

GRADO SUPERIOR: SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN E INFORMÁTICOS

EL SECTOR DE LA ELECTRICIDAD Y LA ELECTRÓNICA EN ANDALUCÍA



ÍNDICE:

1. – Introducción.
2. – Esquema de Funcionamiento.
3. – Partes principales de la central. Funcionamiento.
4. – Ventajas e inconvenientes de la central.
5. – Comparación de los diferentes sistemas de aprovechamiento de la energía solar.
6. – Ubicación de las principales centrales; producción estimada.
7. – Bibliografía.

1. – INTRODUCCIÓN:

La energía solar es, probablemente, la más conocida de las energías alternativas a nivel del público en general. La investigación sobre esta fuente de energía fue de las primeras en empezar, y debido a ello existe una gran diversidad de sistemas de aprovechamiento de la misma. Para que las instalaciones sean rentables, es necesario disponer de una zona en la que el Sol ilumine durante la mayor parte del año. Esto hace impracticable el uso de energía solar en los países nórdicos como Suecia o Noruega. En cambio, en España, y sobre todo en la zona sur, puede aprovecharse con gran éxito.

Los dos sistemas de aprovechamiento de la energía solar son: Energía fotovoltaica y energía por colector solar.

ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Como su propio nombre indica, este sistema se encarga de convertir la luz del Sol (foto) en energía eléctrica (voltaica). El nombre se emplea, específicamente, para denominar al sistema que hace esta conversión por medios puramente electrónicos. El componente principal de todos los sistemas de energía fotovoltaica es la célula solar de silicio.

Pero este sistema no es rentable en aplicaciones industriales, ya que los precios de obtención en fábrica son elevados y el rendimiento obtenido de la luz solar no es muy elevado si se le compara con el terreno que ocupa; aproximadamente se produce energía eléctrica por un valor de un 13% de la energía solar recibida.



ENERGÍA POR COLECTOR SOLAR

Las ondas electromagnéticas provenientes del Sol son absorbidas por todas las superficies expuestas a él. Esta energía que reciben los cuerpos se transforma en la mayoría de los casos en calor. Los sistemas de colector solar aprovechan este calor y lo emplean en el calentamiento de un líquido. Se pueden dividir en sistemas sin concentración y sistemas con concentración.

Sistemas con concentración: La luz solar se concentra por medio de lentes o espejos sobre la zona a calentar. Lo que permite obtener rendimientos muy elevados. Estos sistemas son:

- Colectores solares de concentración de uno y dos ejes.
- Hornos solares de torre central.

Sistemas sin concentración: La zona a calentar se expone directamente al Sol y sin elementos auxiliares, lo que se traduce en un rendimiento inferior, pero también en una mayor facilidad de construcción y menos posibilidades de fallos técnicos. Estos sistemas son:

- Colector solar plano convencional.
- Colector solar de vacío.

◆ En este trabajo nos vamos a centrar en los sistemas con concentración, y en especial en los

hornos solares de torre central, utilizado por ejemplo en la Plataforma Solar de Almería.

Hornos solares

Los hornos solares son reflectores parabólicos o lentes contruidos con precisión para enfocar la radiación solar en superficies pequeñas y de este modo poder calentar "blancos" a niveles altos de temperatura. El límite de temperatura que puede obtenerse con un horno solar está determinado por el segundo principio de la termodinámica como la temperatura de la superficie del sol, esto es 6000 °C, y la consideración de las propiedades ópticas de un sistema de horno limita la temperatura máxima disponible. Se han usado hornos solares para estudios experimentales hasta 3500 °C y se han publicado temperaturas superiores a 4000 °C. Las muestras pueden calentarse en atmósferas controladas y en ausencia de campos eléctricos o de otro tipo si así se desea.

El reflector parabólico tiene la propiedad de concentrar en un punto focal los rayos que entran en el reflector paralelamente al eje.



Como el sol comprende un ángulo de 32', aproximadamente, los haces de rayos no son paralelos y la imagen en el foco del receptor tiene una magnitud finita. Como regla empírica, el diámetro de la imagen es aproximadamente la razón de longitud focal/111. La longitud focal determina el tamaño de la imagen y la abertura del reflector la cantidad de energía que pasa por el área focal para una velocidad dada en incidencia de radiación directa. El cociente entre la abertura y la longitud focal es, pues, una medida de flujo de energía disponible en el área focal y con arreglo a este flujo se puede calcular una temperatura de cuerpo negro.

