

Las centrales solares termoelectricas

Lourdes González Martínez

Grupo de Media Concentración de la Unidad de Sistemas de Concentración Solar de la Plataforma Solar de Almería-Ciemat. España.

Últimamente nos encontramos, con cierta frecuencia, en los medios de comunicación y divulgación distintas referencias a las centrales solares termoelectricas o centrales solares para la generación de electricidad. Pero poca gente conoce realmente qué son, cómo funcionan o cual es su clasificación. Por ello es importante definir de forma clara y sencilla qué tipo de instalaciones son, cuales son sus características y cómo funcionan. Y este conocimiento inicial nos ayudará a entender porqué a partir de ahora van a formar parte del paisaje que nos podremos encontrar en nuestros viajes por carretera, especialmente por España.

1. Introducción

Una central solar termoelectrica es un tipo más de central termoelectrica convencional en la que se sustituye la caldera de gas, carbón (Figura 1) o reactor nuclear por un sistema capaz de transformar la energía radiante del sol en calor, o lo que se podría llamar una “caldera solar”. Dicha “caldera” es capaz de aprovechar la energía solar que llega a la superficie terrestre y transformarla en energía térmica de un fluido (líquido o gas) que finalmente cederá parte de su energía a una turbina. Por lo tanto, tan sólo hemos de pensar que el aporte solar va a sustituir a los combustibles fósiles que conocemos hasta ahora (carbón, gas, etc.).

Pero esta situación ideal, en la que se sustituye un combustible costoso y cuyo precio oscila con los vaivenes del mercado por otro gratuito, tiene algunos inconvenientes. Algunos de éstos son intrínsecos a la naturaleza misma de la fuente energética, que en este caso es el Sol, y otros están relacionados con el tipo de tecnología utilizada. Siendo el Sol el origen de la energía primaria, la radiación solar que llega a la superficie terrestre tiene una baja densidad (necesitamos mucha superficie para conseguir los niveles necesarios en una central termosolar), y además sufre fluctuaciones predecibles, como son el paso del día a la noche, pero también impredecibles a largo plazo, como son el paso de las nubes. En cuanto a los inconvenientes asociados a la tecnología, está el hecho de ser relativamente joven, con un amplio margen de mejora y optimización, sobre todo en cuanto a reducción de costes.

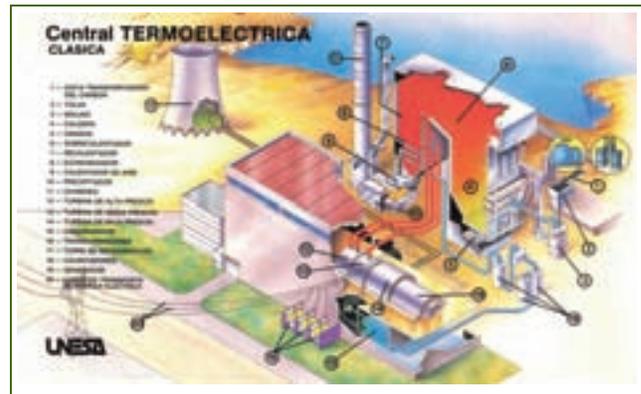


Figura 1. Esquema de una central termoelectrica convencional [1].

Se dice que es una tecnología relativamente joven a pesar de que a finales del siglo XVII ya se contaba con espejos de un metro y medio de diámetro, realizados con láminas de cobre que eran utilizados para originar la combustión o el calentamiento de objetos [2]. Pero estos dispositivos no pasaron de meros inventos más o menos acertados hasta los años 80 del siglo XX, en el que una crisis energética relanzó la idea de la utilización de la energía solar, con la construcción de las primeras centrales solares termoelectricas comerciales (plantas SEGS de California). Ocho de las nueve centrales construidas entonces siguen en la actualidad funcionando, aportando desde entonces electricidad a la red eléctrica de California. En la actualidad, un trasfondo de crisis energética junto con una mayor sensibilización con los problemas medioambientales ha servido como motor a este creciente interés que vivimos actualmente no sólo a nivel español.

En respuesta a la pregunta sobre el funcionamiento de estas centrales, recordemos que es similar al de una central eléctrica convencional, pero sustituyendo la caldera de combustible fósil por lo que denominábamos como “caldera solar”. Esta caldera debe estar formada por un sistema capaz de concentrar la radiación solar, debido a que el flujo de energía que llega a la superficie terrestre no es lo suficientemente elevado como para cubrir las necesidades de estos sistemas. La concentración de la radiación se consigue utilizando espejos que focalizan la componente directa de la radiación solar sobre un área determinada, aumentando así su densidad energética. Al utilizar un elemento concentrador, y puesto que el sol cambia su posición a lo largo del día, es necesario utilizar sistemas de “seguimiento solar” que permiten situar el elemento concentrador alineado con el sol en cada instante.

