

AVANCES EN EL DESARROLLO DE EQUIPOS PARA LA COLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR DISTRIBUIDA.¹

S. Ponce², G. Woca³, E. Hryczyński²; W. López².

Dpto. Cs. Básicas y Aplicadas – Universidad Nacional del Chaco Austral.

Cdte. Fernández 755 – 3700 Pcia. R, Sáenz Peña, Chaco, República Argentina Tel/Fax 0364- 4420137

e-mail: silvia@uncaus.edu.ar

Recibido 09/08/16, aceptado 08/10/16

RESUMEN: En el presente trabajo se plantea las características del modelo de absorbedor patentado recientemente por la empresa que lleva adelante la construcción del prototipo de colector solar cilindro-parabólico con almacenamiento en la línea focal. El mismo, y luego de varias modificaciones, fue presentado en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y que fue aceptado a finales del año 2015. Este modelo intenta brindar un principio de solución factible al problema de la gestionabilidad de la producción de energía de origen termosolar, en función al almacenamiento. Además se indican los problemas que aún se tiene por resolver respecto de la configuración final en base a cada una de las combinaciones de fluidos térmicos y caloportadores que se podrían emplear, según el rango de temperatura que se desea alcanzar y a la finalidad del equipo.

Palabras clave: energía solar térmica, innovación, almacenamiento de energía térmica, energía solar concentrada.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de captación solar empleadas actualmente en todo el mundo para producción de energía eléctrica a partir de energía térmica, se basan en la transformación energética de la radiación solar incidente en la superficie terrestre en calor que es absorbido por un fluido caloportador. En estas grandes plantas de generación y para el mayor aprovechamiento de dicha energía térmica contenida en el fluido, es necesario el almacenamiento del calor obtenido en forma de back-up, para su empleo en horas sin sol, ya sea en la noche o días nublados. La complejidad de estas instalaciones se debe a que, además de los equipos propiamente solares se suman las tecnologías termoeléctricas convencionales basadas en la conversión mecánica del calor empleadas para apoyo, y los destinados a la posterior generación eléctrica. A esto se le debe agregar la necesidad del empleo de grandes depósitos para almacenar el fluido caliente necesario para cualquier configuración de uso (Romero Álvarez, 2004)

Si bien las centrales eléctricas termosolares (CET), son una respuesta económica y técnicamente viable para la generación de electricidad a gran escala a partir de la energía solar, la complejidad de sus instalaciones las encarece en comparación a las centrales convencionales de ciclo combinado que consumen combustibles de origen fósil, con el consiguiente precio de generación superior (Zarza Moya, 2003). Indistintamente de cual sea la tecnología de captación empleada (Colector Cilindro Parabólico o CCP, Fresnel, Torre Central o Disco Stirling), esta complejidad se hace evidente al realizar la gestión de producción de la energía eléctrica final. La gestionabilidad de las CET es clave para su integración en el sistema eléctrico, y si bien los costos de producción aún continúan por encima de los costos que se producen al emplear una planta térmica convencional, los beneficios ambientales que se logran son indiscutibles (Abad, 2015).

¹ Financiado parcialmente por FONARSEC

² UNCAUS

³ Empresa Privada TATACUÁ

En esta complejidad que ofrecen las CET, el mayor aporte lo realiza el sistema de almacenamiento. La necesidad del almacenamiento radica en que estos sistemas tienen el problema de la falta de estabilidad por: la variabilidad de la intensidad de la radiación solar durante el día, por el paso de nubes y por la ausencia de radiación solar en las noches. Ante este problema se ensayaron varios tipos de soluciones técnicas como ser el almacenamiento de energía como calor sensible en bloques de hormigón, almacenamiento como calor sensible en grandes tanques de aceite térmico y almacenamiento como calor sensible en depósitos centralizados de sales (Zarza Moya, 2003). Este último método es el más desarrollado y con aplicaciones comerciales en la actualidad.

El almacenamiento de energía térmica con sales presenta grandes ventajas respecto a otros métodos, sin embargo aún no puede superar los obstáculos que se derivan de su almacenamiento masivo y centralizado: a) congelamiento de material de almacenamiento en el rango de temperaturas de trabajo lo que dificulta su manejo siendo necesario la inversión en equipos y energía para calefaccionar conductos y recipientes con traceado eléctrico, b) problemas de bombeo derivados de las altas temperaturas utilizadas, c) altos costos en intercambiadores de calor (Romero Álvarez, 2004).

Por otro lado los actuales sistemas de colección presentan problemas derivados de la falta de inercia térmica del tubo absorbedor. El fluido térmico sufre de puntos calientes por encima de la temperatura máxima admisible generando craqueo en el aceite térmico caloportador o cavitación cuando se trata de sistemas de generación directa de vapor. Además existen problemas de fatiga de material debido a que los tubos absorbedores presentan diferencias de temperatura de más de 30°C en una misma sección en sistemas con aceite térmico como fluido caloportador y mayores a 100°C en sistemas de generación directa de vapor. (Incropera & DeWitt, 1999).

