



NOMBRE DEL MÓDULO 4

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE MEDIA TEMPERATURA

NOMBRE DEL MÓDULO EN INGLÉS

MEDIUM TEMPERATURE SOLAR THERMAL ENERGY

CRÉDITOS ECTS:	9	CUATRIMESTRE:	1	CARÁCTER:	Obligatoria	X	Optativa	
-----------------------	---	----------------------	---	------------------	-------------	---	----------	--

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS

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

PROFESORADO

Nombre: Eduardo Zarza Moya			DNI: [REDACTED]	
Teléfono: [REDACTED]	E-mail: [REDACTED]		Créditos: 2.8 T+ 1.4 P	
Área de conocimiento: Energía Solar de Concentración				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				
Nombre: Javier León Alonso			DNI: [REDACTED]	
Teléfono: [REDACTED]	E-mail: [REDACTED]		Créditos: 1.6 T+0.8 P	
Área de conocimiento: Energía Solar de Concentración				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				
Nombre: Loreto Valenzuela Gutierrez			DNI: [REDACTED]	
Teléfono: [REDACTED]	E-mail: [REDACTED]		Créditos: 1.6 T+ 0.8 P	
Área de conocimiento: Energía Solar de Concentración				
Departamento: Plataforma Solar de Almería				
Organismo: CIEMAT				

OBJETIVOS:



Los incentivos y la prima que establece en España el Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo (BOE del 27 de marzo) para la electricidad generada mediante plantas solares termoeléctricas han impulsado el interés por de estas plantas. Dentro de las plantas solares termoeléctricas, las que poseen un mayor grado de madurez comercial son las basadas en colectores cilindro parabólicos, como lo demuestran las ocho plantas SEGS que se encuentran en operación diaria desde hace más de 14 años. A pesar de ello, el conocimiento que se tiene actualmente sobre la tecnología asociada a este tipo de colectores solares es aún muy limitado, lo que dificulta su despegue comercial.

Teniendo en cuenta este hecho, el objetivo de este módulo es dar a conocer los principios básicos (parámetros fundamentales, componentes, balance de energía, etc.) de la tecnología de los colectores cilindro parabólicos, abarcando sus diferentes aspectos (diseño, aplicaciones comerciales, situación actual de la tecnología y expectativas). Dentro de este módulo, la parte teórica se completará con una serie de prácticas que servirán para que los alumnos fijen los conocimientos principales y aprendan a diseñar instalaciones con este tipo de captadores solares.

OBJETIVOS EN INGLÉS:

The incentives and the new law that establishes in Spain the Royal Decreto 436/2004 of March 12 (BOE of March 27) for the electricity generated by means of solar thermoelectric plants has impelled the interest for these plants. Inside the solar thermoelectric plants, which possess a major grade of commercial ripeness are the based in cylinder parabolic collectors, since it is demonstrated by eight plants SEGS that are in daily operation for more than 14 years. In spite of it, the actual knowledge of the technology associated with this type of solar collectors is still very limited, which makes his commercial very difficult.

Bearing in mind above considerations, the target of this module is to announce the basic elements (fundamental parameters, components, balance of energy, etc.) of the technology of the cylinder parabolic collectors, including his different aspects (design, commercial applications, current situation of the technology and expectations). During this module, the theoretical part will be completed by a series of practices that will serve for the students to fix the principal knowledge and learn to design installations with this type of solar collectors.



COMPETENCIAS:

Al finalizar el módulo, el alumno deberá ser capaz de hacer el pre-diseño de un campo solar con colectores cilindro parabólicos, así como calcular sus parámetros principales (pérdidas de carga, pérdidas térmicas, potencia neta pico, etc.). Además, el alumno conocerá el abanico de posibles aplicaciones comerciales de este tipo de captadores solares y conocerá cuales son los factores que debe analizar a la hora de estudiar la viabilidad comercial de un sistema solar que use este tipo de captadores solares.

También adquirirá una serie de conocimientos básicos sobre cual es la situación actual de la tecnología y los próximos adelantos tecnológicos en los que se está trabajando actualmente.



CONTENIDOS TEÓRICOS:

TEMA I COMPONENTES BÁSICOS DE LOS COLECTORES SOLARES CILINDRO PARABÓLICOS (CCP)

Funcionamiento. Rango de temperaturas. El concentrado. El tubo absorbedor. El fluido de trabajo. Uniones flexibles. Unidad motriz. Sistema de seguimiento solar.

TEMA II PÉRDIDAS Y BALANCE DE ENERGÍA EN UN COLECTOR SOLAR CILINDRO PARABÓLICO

Parámetros básicos. Pérdidas ópticas. Pérdidas geométricas. Pérdidas térmicas. Modificador por ángulo de incidencia. Rendimiento óptico. Rendimiento térmico. Rendimiento global. Pérdidas y ganancias en un colector. Método experimental de caracterización.

TEMA III PLANTAS DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Esquema general. Subsistemas (campo solar, generador de vapor, sistema de almacenamiento, BOP). Ejemplos de aplicaciones

TEMA IV SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO PARA PLANTAS DE CCPs.

Ventajas que aporta el sistema de almacenamiento. Tipos. Funcionamiento. Elementos auxiliares.

TEMA V PRINCIPALES APLICACIONES DE LOS COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Aplicaciones a procesos de calor (esquema típico, procesos posibles, modos de generar vapor, ejemplos de instalaciones). Generación de electricidad (esquema típico y características). Las plantas SEGS. Factores que favorecen la instalación de plantas solares con CCPs.

