



INVESTIGA I+D+i 2013/2014

GUÍA ESPECÍFICA DE TRABAJO SOBRE "ENERGÍA SOLAR DE CONCENTRACIÓN"

Texto de D.^a Mercedes Ballesteros

Octubre de 2013

Introducción

La generación, transporte y uso de la energía es una de las actividades del hombre con mayor repercusión negativa en el medio ambiente. Sin embargo, frente a las fuentes convencionales, las energías renovables suponen la utilización de recursos limpios e inagotables, que tienen un impacto mucho menor y es siempre reversible.

Casi toda la energía de que disponemos proviene del Sol. Él es la causa de las corrientes de aire, de la evaporación de las aguas superficiales, de la formación de nubes, de las lluvias y, por consiguiente, el origen de otras formas de energía renovable, como el viento, las olas o la biomasa. Su calor y su luz son la base de numerosas reacciones químicas indispensables para el desarrollo de las plantas, de los animales y, en definitiva, para que pueda haber vida sobre la Tierra. El Sol es, por tanto, la principal fuente de energía para todos los procesos que tienen lugar en nuestro planeta.

Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener calor y electricidad. En este tema nos vamos a centrar en las aplicaciones solares de concentración para obtener electricidad.

Existen dos grandes grupos de tecnologías electro-solares bien diferenciados: la solar termoeléctrica y la fotovoltaica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a su tecnología como veremos a continuación.

En la fotovoltaica, parte del espectro de la radiación solar de longitud de onda más corta actúa sobre un material previamente preparado (la célula fotovoltaica) que es capaz de generar una corriente eléctrica. La termoeléctrica necesita de una transformación previa de la radiación solar, de cualquier longitud de onda, en energía de tipo térmico esta se transforma en electricidad en una máquina térmica convencional. A continuación vamos a definir con mayor detalle en qué consiste cada una de estas tecnologías.

Energía solar térmica de concentración

También conocida como energía solar termoeléctrica o termosolar, es la tecnología que usa el calor del Sol para generar electricidad. Este proceso se lleva a cabo en las llamadas centrales solares termoeléctricas o centrales termosolares.

La conversión de la energía luminosa del Sol en energía calorífica se produce directamente de forma cotidiana, sin que sea necesaria la intervención del hombre en este proceso. Todos hemos realizado, en alguna ocasión, el experimento de quemar un papel con la ayuda de una lupa. La lupa concentra los rayos solares en un punto determinado de su superficie (foco). Esta concentración de rayos (y por tanto de energía) produce un rápido aumento de la temperatura del papel, provocando su combustión. Este ejemplo ilustra muy bien como la energía luminosa puede transformarse en calor. En una central termoeléctrica, este calor luego puede transformarse en electricidad

¿Cómo funciona la energía solar termoeléctrica?

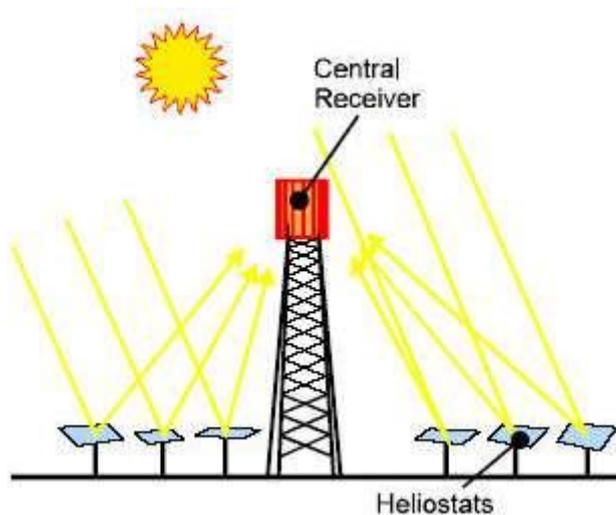
El funcionamiento de una planta termosolar es similar al de una central térmica, pero en lugar de carbón o gas utiliza la energía del sol. Los rayos solares se concentran mediante espejos en un receptor que alcanza temperaturas de hasta 1.000 °C. Este calor se usa para calentar un fluido y generar vapor, que mueve una turbina y produce la electricidad. Aunque las primeras centrales sólo podían operar durante las horas de irradiación solar, hoy en día es posible almacenar el calor para producir de noche.

Tipos de centrales termosolares

Actualmente existen tres grandes tipos de centrales termosolares. La forma de producir la electricidad es similar en todas ellas y la diferencia radica en cómo se concentra la energía del sol.

Central de torre.

Utiliza un conjunto de espejos orientables (denominados heliostatos) que concentran los rayos solares en un receptor situado en una torre.



En los sistemas de torre, un campo de helióstatos o espejos móviles que se orientan según la posición del sol, reflejan la radiación solar para concentrarla hasta 600 veces sobre un receptor que se sitúa en la parte superior de una torre. Este calor se transmite a un fluido con el objeto de generar vapor que se expande en una turbina acoplada a un generador para la producción de electricidad.

