

PROGRAMA DE ESTUDIOS: **CONCENTRADORES SOLARES**

PROTOCOLO

Fechas	Mes/año
Elaboración	07/2007
Aprobación	
Aplicación	

Clave	M-1-MFR-COS-03	Semestre	Tercero		
Nivel	Licenciatura	Maestría	X	Doctorado	
Ciclo	Integración	Básico		Superior	X
Colegio	H. y C.S.	C. y T.	X	C. y H.	

Plan de estudios del que forma parte:	Maestría en Ingeniería Energética
--	-----------------------------------

Propósito(s) general(es):	Que el estudiante conozca los fundamentos básicos de las aplicaciones térmicas de la concentración solar y pueda dimensionar y seleccionar un equipo para aplicaciones de altas temperaturas, como hornos solares, generación de electricidad vía ciclos termodinámicos, la generación de vapor para procesos industriales, el tratamiento de materiales, el tratamiento de agua contaminada, entre muchas otras posibilidades.
----------------------------------	---

Carácter		Modalidad				Horas de estudio semestral (16 semanas)					
Indispensable		Seminario		Taller		Con Docente	Teóricas	48	Autónomas	Teóricas	48
		Curso	X	Curso-taller			Prácticas	0		Prácticas	0
Optativa *	X	Laboratorio		Clínica		Carga horaria semanal:		3	Carga horaria semestral:		48

Asignaturas Previas	Asignaturas Posteriores:
Economía de la energía, Ingeniería termodinámica, Geometría solar y solarimetría, y Diseño térmico para aplicaciones solares.	Optativa para las tres orientaciones.

Requerimientos para cursar la asignatura	Conocimientos: Economía, Solarimetría y Termodinámica Habilidades: Capacidad de abstracción para interpretar el comportamiento de los, manejo de hojas de cálculo electrónicas y manejo básico de PC.
---	--

Perfil deseable del profesor:	Maestría o Doctorado en Ingeniería con conocimientos de termodinámica y máquinas térmicas.
--------------------------------------	--

Academia responsable del programa: Programa de Energía	Diseñador (es): Dr. Eduardo A. Rincón Mejía.
--	--

**Aquellas en las que se ofrece la posibilidad de cursar una de las asignaturas, para cubrir un requisito INDISPENSABLE será considerada INDISPENSABLE.*

PROGRAMA DE ESTUDIOS

CONCENTRADORES SOLARES

INTRODUCCIÓN

El recurso energético solar en México es inmenso, el promedio anual de insolación sobre sus casi dos millones de kilómetros cuadrados de su territorio es superior a 5.5 kW-h /m² día.

A pesar de tan enorme potencial, el aprovechamiento fototérmico -es decir, en forma de calor- de la energía del Sol es extremadamente pequeña, correspondiendo a alrededor de 5 m² de captador solar de tipo plano por cada mil habitantes. En contraste, para Austria, un país con menos de la décima parte de la energía solar de México, hay 250 m² de estos captadores por cada mil habitantes, es decir, ¡cincuenta veces más que en nuestro país!

Para aplicaciones a temperaturas superiores a los 100° C la situación es aún peor: solamente están en operación comercial o de uso doméstico unos pocos hornos para la cocción de alimentos, pero se desaprovecha la posibilidad de generar vapor para aplicaciones industriales, o la generación de electricidad vía ciclos termodinámicos –a pequeña, mediana o gran escala–, el tratamiento de materiales –incluida la fundición de metales a pequeña escala y la preparación de materiales cerámicos– entre muchas otras aplicaciones viables.

PROPÓSITOS GENERALES

Que el estudiante conozca los fundamentos básicos de las aplicaciones térmicas de la concentración solar y pueda dimensionar y seleccionar un equipo para aplicaciones de altas temperaturas, como hornos solares, generación de electricidad vía ciclos termodinámicos, la generación de vapor para procesos industriales, el tratamiento de materiales, el tratamiento de agua contaminada, entre muchas otras posibilidades.

PLANEACIÓN ESPECÍFICA

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca de manera concisa el estado actual del estudio y el aprovechamiento de la radiación solar concentrada y analice cuál ha sido el desarrollo histórico del aprovechamiento de los concentradores solares, y tenga una visión de hacia dónde se dirige esta tecnología.

Temas y subtemas

- 1.1 El aprovechamiento de la radiación solar concentrada en el año 2006. Centros de investigación y desarrollo, y aplicaciones comerciales de concentradores solares instalados en el mundo. Programas de diversos países: Alemania, España, Francia, Portugal, Israel, Rusia, Ucrania, EUA, India, China, etcétera.
- 1.2 La demanda de energía calorífica a altas temperaturas. Las políticas y los instrumentos gubernamentales para la promoción de las FRE, en especial la solar térmica de alta temperatura.
- 1.3 Desarrollo histórico de los concentradores solares y sus aplicaciones.