TEMA V1 INSTRUMENTACIÓN, EQUIPOS DE MEDIDA Y CONTROL DE CAMPOS DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Parámetros usuales a medir. Instrumentación más usual para cada parámetro. Problemática del control de campos con CCPs. Consideraciones importantes a tener en cuenta a la hora de establecer el esquema de control. Esquemas de control más usuales.

TEMA VII DIMENSIONADO DE CAMPOS DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Determinación del número de filas en paralelo. Número de colectores en cada fila. Potencia eléctrica de la bomba principal. Tamaño del sistema de almacenamiento.



TEMA VIII LA GENERACIÓN DIRECTA DE VAPOR CON COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Ventajas e inconvenientes de la generación directa de vapor (GDV). Inestabilidad del flujo bifásico. Gradientes térmicos. El proyecto DISS. Situación actual de la tecnología GDV.

TEMA IX SITUACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE LOS COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

Componentes disponibles en el mercado y suministradores. Colectores comerciales. Principales líneas de I+D. Colectores FRESNEL.



CONTENIDOS PRÁCTICOS:

PRÁCTICA I: VISITA A LA PLANTA DCS DE LA PSA.

PRÁCTICA II: DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL RENDIMIENTO ÓPTICO PICO Y DEL RENDIMIENTO GLOBAL DE UN COLECTOR CILINDRO PARABÓLICO.

PRÁCTICA III: DIMENSIONADO DE UN CAMPO REAL DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS.

PRÁCTICA IV: CONTROL SOBRE CAMPO DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS.

ACTIVIDADES DIRIGIDAS:



No están previstas

BIBLIOGRAFÍA:

Se facilitarán a los alumnos los textos de todas las charlas teóricas. En dichos textos se indicarán referencias bibliográficas relevantes en cada una de las materias tratadas.

Algunas referencias bibliográficas adicionales son:

Ajona, J.I. «Electricity Generation with Distributed Collector Systems». *In: Solar Thermal Electricity Generation. Lectures from the Summer School at the Plataforma Solar de Almería*. Madrid, CIEMAT. 1999: Chapter 1. ISBN: 84-7834-353-9.

Duffie, J.A. ; Beckman, W.A. «Solar Engineering of Thermal Processes». New York, John Willey & Sons, 1991 : pp. 68-141. ISBN: 0-471-51056-4.

Harats, Y.; Kearney, D. Advances in parabolic trough technology in the SEGS plants. *In: FANNEY, A.H.; LUND, K.O. eds. Proceedings of the 11th Annual American Society of Mechanical Engineers solar energy conference*. San Diego (California), 1989, New York, American Society of Mechanical Engineers, 1989: pp. 471-476.

Pitz-Paal, R.; Dersch, J.; Milow, B.; Ferriere, A.; Langnickel, U.; Steinfeld, A.; Karni, J; Zarza, E.; Popel, O. “Concentrating Solar Power Plants - How to achieve competitiveness”. VGB PowerTech Int. Journal for Electricity and Heat Generation. Vol.



85, pg: 46-51. Agosto 2005

Pitz-Paal, R.; Dersch, J.; Milow, B.; Ferriere, A.; Langnickel, U.; Steinfeld, A.; Karni, J.; Zarza, E.; Popel, O. "Development Steps for Concentrating solar power Technologies with maximum impact on cost reduction". Proceeding presentado al ISEC2005 2005 International Solar Energy Conference, celebrado en Orlando (Florida, USA) los días 6-12 de agosto de 2005.

Rabl, A. « Active Solar Collectors and Their Applications ». New York, Oxford University Press, 1985: pp. 59-66. ISBN: 0-19-503546-1.

Sizmann, R.L.; Köpke, P.; Busen, R. "Solar Radiation Conversion". *In*: WINTER C.-J., SIZMANN R.L.; VANT-HULL, L.L., eds. Solar Power Plants. Fundamentals, Technology, Systems, Economics. Berlin, Springer-Verlag, 1991, Capítulo 2: pp. 17-83. ISBN: 3-540-18897-5.

Valenzuela, L.; Zarza, E.; Berenguel, M.; Fernández, E. "Direct steam generation in solar boilers". Artículo publicado en la revista IEEE Control Systems. Vol. 24, nº 2, Abril de 2004: pp. 15-29.

Valenzuela, L.; Zarza, E.; Berenguel, M.; Camacho, E.F. "Control concepts for direct steam generation in parabolic troughs". Solar Energy, vol. 78(2), pp. 301-311, Febrero 2005.

Zarza, E.; Valenzuela, L.; León, K.; Hennecke, K.; Eck, M.; Weyers, H.-D. "Direct steam generation in parabolic troughs: Final results and conclusions of the DISS project". Artículo publicado en la revista Energy – The International Journal. Vol. 29, nº 5-6, Abril de 2004: pp. 635-644.

Zarza, E.; Sánchez, M. Tellez. "Estado del arte de las plantas solares termoeléctricas". Revista Energía, Número: 187 Páginas, inicial: 68 final: 78. Septiembre, 2005. Madrid.



SISTEMA DE EVALUACIÓN:

La evaluación de los conocimientos de los alumnos se realizará mediante exámenes tipo test, a razón de dos preguntas por cada hora de clase teórica