La utilidad de los hornos solares aumenta con el uso de heliostatos, o espejo plano móvil, para llevar la radiación solar al reflector parabólico. Esto permite el montaje estacionario de una parábola de ordinario en posición vertical, con lo cual se pueden colocar aparatos para atmósfera controlada y movimiento de muestras, soportes de blancos, y otros, sin necesidad de mover todo el equipo. El poder de reflexión del heliostato varía de 85 a 95% según su construcción, por lo que resulta para el horno una pérdida de flujo del 5 al 15%, y la disminución correspondiente a las temperaturas que se alcanzan. La siguiente tabla muestra algunas propiedades de cuatro hornos solares.

Se construyen hornos solares de hasta 3 metros de diámetro con espejos de una sola pieza de aluminio, cobre o de otros elementos y se han construido hornos más grandes de múltiples reflectores curvos.

El reflector o blanco usado en los hornos solares puede ser de varias formas. Las sustancias pueden fundirse en si mismas en cavidades de cuerpo negro, encerrarse en envoltura de vidrio o de otra materia transparente para atmósferas controladas, o introducirse en un recipiente rotatorio "centrifugo".

	a	b	c	d
Material del espejo	cobre	vidrio	aluminio	vidrio
Superficie de reflexión	rodio	plata	aluminio	plata
Abertura, a	1.524 m.	2.0 m.	3.05 m.	10.67 m.
Longitud focal, f	66 cm.	86.1 cm.	86.4 cm.	6.0 m.
Cociente, a/f	2.31	2.32	3.53	1.78
Reflector auxiliar	ninguno	helióstató	ninguno	helióstató
Diámetro de la imagen, calculado	6.1 mm	7.6 mm	4.9 mm.	53.3 mm.
Radiación reflejada al blanco, Kw, calculada suponiendo incidencia directa de 0.8 Kw./m ²	1.30	1.94	4.67	54.0

Así como los sistemas de célula fotoeléctrica aprovechan la energía electromagnética del sol que nos llega en forma luz, para después ser transformada en energía eléctrica, los sistemas de colector solar utilizan su potencia calorífica para calentar un líquido, que posteriormente será empleada generalmente en suministrar calefacción.

Los que no utilizan concentración reciben el Sol directamente, sin ningún elemento auxiliar, como los rotores que permiten el seguimiento en todo su ciclo. Aunque con menor rendimiento, tienen sin embargo la ventaja de su simplicidad, facilidad de construcción y menor mantenimiento, gracias a que su posibilidad de presentar fallos técnicos también es menor. Los sistemas sin concentración utilizados son del tipo *colector plano convencional* y *colector de vacío*.

El colector plano convencional es el de uso más extendido por su sencillez de fabricación. Dispone únicamente de cuatro elementos: un *circuito de conducción del agua*, la *placa de absorción*, una *cubierta* y la *caja de protección*. La ausencia de partes móviles le da una característica de gran durabilidad.

El circuito de conducción del agua consiste en una especie de serpentín de tubos metálicos por donde circulará el agua que se pretende calentar. Su diámetro es muy pequeño para que el nivel de líquido que circula por él tenga tiempo a calentarse en todo su recorrido. Los tubos se fabrican con materiales que mantengan la temperatura, como cobre o aluminio, y se les pinta de color negro para que no reflejen el calor, sino que la absorban. El conjunto se encuentra montado sobre una placa de absorción igualmente, que también capta calor y la induce en los tubos.

La cubierta transparente y la caja de protección no sólo protegen físicamente todo el conjunto sino que sirven de aislante térmico, impidiendo que la energía captada y transferida al agua que circula por los tubos se pierda a través de sus paredes. Para ello se aplica al interior de la caja un recubrimiento aislante, como la fibra de vidrio, u otro material que mantenga el calor en su interior.

El panel solar así construido juega un papel análogo al de un radiador de calefacción, pero justamente a la inversa. Así como el radiador tiene una superficie metálica diseñada para emitir el máximo de potencia calorífica a través de sus elementos, el panel solar tiene sus elementos diseñados para captar el máximo de calor y transferirlo a los tubos, los cuales precisamente alimentarán generalmente a sistemas de radiadores de calefacción, u otros servicios de agua caliente.