Por esta razón es que en el mundo, las continuas investigaciones están destinadas a este ítem, ya que hacen más difícil la gestión de energía solar de uso centralizado y por lo tanto el aumento en la eficiencia de estos sistemas se resume en la gestionabilidad del almacenamiento, principalmente en las grandes centrales.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.

El desarrollo de equipos para colección y almacenamiento de energía solar distribuida, como plataforma I+D+i, consiste en el desarrollo de concentradores solares, como los CCP y los de tipo Fresnel, además de su capacidad de almacenamiento y sus potenciales aplicaciones analizadas: potabilización de agua, producción de agua caliente y vapor, calefacción, refrigeración y generación de energía eléctrica, las que aprovechan como único insumo la energía térmica almacenada en los colectores. El proyecto ha sido presentado ante el Fondo Argentino Sectorial, FONARSEC, dependiente de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, y es llevado a cabo por la empresa TATACUÁ Secaderos en conjunto con el grupo de I+D+i de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS). El mismo centra su investigación en la construcción de equipos para uso residencial, comercial e industrial de baja potencia que ofrezcan almacenamiento de calor para energía distribuida y que aún hoy no existen en el mercado. El proyecto prevé la construcción de prototipos para cada destino y para su evaluación; los de tipo residencial y comercial serán instalados en un edificio-laboratorio, mientras que el prototipo industrial ya ha sido instalado en los talleres de la empresa. Cada modelo ha sido sujeto a varias reformas, por lo que se constituyen en plataformas de I+D, y en realidad tienen poco en común con los proyectados al inicio de las actividades.

Durante el avance del proyecto se ha observado que la innovación planteada podría ser un principio de solución para el desarrollo de colectores para colección, almacenamiento y gestión de energía solar de uso centralizado. De esta manera y durante el desarrollo de las primeras etapas del proyecto, surgieron los replanteos y memorias de cálculos que llevaron a la necesidad del realizar la presentación de las patentes del diseño obtenido. La utilización de esta innovación en las plantas actuales potencialmente podría permitir, por ejemplo:

- ✓ generar vapor sobrecalentado o supercrítico en forma directa;
- ✓ utilizar cualquier tipo de material con cambio de fase para el almacenamiento térmico.

- ✓ reducir los costos entre un 30% y un 40%;

Asimismo se estima que esta configuración del equipo permitirá la construcción de equipos de tipo compacto, que es la finalidad del proyecto.

PARTICULARIDADES DE LA INNOVACIÓN.

La innovación planteada en el presente proyecto fue presentada como invención para su patentamiento ante la OEPM y aceptada a finales del año 2015. El objeto de la invención es aportar un colector solar capaz de almacenar energía térmica y gestionarla o regularla en el mismo campo solar, pudiéndose montar en diversos tipos de concentradores solares. En la misma se presentó el modelo de absorbedor que se implementará en cada modelo de colector planteado, y su construcción obedecerá a los materiales disponibles en mercado y de acuerdo a los requerimientos técnicos según los fluidos colectores y caloportadores empleados.

El colector solar con almacenamiento y regulación de energía térmica se caracteriza por contar con tres tubos concéntricos según se indica en la figura 1: tubo exterior (1), tubo intermedio (2) y tubo interior (3). El tubo exterior (1) absorbe la radiación solar. En el espacio anular (A) generado por el tubo exterior (1) e intermedio (2), se aloja el material (a) que permite almacenar la energía bajo las formas de calor latente y/o sensible. En el espacio anular (B) generado por el tubo intermedio (2) e interior (3), se aloja el fluido de transferencia (b) el cual puede ser regulado en altura, permitiendo gestionar la transferencia de calor desde el material de almacenamiento (a) hacia el tubo interior (3) donde se encuentra el fluido caloportador (c).

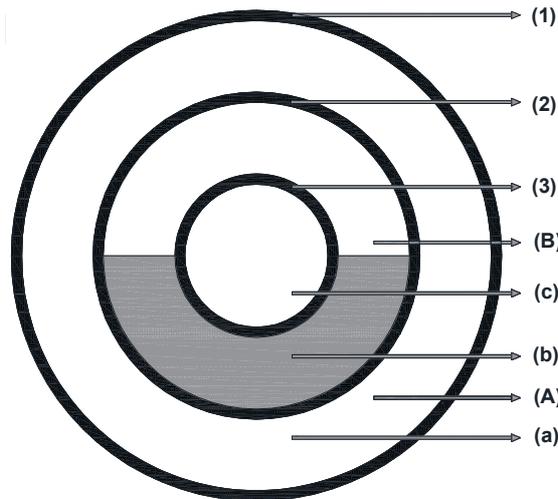


Figura 1.- Muestra un corte transversal (A-A) del dispositivo de la invención. En esta figura se aprecia el tubo exterior (1), el tubo intermedio (2) y tubo interior (3). El espacio anular (A) generado por el tubo exterior (1) e intermedio (2) donde se aloja el material (a). El espacio anular (B) generado por el tubo intermedio (2) e interior (3), que puede estar ocupado por el fluido de transferencia (b) o por aire. El tubo interior (3) donde se encuentra el fluido caloportador (c).