El funcionamiento de la tecnología de torre se basa en tres elementos característicos: los helióstatos, el receptor y la torre.

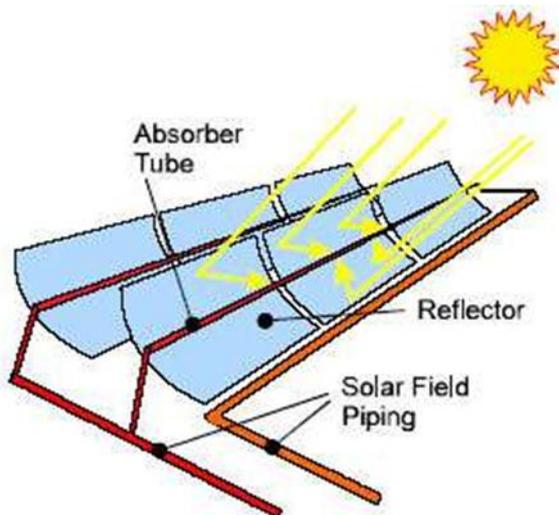
1) Los helióstatos tienen la función de captar la radiación solar y dirigirla hacia al receptor. Están compuestos por una superficie reflectante, una estructura que le sirve de soporte, y mecanismos que permiten orientarlo para ir siguiendo el movimiento del sol. Las superficies reflectantes más empleadas actualmente son de espejos de vidrio.

2) El receptor, que transfiere el calor recibido a un fluido de trabajo, que puede ser agua, sales fundidas, etc. Este fluido es el encargado de transmitir el calor a la otra parte de la central termosolar, generalmente a un depósito de agua, obteniéndose vapor a alta temperatura para producción de electricidad mediante el movimiento de una turbina.

3) La torre sirve de soporte al receptor, que debe situarse a cierta altura sobre el nivel de los helióstatos con el fin de evitar, o al menos reducir, las sombras y los bloqueos.

Central de disco parabólico

La tecnología cilindro-parabólica usa espejos en forma de cilindros parabólicos por cuyo eje discurre una tubería donde se concentran los rayos del sol. La tubería contiene un fluido que se calienta y genera vapor que mueve una turbina. Estas centrales basan su funcionamiento en el seguimiento del movimiento solar para que los rayos incidan perpendicularmente a la superficie de captación, y en la concentración de estos rayos en unos tubos receptores que están localizados en el centro de los cilindros. En estos tubos, un fluido transmisor de calor, normalmente un fluido orgánico sintético (HTF) se calienta hasta unos 400 °C. Este fluido caliente se dirige a una serie de intercambiadores de calor para producir vapor sobrecalentado. La energía que contiene este vapor se convierte en energía eléctrica utilizando una turbina de vapor convencional y un generador acoplado a ella. La tecnología cilindro-parabólica es la tecnología más desarrollada y este tipo de plantas son las más prometedoras desde el punto de vista comercial.



Los componentes principales del campo solar de la tecnología cilindro-parabólica son:

1) El reflector cilindro-parabólico: La misión del receptor cilindro parabólico es reflejar y concentrar sobre el tubo la radiación solar directa que incide sobre la superficie. La superficie del espejo se

consigue mediante películas de plata o de aluminio depositadas sobre un soporte de vidrio que le da la suficiente rigidez.

2) El tubo "absorbedor" : Consta de dos tubos concéntricos separados por una capa de vacío. El interior, por el que circula el fluido que se calienta es metálico y el exterior de cristal. El fluido de trabajo que circula por el tubo interior es diferente según la tecnología. Para bajas temperaturas ($< 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) se suele utilizar agua desmineralizada con Etileno-Glicol mientras que para mayores temperaturas ($200^{\circ}\text{ C} < T < 400\text{ }^{\circ}\text{ C}$) se utiliza aceite sintético. Las últimas tecnologías permiten la generación directa de vapor sometiendo a alta presión a los tubos y la utilización de sales como fluido térmico.

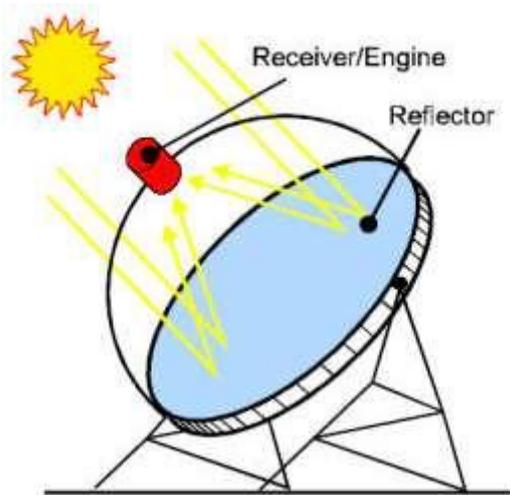
3) El sistema de seguimiento del sol: El sistema seguidor más común consiste en un dispositivo que gira los reflectores cilindro-parabólicos del colector alrededor de un eje.

4) La estructura metálica: La misión de la estructura del colector es la de dar rigidez al conjunto de elementos que lo componen.