El funcionamiento del colector solar sin concentración se basa en el efecto invernadero. La radiación solar que

entra a través de la cubierta transparente, incide directamente sobre el sistema de conducción de agua (conectados al suministro de agua fría) y la placa absorbente. De la energía entrante sólo una décima parte es reflejada a la atmósfera. Al principio, cuando el colector entra en funcionamiento (entrada de agua fría por primera vez), el sistema absorbe gran cantidad de energía, ya que precisa calentar todos los elementos y el agua del interior del serpentín, pero una vez llegado al punto denominado de *equilibrio dinámico*, es la propia placa la que emite calor, del cual sólo una pequeña parte inferior al 10% se perderá por radiación a través de la cubierta de vidrio. Es entonces cuando se mantiene un *efecto invernadero* en el interior de la caja colectora, que es preciso mantener mediante un buen aislamiento de las paredes, evitando las pérdidas denominadas de *convección*. Todo el sistema tiene un rendimiento que varía en función de la intensidad de luz que recibe y la temperatura interior, pero es siempre inferior a un 60%; generalmente se aprovechan entre 30 y 50 vatios por cada 100 que se reciben.

Un sistema más avanzado de colector solar sin concentración es el *colector plano de vacío*. El diseño es muy similar al colector plano convencional, pero fabricado con materiales que obtienen altos rendimientos, y que poseen características especiales, tales como *superficies selectivas*, es decir, materiales que absorben ciertas frecuencias como los infrarrojos, pero que apenas los emiten, permitiendo absorciones del orden del 95%. Además, las pérdidas de convección están minimizadas al máximo mediante el vacío de la caja, que aumenta el rendimiento considerablemente. Con este sistema pueden alcanzarse temperaturas de hasta 120 grados centígrados. La desventaja de este sistema radica en el empleo de materiales más costosos y el delicado proceso de vacío.

Ambos sistemas de colector solar precisan algún sistema alternativo de energía. Por esta razón es imprescindible el empleo de *acumuladores de calor* que almacenen la energía calorífica que no ha sido utilizada, ejemplo de los clásicos termos de agua caliente, para su posterior empleo en ausencia de radiación solar.

Así como en los sistemas de colector solar sin concentración, las placas son expuestas directamente al Sol y se encuentran ausentes de elementos móviles, en los sistemas con concentración, como su nombre indica, se concentra la luz solar sobre la zona que se desea calentar. Esto se realiza mediante espejos o lentes apoyados en materiales selectivos, que calientan el líquido que circula por el interior de un tubo, en el que incide la radiación concentrada del Sol, permitiendo un mejor rendimiento que los colectores sin concentración.

Los modelos más simples de colectores con concentración son los de uno y dos ejes, aunque existe otro sistema más complejo utilizado en generación de grandes potencias, y que permite su transformación en energía mecánica.

El sistema de concentración de un eje consiste en un tubo, por el que circula el líquido que se desea calentar, y que se encuentra ubicado delante de una superficie parabólica reflectante. La energía reflejada por el elemento parabólico incide sobre el tubo (de longitud que puede llegar incluso a los 100 metros) y cuya concentración es cincuenta veces superior a otro sistema similar sin lentes, permitiendo temperaturas no inferiores a 100 grados centígrados, pero que pueden llegar a alcanzar los 350. El tubo debe ser fabricado con un material muy selectivo (generalmente óxido de cobre sobre níquel). Los espejos se construyen con vidrios bajos en contenido de hierro o con metales esmerilados de gran pureza, para proporcionar el máximo de rendimiento.

El sistema de colector de un eje precisa que la superficie perpendicular de la parabólica esté siempre posicionado hacia la máxima radiación del Sol. Para ello se disponen sistemas asados en ordenadores, que utilizan sensores de posición y servos, para mover el conjunto y mantenerlo siempre orientado hacia el Sol.

El detector de posición consiste en una serie de fotodiodos o fototransistores, que generan una corriente eléctrica proporcional a la luz que les incide. Si la iluminación decae, la señal eléctrica emitida por el detector decaerá también, entonces el ordenador activará los motores de posición para modificar y reorientar el colector hacia el punto de mayor radiación del Sol. Este sistema, al ser de un único eje, solo permite el