Realizando el almacenamiento en los mismos colectores se permite evitar los problemas de los sistemas centralizados:

- a) cambios de fases del material de almacenamiento térmico;
- b) problemas en los sistemas de bombeo y
- c) altos costos derivados de sistemas centralizados.

El almacenamiento en el mismo colector otorgaría inercia térmica para minimizar los problemas de fatiga en los materiales, evitar puntos calientes y el efecto de craqueo en aceites térmicos. Al disponer de una fuente constante de calor se posibilitaría la generación directa de vapor reduciendo los problemas de fatiga mecánica en el tubo conductor. El almacenamiento anular incorporado permitiría aprovechar el 100% de la superficie útil del tubo intermedio que transfiere la energía, permitiendo un diseño de mayor espesor sin desmedro de la conductividad. Esto posibilitaría soportar mayores presiones y, por lo tanto, mayor versatilidad de admisión de fluidos caloportadores: vapor sobrecalentado, dióxido de carbono y otros fluidos a altas presiones. También la mayor resistencia mecánica permitiría utilizar el tubo intermedio como soporte al sistema de giro de los reflectores, dejando el tubo conductor fijo, sin necesidad de acoples móviles (figura 2).

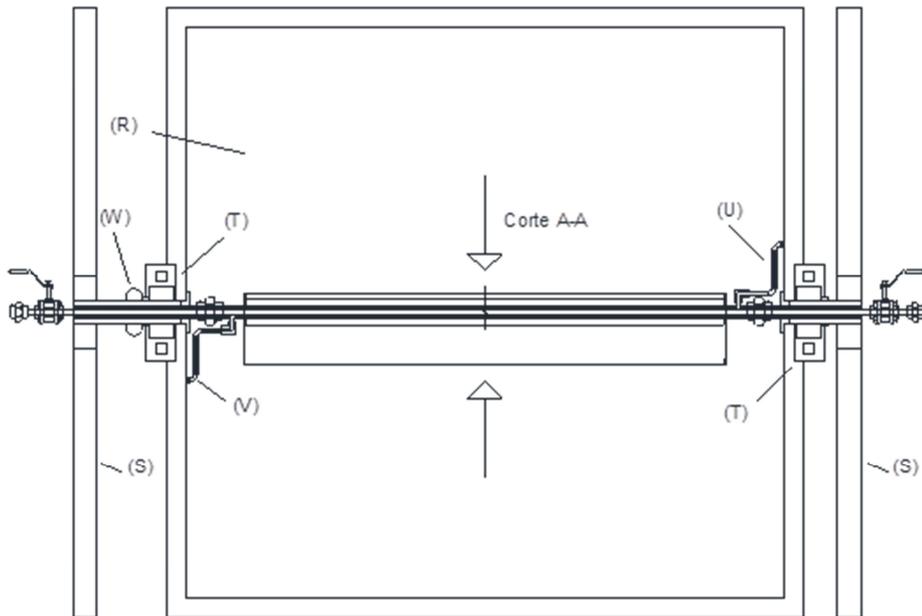


Figura 2.- Muestra una vista en planta del dispositivo de la invención. Planta del Colector Solar con almacenamiento de energía térmica montado sobre un concentrador cilindro parabólico. Reflector cilindro parabólico (R). Soporte (S) vinculado al tubo intermedio del colector. Rodamientos de giro (T). Conducto (U) de ventilación de espacio anular donde se aloja el fluido de transferencia térmica. Conducto (V) de alimentación de fluido de transferencia térmica. Sistema de transmisión de giro (W).

El sistema de regulación de transferencia térmica permitiría producir distintas calidades de fluidos caloportadores; para el caso de la producción directa de vapor, permitiría obtener vapor saturado a distintas temperaturas o sobrecalentado a distintas temperaturas y presiones modificando el nivel del fluido de transferencia térmica y el nivel de agua en el tubo interior.