2. Clasificación

Los sistemas de concentración se agrupan según el nivel de concentración en baja, media y alta. Ejemplos de sistemas de baja concentración son aquellos que utilizan espejos

planos. Los sistemas de media concentración tienen concentración lineal y son los colectores cilindroparábólicos (también denominados de canal parabólico) y los colectores de Fresnel. Finalmente, en el grupo de sistemas de alta concentración, que tienen concentración puntual, están los sistemas de torre central y los discos parabólicos (Figura 2). Los niveles de energía primaria exigidos en las centrales termoeléctricas hacen que para estos casos sólo sea posible utilizar “calderas solares” que trabajen con media y alta concentración.

El colector cilindroparábólico (CCP) (Figura 3) es un sistema capaz de concentrar sobre la línea focal de un canal parabólico la radiación que incide sobre los espejos situados en dicho canal. En el foco lineal de la parábola está situada una tubería por la que circula un fluido encargado de absorber y transportar la energía térmica recogida en el colector. Esta tubería está protegida del exterior por una cubierta transparente de vidrio, que permite reducir las pérdidas térmicas de la tubería caliente hacia el exterior. Además la tubería metálica está, habitualmente, recubierta de un material selectivo que aumenta la absorción de energía radiante del sol (alta absorptancia), a la vez que reduce las pérdidas térmicas (baja emitancia). Al conjunto tubería-cubierta de vidrio se le denomina receptor. Esta es la tecnología en la que se tiene mayor experiencia, ya que las primeras centrales solares comerciales (SEGS de California) se construyeron utilizando esta tecnología y es la más utilizada en las centrales solares construidas en España o que se encuentran en fase de desarrollo en la actualidad (Andasol I, Puertollano, Alvarado) [4].

Los reflectores tipo Fresnel (Figura 4), al igual que los CCP, tienen un foco lineal, pero a diferencia de los anteriores, éste permanece fijo y situado en una estructura por encima de los espejos reflectores. Estos últimos son móviles y están

situados sobre una plataforma paralela al suelo. En el foco se sitúa el receptor por el que circula el fluido encargado de recoger la energía captada. Aunque este concepto tecnológico cuenta con menos experiencia comercial, existe en la actualidad una central de 1.4 MW construida en la provincia de Murcia (Puerto Errado I) y existe otra central preasignada de 30 MWe (Puerto Errado II) [4].

Los sistemas de torre central (Figura 5), también denominados de receptor central con campo de helióstatos, consiguen concentrar la radiación en un único punto o foco situado en la parte superior de una torre en torno a la cual se distribuye un



Figura 3. Lazo experimental para generación directa de vapor en la Plataforma Solar de Almería (PSA) [3].



Figura 4. Colector Fresnel en la PSA [3].



Figura 5. Central experimental de receptor central en la PSA [3].

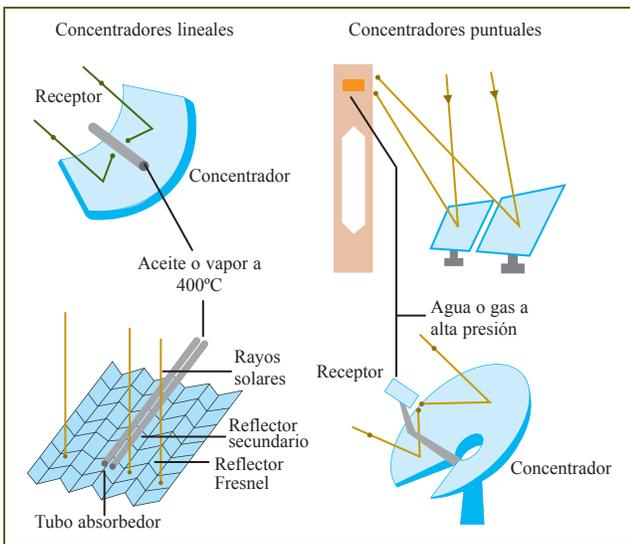


Figura 2. Tecnologías de concentración solar [3].