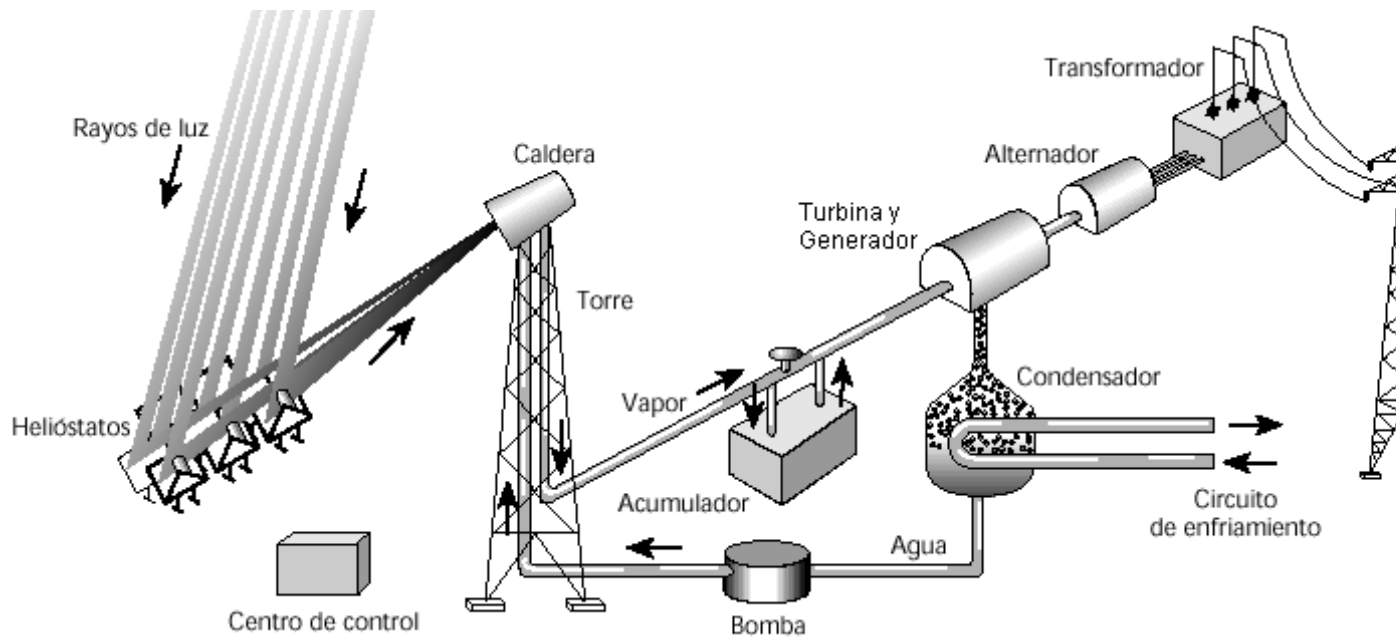
seguimiento del Sol de Este a Oeste, es decir, desde que nace hasta que se oculta, pero no de Norte a Sur. Este problema se acrecienta cuanto más nos alejemos del Ecuador.

El problema del colector de un eje radica en que el Sol se mueve realmente en dos ejes, uno Este–Oeste y otro Norte–Sur. El eje Este–Oeste es diario, y puede ser seguido con el colector de un único eje. Sin embargo, conforme nos alejamos del Ecuador y según la estación del año, desde nuestro punto de observación el Sol acusa más el movimiento sobre el eje Norte–Sur. Para poder corregir esta variación se han diseñado los colectores de dos ejes, que realizan un seguimiento del Sol sobre ambos mediante dos motores, el de acimut y el de elevación, todo ello situado sobre una torre vertical. El sistema presenta complejidades mecánicas que no compensan el rendimiento obtenido, por lo que son poco utilizados.

En general, los sistemas de colectores solares con concentración permiten únicamente aplicaciones para calefacción, y en todo caso pequeñas turbinas para generación de energía de energía eléctrica. No posee suficiente potencia para convertirla en energías mecánicas de importancia; para este caso existen otros métodos más sofisticados de concentración, como los Hornos solares de torre central.



2. – ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO:

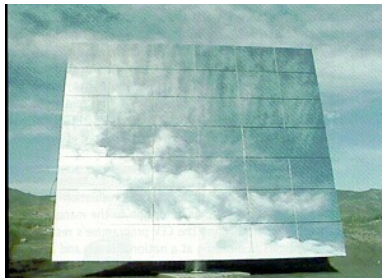


3. – PARTES PRINCIPALES DE LA CENTRAL.

FUNCIONAMIENTO:

1. – Helióstatos:

Son varios espejos orientables, en los que se refleja la luz del Sol, haciendo que converjan en la caldera.



2. – Caldera:

Es la parte de la central solar en la que convergen los rayos solares reflejados por los helióstatos, alcanzando una gran temperatura. Al alcanzar esa gran temperatura, calienta el agua que pasa por ella y la transforma en vapor.