Su funcionamiento obedece a las condiciones de colección conocidas: la radiación solar es dirigida hacia el foco a través de un reflector concentrador como por ejemplo del tipo cilindro parabólico. El foco coincide con el eje de los tubos concéntricos y la radiación solar es captada por el tubo absorbedor exterior (1); el calor es transmitido hacia su interior donde se aloja el material (a) que permite almacenar el calor bajo las formas de calor latente y/o sensible. El calor contenido en este material se transmite a través del tubo intermedio (2) al tubo interior (3) donde se encuentra el fluido caloportador (c). La transferencia de calor desde el tubo intermedio al tubo interior se regula modificando la altura o nivel del fluido de transferencia (b) que se encuentra en el espacio anular (B) generado por los tubos intermedio (2) e interior (3).

CONTINUIDAD DEL PROYECTO.

El siguiente paso en el proyecto será realizar las pruebas en los prototipos obtenidos para comprobar si es posible gestionar la transferencia de calor desde el material de almacenamiento (a) hacia el fluido caloportador (c) al modificar la altura o nivel del fluido de transferencia (b).

Un ejemplo de fluido de transferencia a emplear es la Glicerina, aunque pueden utilizarse otros tipos de fluidos, como estaño o cinc, para lograr temperaturas superiores a 300°C.

Se podrá comprobar además el comportamiento del sistema sin fluido de transferencia (b) en el espacio anular (B) y en el caso en que el mismo se encuentra ocupado por aire, fluido de baja conductividad térmica. También se intentará observar que ocurre a medida que se aumente la altura o nivel del fluido de transferencia (b), y si se incrementa la proporción de espacio anular (B) ocupado con fluido de alto coeficiente de transferencia térmica, generando así mayor transferencia térmica y viceversa. De este modo se podría gestionar mayor o menor transferencia de calor, logrando distintas temperaturas y presiones en el fluido caloportador (c).

Se comprobará además, si el absorbedor puede almacenar en forma de calor la energía solar proveniente del tubo exterior (1) y puede almacenar también la energía proveniente del fluido caloportador, es decir, si la transferencia de calor se puede hacer desde el material de almacenamiento hacia el fluido caloportador o viceversa, logrando mayor versatilidad en la gestión de la energía.

RESULTADOS ESPERADOS

El siguiente paso en el proyecto será realizar las pruebas en los prototipos obtenidos para comprobar cuál será el comportamiento del sistema:

- Al gestionar la transferencia de calor desde el material de almacenamiento (a) hacia el fluido caloportador (c) y al modificar la altura o nivel del fluido de transferencia (b). Un ejemplo de fluido de transferencia a emplear es la Glicerina, aunque pueden utilizarse otros tipos de fluidos.
- Al probarlo sin fluido de transferencia (b) en el espacio anular (B) y si el mismo se encuentra ocupado por aire, fluido de baja conductividad térmica.
- Al aumentar la altura o nivel del fluido de transferencia (b), e incrementar la proporción de espacio anular (B) ocupado con fluido de alto coeficiente de transferencia térmica, para observar si se logra mayor o menor transferencia de calor, logrando distintas temperaturas y presiones en el fluido caloportador (c).

Además se espera poder comprobar si:

- Para la generación directa de vapor se pueden obtener distintas calidades de vapor (distintas temperaturas y presiones) modificando el nivel de agua dentro del tubo interior (3).
- Al utilizar el espacio anular “B” totalmente ocupado con fluido de transferencia “b” y máximo nivel de agua en el tubo interior (3), actuando toda la longitud del tubo como evaporador se podrá obtener vapor saturado.
- Al utilizar el espacio anular “B” totalmente ocupado con fluido de transferencia “b” y mínimo nivel de agua en el tubo interior (3), actuando la parte inferior del tubo como evaporador y la parte superior como sobre calentador, se podrá obtener vapor sobrecalentado.

REFERENCIAS

Abad, G. M. (2015). *Estudio de gestionabilidad de centrales termosolares*. Madrid, España.: Universidad Carlos III.

DRI, F., A., B., & M., G. (2009). *Ensayos de un concentrador solar cilíndrico parabólico con fluido caloportador*.

Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor. 4ta Edición*. . Indianápolis, Indiana. EEUU.: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Romero Álvarez, M. (2004). *Energía Solar Termoeléctrica*. Almería, España.: CIEMAT.

Zarza Moya, E. (2003). *Generación directa de vapor con colectores solares cilindro-parabólicos*, (TD). Almería- España: -.

Abstract: In the present work is raises them features of the model of absorber patented recently by the company that carries forward the construction of the prototype of collector solar cylinder-parabolic with storage in the line focal. The same, and after several modifications, was presented in the Office Spanish of Patents and Marks (OEPM) and it was accepted at the end of the year 2015. This model attempts to provide a principle of feasible solution to the problem of the manageability of the production of energy solar thermal, depending on the storage. Also is indicated the problems yet to be resolved with respect to the final configuration based on each of the combinations of thermal fluids and heat carrier fluid which could be used, depending on the temperature range that you want to achieve and the purpose of the equipment.

Key Words: solar thermal energy, innovation, thermal energy storage, concentrated solar energy.