower and field of heliostats) and parabolic discs.
- b) The industrial applications that fit with the characteristics of these systems of concentration for the status of necessary temperatures

There will be described some principal systems of the high concentration technology, such as: heliostats, receivers, discs and fluids of work.

It tries to show how to characterize each of these elements and how to measure its efficiency, there also will be offered the information about the existing procedures for the design of completed installations.

It will explain the influences of each one of these elements to the entire cost and efficiency of the plant. There will be also described the technological evolution that it suffered in the last 25 years.

Talking about its applications, there will be explain the use of these technologies principally for the generation of electricity, giving details about its possible contribution to the network in every moment and about its optimization using the

storage system and/or systems with support based on furnace of natural gas.

There will be analyzed the applications that are emerging at the present, related to the production of solar fuels. It is a question of storing the solar energy using it in some chemical processes of high temperature, so that the product of the reaction can be used as energy vector and to transfer his energy into another place. It is a question basically of how introducing the solar energy in the so-called ' economy of the hydrogen'.

The third line of applications to consider is the use of solar heat in other industrial processes, like for example the elimination of residues in high temperature. During diverse practices in the PSA there will show the reality of these systems and the problems associated with his operation and maintenance.

COMPETENCIAS:

Se pretende del alumno que obtenga un conocimiento sólido de las tecnologías solares de alta concentración, en sus dos vertientes, la tecnología solar en sí (espejos, receptores y fluidos utilizados), y las aplicaciones que se le pretende dar: generación eléctrica, obtención de vectores energéticos y calor de proceso industrial.

Al final del módulo el alumno debe de poseer conocimientos demostrables sobre los siguientes temas:

- Fundamentos ópticos de la concentración solar
- Tipos de concentradores utilizados en sistemas de alta concentración y métodos para su caracterización.
- Receptores y fluidos de trabajo: características y rango de operación.
- Materiales para equipos de concentración solar.
- Diseño de plantas: elección de emplazamientos y dimensionado.
- Aplicación para la generación de electricidad: ventajas e inconvenientes de cada tecnología. Optimización de plantas mediante el uso de almacenamiento térmico o sistemas fósiles de respaldo.
- Aplicación para la generación de combustibles solares: ámbito de aplicación, particularidades y ejemplos.
- Aplicación para la obtención de calor de proceso: ámbito de aplicación, particularidades y ejemplos.

CONTENIDOS TEÓRICOS:

TEMA I: COMPONENTES BÁSICOS DE LOS SISTEMAS TERMOSOLARES DE TORRE.

Principio de funcionamiento. El campo de helióstatos. El receptor. Los sistemas de control. Ciclos termodinámicos. Hibridación.

TEMA II: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS TERMOSOLARES DE TORRE.

Configuraciones de centrales termosolares de torre más usuales. Dimensionado. Análisis de su campo de aplicación. Software de diseño. Ventajas e inconvenientes. Situación actual de la tecnología. Proyectos actuales.

TEMA III: TÉCNICAS Y DISPOSITIVOS PARA MEDIDA DE FLUJO ENERGÉTICO Y TEMPERATURA EN SISTEMAS SOLARES DE CONCENTRACIÓN.

La medida de flujo energético. Tipos de sensores. Calibración. Sistemas de medida. Caracterización de helióstatos y de concentradores parabólicos.

TEMA IV: TÉCNICAS Y ALGORITMOS DE CONTROL PARA SISTEMAS DE RECEPTOR CENTRAL Y CONCENTRADORES DE DISCO PARABÓLICO.

El problema de control. Variables a controlar. Algoritmos de control. Herramientas desarrolladas en la PSA.

TEMA V: EL CONCENTRADOR DE DISCO PARABÓLICO.

El Concentrador de Disco Parabólico. Receptores de Disco Parabólico. Motores Stirling.

TEMA VI: HORNOS SOLARES.

Principales componentes de un Horno Solar. Relación de concentración y errores ópticos. Aplicaciones de los Hornos Solares al tratamiento de materiales. Hornos Solares en el Mundo.

TEMA VII: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO PARA SISTEMAS SOLARES DE ALTA TEMPERATURA.

Necesidad del almacenamiento térmico. Materiales de almacenamiento: ventajas e inconvenientes. Dimensionado.

TEMA VIII: PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES SOLARES Y CALOR DE PROCESO MEDIANTE SISTEMAS DE ALTA CONCENTRACIÓN.



Procesos para la generación de hidrógeno. Obtención de otros combustibles 'solares'. Generación de calor de proceso. Proyectos actuales.

CONTENIDOS PRÁCTICOS:

PRÁCTICA I: Visita a las instalaciones de torre CESA-1 de la P.S.A.

PRÁCTICA II: Caracterización óptica de un helióstato y medida del mapa de flujo sobre un receptor.

PRÁCTICA III: Práctica de control: Ensayo de un ciclo térmico en CESA-1.

PRÁCTICA IV: Visita a la instalación DISTAL.

PRÁCTICA V: Realización de un ensayo en el Horno Solar.

ACTIVIDADES DIRIGIDAS:

No están previstas

BIBLIOGRAFÍA:

Libro '*Active solar collectors and their applications*', Rabl, A.

Libro '*Principles of solar engineering*', Duffie & Beckmann.

Ballestrín J., Estrada C.A., Rodríguez-Alonso M., Pérez-Rábago C., Langley L.W., Barnes A. (2004). "*Heat flux sensors: calorimeters or radiometers?*". Proceedings 12th SolarPACES

International Symposium, 6-8 October 2004, Oaxaca, Mexico. CD-Rom. Eds. C. Ramos and J. Huacuz. ISBN: 968-6114-18-1.

Buck R., Heller P., Schwarzbozl P., Sugarmen C., Ring A., Téllez F., Enrile J. (2004). "*Solar hybrid gas turbine plants: status and perspective*". Proceedings EuroSun2004. Vol I. Pp. 822-831. Ed. DGS-Munich and PSE-Freiburg. ISBN: 3-9809656-1-9.

Cañadas, I.; Martínez, D.; Rodríguez, J.. (2004) "*Tratamiento Térmico de Materiales en el horno solar de la PSA: Líneas actuales de actividad*". Boletín Sociedad Española de Cerámica y vidrio. 43 (2) 591-595.

Romero M., Buck R., Pacheco J.E. (2002), "*An Update on Solar Central Receiver Systems, Projects, and Technologies.*", Int. J. Solar Energy Eng., Vol. 124, pp. 98-108.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Se realizará un ejercicio escrito, con dos partes:

- Un cuestionario donde el estudiante deberá de demostrar su conocimiento de los conceptos básicos.
- Desarrollo de un tema relacionado con la materia impartida en el módulo.