3. – Turbina:

El vapor generado en la caldera mueve la turbina, la cual está unida al generador para que éste reciba su movimiento.

4. – Generador o alternador:

Es el encargado de generar energía eléctrica; gracias al movimiento rotatorio de la turbina, el generador transforma ese movimiento en energía eléctrica mediante inducción.

5. – Acumulador:

Almacena la energía calorífica que no ha sido utilizada, ejemplo de los clásicos termos de agua caliente, para su posterior empleo en ausencia de radiación solar.

6. – Transformador:

Se encarga de transformar la energía eléctrica generada en el alternador para hacerla llegar a la red eléctrica.

7. – Condensador:

Es donde se convierte el vapor (proveniente de la turbina) en agua líquida. Ello es debido a que en el interior del condensador existe un circuito de enfriamiento encargado de enfriar el vapor, transformándose en agua líquida.

8. – Bomba:

Es la encargada de impulsar el agua de nuevo hasta la caldera.

9. – Centro de control:

Es donde se controla todo el proceso de transformación de la energía solar en energía eléctrica.

Desarrollo y mejora de herramientas de diseño y simulación de sistemas termosolares de alta temperatura:

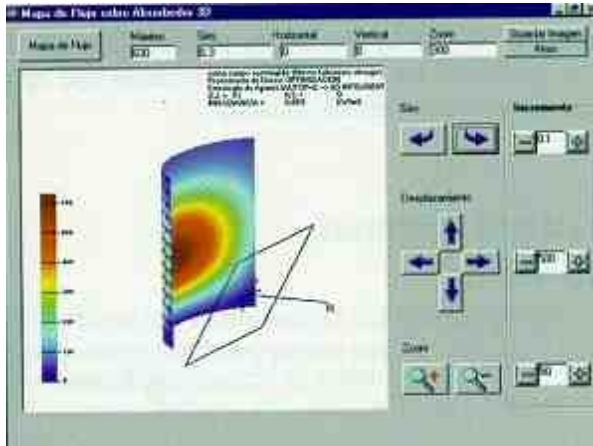
La complejidad del diseño de los sistemas termosolares de alta temperatura requiere el uso de códigos de optimización y simulación adecuados a la complejidad del problema. Aunque son numerosos los existentes, mucho de ellos se desarrollaron para cubrir una necesidad específica y carecen por tanto de la necesaria generalidad. Otros desarrollados con miras más amplias en la década de los 80, padecen defectos propios de las aplicaciones informáticas desarrolladas en aquellos años, como documentación insuficiente y falta de control de calidad. Además, algunas de sus características estuvieron marcadas por los entornos de desarrollo disponibles en aquel momento, lo que se refleja, por ejemplo, en unas interfaces de usuarios pobres y "poco amistosa".

Los trabajos realizados se enmarcan dentro del esfuerzo conjunto de la Plataforma Solar de Almería y AICIA para desarrollar nuevas herramientas y mejorar las existentes, con vistas a consolidar la posición de primera línea mundial de estas instituciones en el campo de los sistemas termosolares de receptor central, en un momento en que se abordan estudios de viabilidad de centrales mixtas o puramente solares en diversos países de la cuenca mediterránea, entre ellos España.

♦ Los trabajos realizados por AICIA en este contexto son:

- 1) Identificación y evaluación de los principales programas existentes de optimización y simulación de plantas termosolares para producción de electricidad.
- 2) Asesoramiento a la Plataforma Solar de Almería (PSA) en la selección de un programa de optimización de campos de helióstatos, de un programa de simulación del comportamiento óptico de un campo de helióstatos, y de un programa de simulación del comportamiento energético global de una planta termosolar.
- 3) Integración y mejora de los programas seleccionados y creación de un entorno gráfico de usuario para el conjunto.

–4) Identificación y desarrollo de algoritmos científicos necesarios para un programa de carácter general para la simulación de sistemas solares de concentración.



Pantalla del entorno gráfico integrado.

4. – VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CENTRAL:

VENTAJAS:

Al emplear la energía del Sol, siendo ésta un tipo de energía renovable presenta un reducido impacto ambiental, respecto a las tecnologías que emplean combustibles fósiles. Uno de los principales beneficios de estas energías renovables es la reducción de emisiones asociadas con la producción de la electricidad. Estas emisiones incluyen los gases de efecto invernadero y aquellos que producen la lluvia ácida de las plantas que utilizan combustibles fósiles y la radioactividad asociada con el ciclo de combustible nuclear.

