

PROGRAMA DE ESTUDIOS: CALENTADORES SOLARES DE AGUA Y DE AIRE

PROTOCOLO

| Fechas | Mes/año |
|-------------|---------|
| Elaboración | 07/2007 |
| Aprobación | |
| Aplicación | |

| Clave | M-1-MFR-CSA-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 energía solar a fin de dimensionar y seleccionar un equipo para el calentamiento de fluidos, especialmente agua y aire, empleando captadores del tipo plano, que incluyen a los captadores de placa plana, captadores de tubos evacuados y captadores con concentradores tipo estacionario, de acuerdo con la aplicación específica que se desee y a los recursos económicos con que se cuente. |
|----------------------------------|--|

| Carácter | | Modalidad | | | | Horas de estudio semestral (16 semanas) | | | | | |
|---------------|---|-------------|--|--------------|---|---|-----------|----|--------------------------|-----------|----|
| Indispensable | X | Seminario | | Taller | | Con Docente | Teóricas | 36 | Autónomas | Teóricas | 36 |
| | | Curso | | Curso-taller | X | | Prácticas | 12 | | Prácticas | 12 |
| Optativa * | X | Laboratorio | | Clínica | | Carga horaria semanal: | | 3 | Carga horaria semestral: | | 48 |

| | | | |
|----------------------------|---|---------------------------------|---|
| Asignaturas Previas | Economía de la energía, Ingeniería termodinámica, Geometría solar y solarimetría, y Diseño térmico para aplicaciones solares. | Asignaturas Posteriores: | Indispensable para la orientación de Energía Solar y Optativa para las orientaciones de Eficiencia Energética y Sistemas Eólicos. |
|----------------------------|---|---------------------------------|---|

| | |
|---|---|
| Requerimientos para cursar la asignatura | Conocimientos: Economía, Solarimetría y Termodinámica. Habilidades: Capacidad de abstracción para interpretar el comportamiento de datos, 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

CALENTADORES SOLARES DE AGUA Y DE AIRE

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!

En vez de utilizar el calentamiento solar de agua y aire para aplicaciones domésticas, industriales y de servicios, en México se emplean combustibles fósiles, caros contaminantes, peligrosos e importados en buena parte. Urge revertir esta situación, sustituyendo tan rápido como sea posible, los sistemas de calentamiento –a moderadas temperaturas– de fluidos que queman combustibles fósiles por otros que empleen la energía solar con captadores de tipo plano. Para altas temperaturas lo conveniente es emplear concentradores solares, materia de otra asignatura paralela a la presente.

La energía solar es junto con la eólica, la hidráulica y la biomasa, la base energética renovable para una transición hacia un sistema energético sustentable, basado necesariamente en fuentes limpias de energía.

El presente programa corresponde a un curso básico, a nivel de maestría, para el aprovechamiento de la energía térmica del Sol, tanto para el calentamiento de fluidos, en especial agua o aire, para diversas aplicaciones como calentamiento de agua para uso doméstico, industrial o de servicios, o bien el calentamiento de aire para calefacción de edificios o para el secado de productos agropecuarios.

PROPÓSITOS GENERALES

Que el estudiante conozca los fundamentos básicos de las aplicaciones térmicas de la energía solar a fin de dimensionar y seleccionar un equipo para el calentamiento de fluidos, especialmente agua y aire, empleando captadores del tipo plano, que incluyen a los captadores de placa plana, captadores de tubos evacuados y captadores con concentradores tipo estacionario, de acuerdo con la aplicación específica que se desee y a los recursos económicos con que se cuente.

PLANEACIÓN ESPECÍFICA

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca de manera concisa el estado actual del aprovechamiento de la energía solar térmica en el mundo para el calentamiento de agua y aire; asimismo se desea que el estudiante discuta cuál ha sido el desarrollo histórico del aprovechamiento de la energía solar, y que tenga una visión de hacia dónde se dirige esta tecnología.

Temas y subtemas

- 1.1. El aprovechamiento fototérmico de la energía solar en el año 2006. Captadores solares para calentamiento de fluidos instalados en el mundo. Programas de diversos países: Alemania, España, Austria, Suecia, Grecia, Japón, Israel, EUA, India, China, Brasil, Italia, Francia, etcétera.
- 1.2. La demanda de energía calorífica. Las políticas y los instrumentos gubernamentales para la promoción de las FRE, en especial la solar.
- 1.3. Desarrollo histórico de los captadores solares. Aplicaciones térmicas de la energía solar.