Figura 6. Disco Eurodish en la PSA [3].

conjunto de espejos (helióstatos) de un tamaño considerable (de hasta 150m^2 de superficie) que son los encargados de concentrar la radiación solar sobre el foco. En el foco está situado el receptor, que es el encargado de transferir la energía radiante del sol, que incide sobre él, al fluido térmico que circula por su interior. El fluido térmico puede ser líquido (aceite térmico, sales fundidas, agua, etc.) o gaseoso (aire, vapor, etc.). Ejemplos en España de esta tecnología los tenemos en las centrales ya construidas PS10 y PS20 situadas en la provincia de Sevilla, y en la central Torresol Gemasolar, que se encuentra en fase de construcción también en la provincia de Sevilla con una producción total algo inferior a los 50 MWe [4].

Finalmente, los discos parabólicos (Figura 6) tienen, como en el caso anterior, una concentración puntual conseguida a partir de un reflector con forma de paraboloides (diámetro entre 7 y 17 m) que concentra la radiación sobre el foco. En el foco se suele situar un motor Stirling capaz de generar directamente electricidad, aunque también se han presentado proyectos en los que se ha situado un receptor por el que circula un fluido encargado de captar la energía térmica. A día de hoy, es la tecnología con menor experiencia comercial, aunque existe un proyecto de 1 MWe en la provincia de Albacete (Villarrobledo) en fase de construcción y 7 proyectos más en fase de preasignación con un total de 70 MWe, para construir en la localidad de Puertollano (Ciudad Real) [4].

Por otro lado, el componente solar de las centrales solares termoeléctricas nos permite hacer una clasificación de las mismas, encontrándonos así con centrales de torre y centrales de colectores cilindroparabólicos, que son las tecnologías con mayor difusión en la actualidad.

3. Funcionamiento

El funcionamiento de la central se inicia con la radiación solar directa que incide sobre los espejos concentradores

y que es redirigida al foco de los mismos donde llega concentrada. De esta manera la energía incidente sobre toda la superficie de los espejos incide sobre un área más pequeña, aumentando de esta forma la densidad de energía. Esto hace que se caliente el material del que está hecho el foco, que a su vez calienta el fluido que circula por su interior. Dicho fluido, que funciona como sistema receptor y transportador de la energía, es conducido hasta el intercambiador de calor donde cede parte de su energía térmica al agua del ciclo de Rankine. A partir de este momento el funcionamiento es el mismo que el de una central convencional, ya que el vapor generado se expande en la turbina, transformándose la energía térmica en mecánica, que finalmente es convertida en electricidad en el generador eléctrico. Dicho vapor, después de su expansión, llega al condensador donde pasa de nuevo a estado líquido, cerrando así el ciclo de Rankine.

Actualmente y en fase experimental, se propone la utilización de nuevos fluidos de transferencia de calor entre los que se encuentra el agua para la generación de vapor directamente en el receptor del sistema solar. De esta forma se consigue reducir las pérdidas térmicas del intercambiador de calor fluido térmico-agua y se reducen costes asociados al intercambiador y al fluido térmico.

Para evitar el inconveniente de la transitoriedad de la radiación solar propio de estos sistemas se puede o bien adaptar la producción a las oscilaciones de la misma, o bien utilizar sistemas de almacenamiento de energía que permitan producir energía eléctrica en los momentos en los que la demanda no coincida con la disponibilidad de radiación. En este caso, la “caldera solar” debe suministrar energía suficiente como para alimentar no sólo el ciclo de Rankine sino también el sistema de almacenamiento térmico. De esta manera, cuando la caldera solar no funciona por falta de radiación, seguirá funcionando la turbina

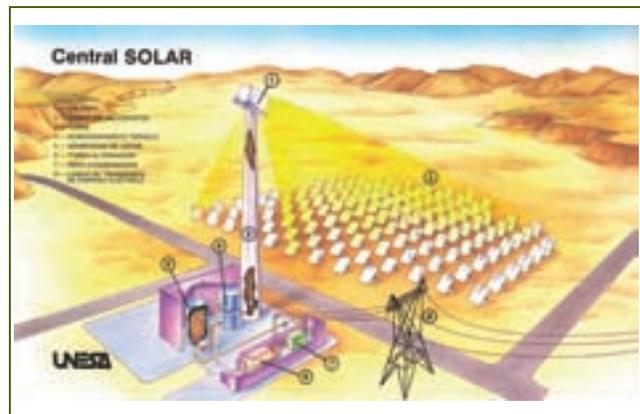


Figura 7. Esquema de una central solar termoeléctrica de receptor central [1].

alimentada, en este caso, por el almacenamiento hasta su vaciado (Figura 7).