Otros beneficios medioambientales de las renovables son el ahorro de agua, mejora de la calidad del suelo y el agua, el tratamiento de residuos, la reducción de la polución en el transporte y otras como; la seguridad en el suministro energético, el empleo, la reestructuración del mercado energético y la mejora de la economía de los países menos desarrollados.

Las fuentes de energías renovables presentan, también, una dimensión social y económica; es una apuesta por fuentes de energías descentralizadas, gratuitas, generadoras de empleo en mayor proporción que las convencionales y cuyo disfrute queda garantizado por todos mediante tecnologías simples y de fácil acceso. Dichas tecnologías suponen un importante impulso para la generación de empleo.

Resumidamente, las ventajas de las centrales solares son las siguientes:

- ◆ Una vez realizada la instalación y hecha la inversión inicial, no se originan gastos posteriores (a excepción del mantenimiento); el consumo de energía eléctrica es totalmente gratuito.
- ◆ No usa combustibles, eliminando la incomodidad de tener que aprovisionarse y el peligro de su almacenamiento.
- ◆ Impacto ambiental nulo: la energía solar no produce desechos, ni residuos, basuras, humos, polvos, vapores, ruidos, olores, etc.

INCONVENIENTES:

- ◆ Necesidad de instalar la central en zonas donde se perciba la radiación solar durante más horas diarias y más días al año.
- ◆ Menor rendimiento que otros sistemas.

- ◆ Mayor complejidad mecánica que otros sistemas de aprovechamiento de energías renovables.
- ◆ Peligro por las altas temperaturas que se alcanzan.
- ◆ Necesidad del empleo de acumuladores de calor para cuando no exista la suficiente radiación solar.

5. – COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR:

ENERGÍA FOTOVOLTAICA:

Ventajas:

En su versión más sencilla, no posee partes móviles o propensas a romperse, haciéndola ideal para los lugares poco accesibles o en los que no existe personal constantemente.

Los sistemas basados en paneles fotovoltaicos pueden crecer de forma modular con modificaciones muy sencillas a la estación existente previamente. De este modo pueden pasar de un solo panel a varios cientos para instalaciones a gran escala.

Inconvenientes:

Aunque el silicio es barato (material utilizado para su construcción), el proceso de creación de las obleas finales es muy complejo y caro.

Por otra parte, el rendimiento obtenido de la luz solar no es muy elevado si se le compara con el terreno que ocupa, aproximadamente un 13% de la energía solar recibida se transforma en solar.

ENERGÍA POR COLECTOR SOLAR PLANO CONVENCIONAL:

Ventajas:

Es útil para calentar el agua de la calefacción y la que se usa dentro de la casa. Su construcción es sencilla y de bajo costo. Además la ausencia de piezas móviles les proporciona una gran durabilidad.

Inconvenientes:

Debido a las pérdidas originadas por convección, la temperatura alcanzada no es demasiado elevada. A 80° el rendimiento del sistema es prácticamente nulo.

Necesidad de acumuladores de calor por medio de agua, similares en concepto a los termos para líquidos.

ENERGÍA POR COLECTOR SOLAR DE VACÍO:

Ventajas:

Se alcanza una mayor temperatura que en el anterior, pudiéndose emplear más eficazmente el vapor obtenido, en calefacción y otros usos en los que las temperaturas alcanzadas por el colector convencional son insuficientes.

Inconvenientes:

Los materiales empleados y la necesidad de una construcción delicada para generar el vacío hacen que suba el costo de fabricación.

Aunque no posee piezas móviles, tiene una mayor fragilidad.

Las temperaturas alcanzadas, aunque elevadas, no son suficientes para generar energía mecánica.

ENERGÍA POR CONCENTRACIÓN LINEAL:

Ventajas:

Las temperaturas que alcanzan permiten el uso del líquido calentado para calefacciones y también para turbinas de pequeño tamaño. Aunque más propenso a fallos que los sistemas totalmente estáticos, no tiene mucha complejidad mecánica y su fiabilidad se puede calificar de alta.

Inconvenientes:

El sistema no es apto para generar grandes fuerzas mecánicas. La larga distancia que tiene que recorrer el líquido calentado hace que su temperatura disminuya algo, por lo que el rendimiento es inferior al máximo posible.

Otro inconveniente es que, al tener que estar perfectamente orientado al Sol, y éste tener un movimiento bastante complejo, es necesario el uso de un sistema de dos ejes en los que controlen constantemente el error Norte-Sur y el Este-Oeste que produce el movimiento del Sol.