UNIDAD 2. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE CAPTADORES SOLARES

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca la tipología de los captadores solares para el calentamiento de fluidos, su construcción, sus componentes y sus características de funcionamiento; así como los factores que afectan el rendimiento de los captadores solares y la manera de representarlo mediante modelos matemáticos, gráficas y tablas. Se desea que el estudiante estime la cantidad de energía que un arreglo de captadores solares puede aportar en un periodo dado, y seleccione el tipo de captador más conveniente para una aplicación determinada

Temas y subtemas

- 2.1 Tipos de captadores solares. Captadores de placa plana. Captadores de tubos evacuados. Captadores con concentración solar. Captadores con óptica de no enfoque. Captadores de ultra alta concentración. Temperaturas de operación.
- 2.2 Componentes de los captadores solares. Películas selectivas. Aislantes y cubiertas transparentes. Superficies reflectoras.
- 2.3 Rendimiento de captadores solares para el calentamiento de agua o de aire. Energía captada. Ahorro de combustibles fósiles.
- 2.4 Selección del tipo de captadores para una aplicación determinada.

UNIDAD 3. COMPONENTES DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE FLUIDOS

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca los componentes imprescindibles y opcionales de un sistema para el calentamiento solar de fluidos; así como las opciones de interconexión de los componentes de un sistema fototérmico para el calentamiento de fluidos y destacar los puntos delicados en su instalación y operación. También se desea que el alumno discuta las condiciones reales del funcionamiento de un sistema de calentamiento solar de fluidos y determine las condiciones óptimas de funcionamiento.

Temas y subtemas

- 3.1. Componentes imprescindibles en un sistema fototérmico para el calentamiento de fluidos: Captadores solares. Conductos para el fluido. Tanques de almacenamiento del fluido calentado. Válvulas de cierre.
- 3.2. Componentes opcionales. Bombas. Válvulas anticongelantes. Controles. Circuitos de flujo a través de sistemas solares. Interconexión de elementos del sistema.
- 3.3. Instalación y operación de sistemas solares para el calentamiento de fluidos.

UNIDAD 4. DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS FOTOTÉRMICOS

Propósitos específicos

Que el estudiante aprenda a determinar el tamaño de un sistema fototérmico solar para una determinada aplicación y conozca el manejo de programas de simulación de uso común para sistemas fototérmicos solares.

Temas y subtemas

- 4.1. Dimensionamiento de un sistema fototérmico para el calentamiento de fluidos. Selección de los captadores solares. Determinación del número de captadores requerido. Diseño hidráulico del sistema. Cálculo de las bombas. Dispositivos de medición, registro y control.
- 4.2. Empleo de programas de cómputo para el diseño y la simulación de sistemas para el calentamiento solar de fluidos.

UNIDAD 5. NORMAS TÉCNICAS SOBRE CAPTADORES SOLARES Y SISTEMAS FOTOTÉRMICOS

Propósitos específicos

Que el estudiante conozca las normas técnicas internacionales y nacionales empleadas para determinar el rendimiento y operabilidad de captadores solares y de sistemas para el calentamiento de fluidos. Asimismo, se desea que el alumno discuta sus diferencias y particularidades; así como las normas técnicas y ambientales vigentes en México para el calentamiento de fluidos para aplicaciones domésticas, industriales y de servicios.

Temas y subtemas

- 5.1. Las normas técnicas para captadores solares y para sistemas para el calentamiento solar de fluidos. Normas europeas. Normas Estadounidenses. Normas asiáticas. Normas israelitas, y de otros países.
- 5.2. Normas técnicas y ambientales vigentes en México para el calentamiento solar de fluidos.

UNIDAD 6. ANÁLISIS ECONÓMICO DE SISTEMAS FOTOTÉRMICOS

Propósitos específicos

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

Temas y subtemas

- 6.1. Análisis económico de sistemas para el calentamiento solar de fluidos.
- 6.2. Rentabilidad de la inversión. Beneficios ambientales y otras externalidades.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Aitken, D., Libro blanco: Transición hacia un futuro basado en las fuentes renovables de energía, Ed. UACM, 2006.
- 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.
- Tiwari, G. N., Solar Energy: Fundamentals, Design, Modelling and Applications, Alpha Science Internacional, 2002.
- Meinel, A. & Meinel, M., Applied Solar Energy: An Introduction, Addison. Wesley, 1976.
- Kreider, Jan and Kreith, Frank, Solar Energy Handbook, Mc Graw-Hill, 1981.
- Almanza, R., Ingeniería de la Energía Solar II, SID/636 II-UNAM, 2003.
- Kreith, F. and West, R., Economics of Solar Energy and Conservation Systems (in three Volumes), CRC Press, 1980.
- Ibanez, M. Rosell, J.R., Rosell J. J., Tecnología solar, Ed. Mundi-Prensa, 2005.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- The German Solar Energy Society (DGS LVBerlin BRB), Ecofys, Planning and Installing Photovoltaic Systems. A guide for installers, architects and engineers, James & James, 2005.
- Martin, Christopher & Goswami, D. Yogi, Solar Energy Pocket Reference, Earthscan Publications Ltd., 2005.
- Ruvalcava, E. y Rincón, E., Manual del curso: “Instalación de sistemas fototérmicos”, Programa modular de formación profesional orientado al ambiente, Canacindra-GTZ-Hope Consulting GmbH, 2002.