4. Futuro

Las centrales solares termoeléctricas (con colectores cilindroparabólicos y con central de torre) se presentan como una de las aplicaciones con más fuerza para el futuro, pudiendo suministrar hasta el 5% de la demanda mundial de energía en el año 2040 [5]. Según otras fuentes [6], en un escenario de desarrollo industrial moderado, la energía solar térmica de concentración podría abastecer para 2030 entre el 3.0% y el 3.6% de las necesidades energéticas previstas en el mundo y entre el 8.5% y el 11.8% en el año 2050. Estos ratios podrían alcanzar entre el 18.3% y el 25.7% en 2050 bajo un escenario de desarrollo industrial avanzado y dependiendo también de una reducción en la demanda energética debido a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas utilizados.

A finales del año 2008, las instalaciones de energía solar térmica de concentración proporcionaban 471 MW de la generación de electricidad mundial, de los cuales 340 MW eran de centrales solares termoeléctricas con colectores cilindroparabólicos, conectados a la red eléctrica del sur de California (Plantas SEGS) desde los años ochenta.

En la actualidad y según los datos disponibles en la lista de instalaciones inscritas en el Registro de Pre-asignación de instalaciones de régimen especial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, las centrales termosolares de España que aparecen inscritas son 60 de las cuales 26 ya están construidas o en fase de construcción. Estas centrales

permitirán alcanzar una producción de 2.5 GW de energía de origen solar termoeléctrico que se sumaran a la producción con otras fuentes renovables.

Los nuevos proyectos en construcción, especialmente en España, contribuirán al menos con 730 MW para el año 2011 [7]. De igual manera en Estados Unidos hay proyectos en proceso de planificación y desarrollo de hasta 7.000 MW, más 10.000 MW en España, que podrían estar funcionando para 2017 [6].

Todo esto hace pensar que, si no se producen cambios políticos que ralenticen el desarrollo de estas centrales, son una de las tecnologías con más futuro para la producción de energía eléctrica a corto y medio plazo a nivel mundial, especialmente en aquellos países situados en el denominado “cinturón solar” (latitudes entre -40° y $+40^\circ$).

Referencias

- [1] UNESA-Departamento de Información y Comunicación Social. “Centrales Eléctricas”.
- [2] VÁZQUEZ ESPÍ, M. *Una brevísima historia de la arquitectura solar*. Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 Madrid. España. ISSN: 1578-097X.
- [3] www.psa.es
- [4] Pro-Termosolar (Asociación Española para la Promoción de la Industria Energética Termosolar).
- [5] ARINGHOFF, R. Y BRAKMAN, G. (2004) *Energía Solar Termoeléctrica 2020: Pasos firmes contra el cambio climático*. Estia, Greenpeace. Birmingham/Amsterdam. ISBN: 90-73361-82-6.

XII Simposio y X Congreso de la Sociedad Cubana de Física

La Habana, 7 – 11 de Marzo de 2011

Como es ya tradicional con una periodicidad de tres años la Sociedad Cubana de Física (SCF) invita a participar en sus XII Simposio y X Congreso correspondientes al año 2011. El Simposio se celebrará los días del 7 al 11 de Marzo mientras que el congreso tendrá lugar durante parte de las sesiones del día 11. El programa científico abarcará conferencias plenarios y sesiones de carteles así como una mesa redonda en torno al tema de la enseñanza de la Física. Paralelamente a estos eventos, durante los días del 7 al 9 de Marzo se celebrará este año el Simposio Internacional: “Rutherford backscattering and related analytical techniques: from 1911 to 2011” a cuyas conferencias plenarios tendrán acceso también todos los participantes del Simposio de la SCF.

Todas las sesiones del congreso tendrán lugar en la Universidad de La Habana.

TÓPICOS

- Biofísica y Física Médica
- Protección Radiológica
- Enseñanza de la Física
- Óptica y Espectroscopia
- Agrofísica
- Física de la Tierra y el Espacio
- Física Teórica
- Ciencia de Materiales y Medios Condensados
- Energía No Convencional
- Física Nuclear, Atómica y Molecular
- Instrumentación

CORRESPONDENCIA

Para informaciones adicionales sobre el simposio o en general sobre la SCF los interesados pueden ponerse en contacto con el presidente del comité organizador:

Oswaldo de Melo
Facultad de Física, Universidad de La Habana
10400 La Habana
<http://www.fisica.uh.cu/scf/convocatoria.htm>
tel: 537 8788950 ext 209
c-elect.: omelo@fisica.uh.cu