La complejidad mecánica añadida al sistema no suele compensar la ganancia de rendimiento, por lo que estos sistemas no se hallan muy extendidos.

ENERGÍA POR HORNOS SOLARES DE TORRE CENTRAL:

Ventajas:

Es el sistema de calentamiento que mayor rendimiento obtiene en la conversión a energía eléctrica.

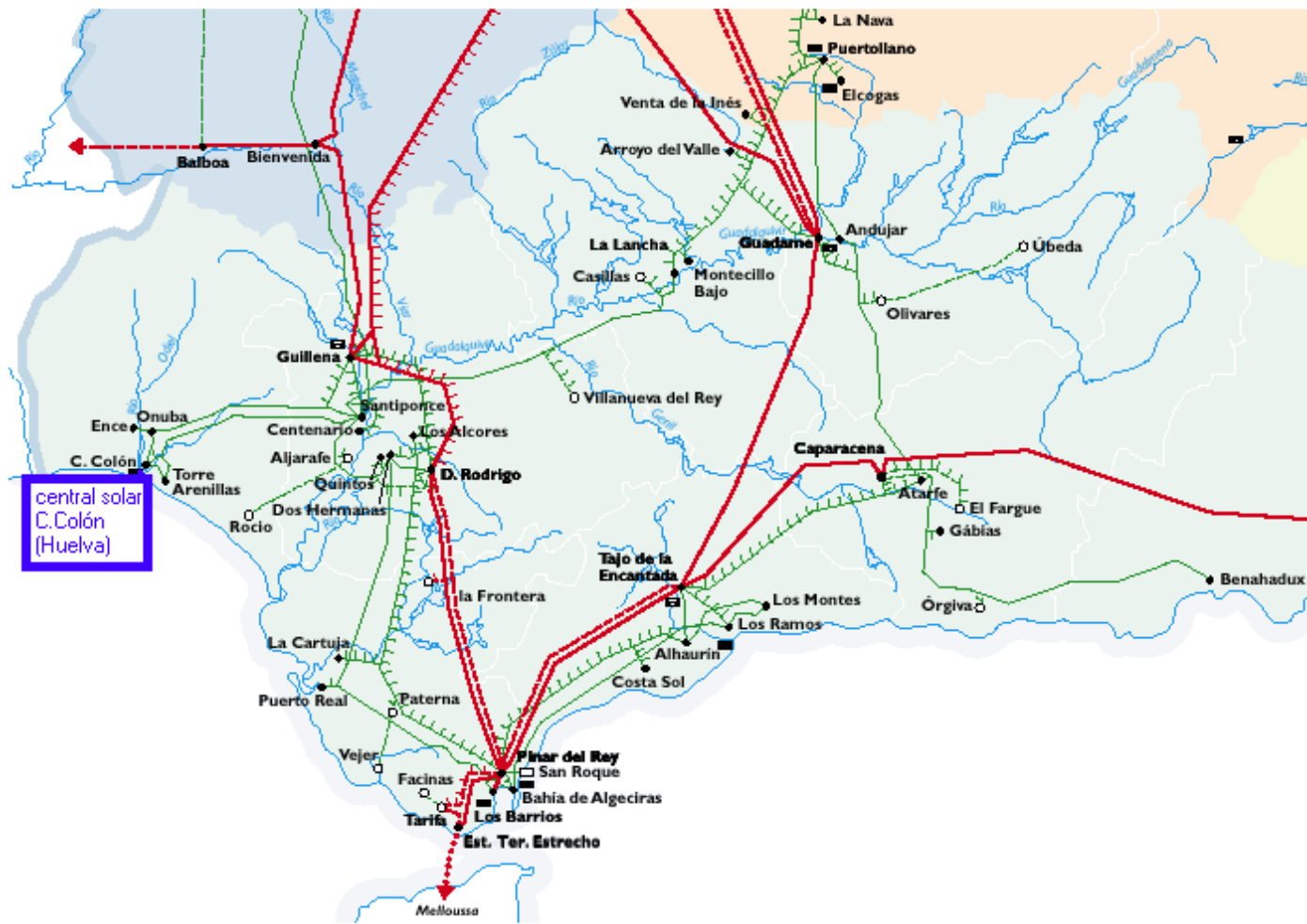
Al diseñarse a escalas grandes, el elevado coste del sistema de control se reparte entre mayor número de kilovatios obtenidos, proporcionando una mayor rentabilidad.