UNIDAD 2. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE CONCENTRADORES SOLARES

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca la tipología de los concentradores solares, su construcción, sus componentes y sus características de funcionamiento, los factores que afectan el rendimiento de los concentradores solares y la manera de representarlo mediante modelos matemáticos y que estime la cantidad de energía que un arreglo de concentradores solares puede aportar en un periodo dado, y seleccione el tipo de concentrador más conveniente para una aplicación determinada.

Temas y subtemas

- 2.1. Concentración solar óptica y geométrica de concentración. Límites máximos de la concentración solar. Temperaturas máximas y de operación de concentradores solares.
- 2.2. Concentradores de enfoque, sus ventajas y limitaciones. Concentradores de canal parabólico. Concentradores paraboloidales. Concentradores de torre central. Concentradores tipo Fresnell.
- 2.3. Concentradores de no enfoque y sus características. El principio de los rayos extremos y el método de las cuerdas. El método del espacio fase. Diseños a la medida basados en rayos extremos (*tailorededge-ray-designs*)
- 2.4. Concentradores del tipo parabólico compuesto (CPC) y elíptico compuesto (CEC). Concentradores multicompuestos (CMC). Concentradores de varias etapas, características y ventajas. Captadores de ultra alta concentración. Diseños novedosos de concentradores secundarios. Concentradores refractivos de no enfoque DCPCs y DTIRCs.
- 2.5. Componentes de los concentradores solares. Películas selectivas. Aislantes. Cubiertas transparentes. Superficies reflectoras. Lentes.
- 2.6. Rendimiento de concentradores solares. Energía captada. Ahorro de combustibles fósiles. Selección de concentradores dada la aplicación.

UNIDAD 3. APLICACIONES BÁSICAS Y AVANZADAS DE LOS CONCENTRADORES SOLARES

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca las aplicaciones viables de la radiación solar concentrada, las condiciones reales del funcionamiento de un sistema de concentración solar, determine sus condiciones óptimas de funcionamiento y las opciones de interconexión de los componentes de un sistema fototérmico de concentración solar y destaque los puntos delicados en su instalación y operación.

Temas y subtemas

- 3.1. Aplicaciones comunes de la concentración solar. Generación de vapor para procesos industriales. Calentamiento de fluidos. Cocinas solares. Detoxificación solar de agua. Refrigeración solar. Generación de electricidad vía ciclos termodinámicos.
- 3.2. Aplicaciones avanzadas de la concentración solar. Procesamiento de materiales. Producción de hidrógeno. Bombeo de láseres. Propulsión espacial.
- 3.3. Componentes de un sistema fototérmico con concentración solar. Concentradores solares. Absorbedores convencionales, volumétricos y especiales. Depósitos de almacenamiento térmico. Tuberías y accesorios. Sistemas de monitoreo y control. Instalación, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de concentración solar.

UNIDAD 4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE SISTEMAS FOTOTÉRMICOS DE CONCENTRACIÓN SOLAR

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca la metodología para el análisis económico de sistemas para el calentamiento solar de fluidos.

Temas y subtemas

- 4.1. Análisis económico de sistemas termosolares de concentración.
- 4.2. Rentabilidad de la inversión. Beneficios ambientales y otras externalidades.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Duffie, J.A. & Beckman W., Solar Engineering of Thermal Processes. 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1991.
- Gordon, Jeffrey, Solar Energy: The State of the Art. ISES Position Papers, James & James, 2001.
- Winston, Roland, Mindaño, Juan and Benítez, Pablo, Nonimaging Optics, Academic Press, 2004.

- The German Solar Energy Society (DGS LV Berlin BRB), Ecofys, Planning and Installing Solar Thermal Systems: A guide for installers, architects and engineers, James & James, 2005.
- Stine, William B., A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology, Sandia National Laboratories, 1994.
- Almanza, R., Ingeniería de la Energía Solar II, SID/636 II-UNAM, México, 2003.
- Meinel, A. & Meinel, M., Applied Solar Energy: An Introduction, Addison Wesley, 1976.
- Tiwari, G. N., Solar Energy: Fundamentals, Design, Modelling and Applications, Alpha Science International, 2002.
- Kreith, F. and West, R., Economics of Solar Energy and Conservation Systems (in three Volumes), CRC Press, 1980.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Aitken, D., Libro Blanco: Transición hacia un futuro basado en las fuentes renovables de energía, Ed. UACM, 2006.
- Kreider, Jan & Kreith, Frank, Solar Energy Handbook, McGraw-Hill, 1981.
- Martin, Christopher & Goswami, D. Yogi, Solar Energy Pocket Reference, Earthscan Publications Ltd., 2005.
- Ibanez, M. Rosell, J.R., Rosell, J. J., Tecnología solar, Ed. Mundi-Prensa, 2005.
- Estrada C., Cabanillas R., Notas del curso sobre Concentración Solar, ANES, México, 2000.