Central de disco parabólico o disco-Stirling

Esta clase de central termosolar, utiliza un espejo en forma de disco parabólico para concentrar los rayos del sol en un motor Stirling situado en el foco de la parábola, por eso también se denomina central de disco-Stirling. El calor acumulado eleva la temperatura del aire, lo cual acciona el motor Stirling y mueve una turbina que genera electricidad. Un motor Stirling es un motor de ciclo cerrado (el fluido de trabajo está encerrado en el motor y los pistones lo desplazan en las diversas etapas del ciclo) y utiliza una fuente de calor externa, en este caso la solar

La planta de disco parabólico más conocida es la de Mojave (Estados Unidos)



Central de tecnología Fresnel

Una de las nuevas formas de aprovechamiento térmico de la energía solar es el concentrador lineal tipo fresnel que se destaca por la sencillez de su construcción y por su bajo coste. La tecnología fresnel, de la misma forma que los cilindro-parabólicos, concentra la radiación en una línea donde se coloca el correspondiente absorbedor. Pero a diferencia de los cilindro- parabólicos, utiliza reflectores planos, simulando un espejo curvo. Los reflectores se construyen con espejos de vidrio normales y por lo tanto su materia prima es muy barata. La forma curvada de los espejos cilindro parabólicos hace que sean un 15% más eficientes que los espejos Fresnel, pero el ahorro de costes de construcción es tan importante que esa disminución de rendimiento se ven suficientemente compensada.

La electricidad termosolar y los sistemas termosolares de concentración, en general, tendrán un papel importante en el sistema energético del futuro. Naturalmente, estas excelentes expectativas dependen de que puedan conseguirse a un coste razonable, comparable con otras tecnologías, basadas o no en fuentes energéticas renovables.

A la vez, debe trabajarse en la reducción de los impactos ambientales de las distintas variantes tecnológicas, en particular la reducción de las necesidades de agua para refrigeración de los ciclos termodinámicos y la sustitución de fluidos térmicos potencialmente contaminantes o peligrosos por otros que no presenten tales inconvenientes.

Centros como la Plataforma Solar de Almería del CIEMAT, el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) o el Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables (CTAER), entre otros, están trabajando en el desarrollo de estas líneas de investigación.

Energía fotovoltaica de concentración

Las células fotovoltaicas convierten directamente la luz del sol en energía eléctrica. La mayor parte de las células fotovoltaicas actuales son de silicio y únicamente utilizan entre el 12 y el 14% de la radiación ya que desaprovechan las longitudes de onda más energéticas (azul e ultravioletas) que en vez de en electricidad se convierten en calor el principal enemigo de las células fotovoltaicas.

Una manera de hacer los sistemas fotovoltaicos más eficientes concentrar la radiación solar en una célula fotovoltaica altamente eficiente. Esta tecnología ha ido evolucionando en los últimos años hasta conseguir unos paneles o colectores solares el doble de eficientes que los paneles convencionales. Estos nuevos paneles o colectores solares están formados por unas complejas células solares fabricadas con materiales semiconductores compuestos, como el arseniuro de galio en vez de en el tradicional silicio, y que se llevan utilizando desde hace años en los paneles de satélites y naves espaciales. Esta nueva generación de paneles solares permiten aprovechar hasta un 40% de la radiación solar, que supone el doble que los paneles solares tradicionales, que sólo consiguen una eficiencia de entre el 12% y el 20%.

Sin embargo, debido a que los materiales que se utilizan todavía son muy caros, se utilizan células muy pequeñas (entre 2 mm² y 2 cm²) que a través de diversos elementos como lentes, espejos y prismas concentran los rayos solares sobre las células, consiguiendo ampliar hasta mil el nivel de radiación solar, produciendo de este modo más energía.

Desde hace bastantes años las CPV se está aplicando esta tecnología en la investigación espacial, en los paneles de las naves espaciales y los satélites, que requieren de unas placas eficientes y con una superficie lo más reducida posible.

España ocupa el tercer lugar detrás de EE.UU. y Alemania, tanto en investigación y desarrollo como en implantación de plantas solares fotovoltaicas de concentración. Un ejemplo es el Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC) en Puertollano (Ciudad Real), un centro de I + D pionero en el mundo que cuenta con la colaboración de varias empresas, universidades e instituciones, entre otras el Gobierno de Castilla-La Mancha o el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid, financiado parcialmente por el Ministerio de Educación y Ciencia.

Potenciales temas de discusión

1. ¿Crees que la energía termosolar puede darnos parte la electricidad que necesitamos?
2. ¿En qué lugares se podrían utilizar estas plantas productoras de energía?
3. A nivel internacional ¿Cómo está situada España en energía termosolar?

Bibliografía

1. <http://protermosolar.com/> Asociación española de la industria termosolar
2. www.idae.es
3. www.ciemat.es. Portales temáticos, energías renovables
4. La energía solar termoeléctrica: tan lejos, tan cerca. Puedes descargarlo en pdf en: <http://valerianoruiz.com/publicaciones>.