Inconvenientes:

Menor rendimiento que otros sistemas, por ejemplo el fotovoltaico. La precisión necesaria en la orientación de los helióstatos hace que su construcción y mantenimiento sean delicados, debido a su gran número, haciendo disminuir la fiabilidad del sistema.

6. – UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES CENTRALES;

PRODUCCIÓN ESTIMADA:



Producción estimada de cada central:

La Plataforma Solar de Tabernas (Almería) cuenta con una amplia gama de instalaciones de diferentes sistemas de concentración de energía solar y abarca una extensa cartera de proyectos en las áreas de:

- Aplicaciones de baja temperatura en la edificación.
- Producción de electricidad con tres tecnologías: torre central, colectores cilindro-parabólicos y discos parabólicos.
- Aplicaciones de Química Solar. Detoxificación.
- Tratamiento de materiales.

Localizada en el término municipal de Tabernas, a 40 Km de Almería, la Plataforma Solar está compuesta por las siguientes instalaciones:

- Una "central solar de torre" (CESA-1) con una potencia de 7 MW térmicos, un receptor de vapor a 500 °C y 100 bar que produce a través de un grupo turbo generador 1.2 MW eléctricos. Tiene también un sistema de almacenamiento térmico formado por dos tanques de sales fundidas con capacidad de 12 MWth de energía. La torre, de 80 m de altura, está dotada de un lazo de alta temperatura con un

receptor cerámico que produce aire a 1000 °C y 10 bar. Existe asimismo una plataforma situada en la torre para realizar ensayos de materiales en alta temperatura.

- Un "sistema de torre central" (CRS) con 4 MWth de capacidad con un sistema flexible de control que permite realizar ensayos con densidades de hasta 2.5 MWt/m².
- Un "sistema de colectores distribuidos" (DCS) subdividido en 2 campos de colectores cilíndro-parabólicos con seguimiento en dos ejes y un campo de colectores con seguimiento en un eje que producen vapor de proceso para producción de electricidad en otras aplicaciones industriales.



Ejemplo de un captador cilindro-parabólico.

- Un "horno solar" de muy alta concentración para trabajos metalúrgicos, químicos o de desarrollo de materiales.
- Una "planta de desalinización solar" acoplada al campo de colectores DCS.
- Tres "discos parabólicos" (DISTAL I) de membrana tensada, con seguimiento solar individual mediante montura polar.

Sin embargo, el principal uso de esta central no es la producción eléctrica para el consumo, sino la investigación de las distintas formas de obtención de energía eléctrica para el consumo. Por ello no consta dentro de las estadísticas de producción de energía eléctrica para el consumo en nuestro país.

La Central Solar Cristóbal Colón de Huelva, debe su mayor producción de energía eléctrica a la producida por energía térmica, utilizándose la energía solar térmica como complemento de la energía térmica, luego tampoco consta la producción de energía eléctrica por medio del aprovechamiento de energía solar térmica en las estadísticas generales de producción y consumo de energía eléctrica en España.

La forma de obtención de energía eléctrica a partir del Sol en Andalucía se debe principalmente a la energía solar fotovoltaica, debido a su alta rentabilidad en lugares donde es difícil el acceso mediante tendidos eléctricos, a parte del ahorro que una instalación de este tipo proporciona, debido a que una vez hecha la inversión primera, no cuesta dinero producir la electricidad.

7. -BIBLIOGRAFÍA:

- Guía escolar VOX: Nuevas Tecnologías, Informática.
- CD-ROM: Soluciones Energéticas, S.A. (SOLENER). Energías alternativas.
- Direcciones de Internet:

<http://www.psa.es>

<http://www.nodo50.org/panc/Ere.htm>

<http://www.cienat.es/infogral/psolar.htm>

<http://www.rayosol.es/ensol.htm>

<http://www.cica.es/aliens/gimadus/index.html>

<http://www.ideal.es/waste/solar.htm>

<http://www.rincondelvago.es>

http://www.members.es.tripod.de/ecoweb/alternat_indice.htm

<http://www.sinlímites.com.ar/ecomundo/es/usos.asp>

<http://www.cienciasmísticas.com.ar/tecno/solar1.htm>

<http://www.cne.es>

<http://www.sevillanaelec.es>

<http://www.min.es>

<http://www.ree.es>

<http://www.sodean.es>

<http://www.iea.junta-andalucía.es>