**D E S C R I P C I Ó N**

**SUMINISTRO DE CALOR RENOVABLE Y ESTABLE CON HIBRIDACIÓN DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO CON DIFERENTES INERCIAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES DE ALTA TEMPERATURA**

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención pertenece al campo sector industrial, y más concretamente a los sectores que requieren suministro de calor a altas temperaturas (400ºC a 1000 ºC) para llevar a cabo sus procesos productivos a partir de energía térmica; en industrias tales como la minería, la acería, la cerámica o la química, que cuentan con uno de los mayores consumos energéticos de las industrias de España.

El objeto de la presente invención es un nuevo sistema que se alimenta de una hibridación de energía renovable térmica de temperatura media (100ºC a 400ºC) y renovable eléctrica que a su vez integra un almacenamiento térmico dotado de dos sistemas de almacenamiento, uno en fase sólida y otro que cambia de fase (líquida – gaseosa), con diferentes capacidades de almacenar y distribuir energía térmica, especialmente diseñado para cumplir las exigencias de demanda térmica de las industrias a las que se enfoca, suministrando un calor estable en un rango de temperaturas de 400ºC a 1000ºC.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

La industria térmica tiene un gran consumo energético además de la producción de altas emisiones siendo un desafío su autonomía energética sostenible.

Las fuentes principales tradicionales de recursos para cubrir las necesidades de altas temperaturas de la industria son naturales no renovables, procedentes en su mayoría de combustibles fósiles, (el petróleo, el gas natural o el carbón). Cuando los combustibles fósiles se queman, emiten **dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero** que, a su vez, en suficientes cantidades, forman capas que retienen el calor en nuestra atmósfera, lo que los convierte en los principales responsables del calentamiento global y del cambio climático. Por tanto, desde un tiempo hasta ahora se están desarrollando invenciones en la línea de combatir dichos efectos nocivos para el medioambiente.

La desventaja principal de la energía renovable frente a la basada en combustibles fósiles es su no gestionabilidad, al depender de una fuente intermitente como el sol o el viento. Para lograr una mayor penetración de las energías renovables, son claves los sistemas de almacenamiento que ayuden a dotar al sistema de gestionabilidad cuando la fuente renovable no se encuentre totalmente disponible. Éstos deben almacenar la energía aprovechando los excedentes de energía limpia cuando se dé este hecho, para devolverlo al sistema demandante cuando haya defecto de dicha energía renovable en el mismo.

En referencia al almacenamiento, se conocen una gran diversidad de tecnologías. Sin embargo, las mismas presentan desventajas considerables para el objetivo de suministrar calor estable a alta temperatura de origen renovable.

Una de estas tecnologías son las baterías térmicas o de flujo, que tienen una baja eficiencia y altos costes de inversión, mantenimiento y operación.

Los sistemas de almacenamiento de energía térmica convencional renovable utilizan como fluido caloportador sales fundidas, que tiene dificultades para incrementar la temperatura de trabajo por encima de 560ºC y requiere de costosos sistemas con aislamiento y electrificación para evitar la congelación de las sales. Además, estos sistemas existentes de almacenamiento térmico convencional requieren de al menos 10 minutos para dar suministro, y no disponen de recursos con mayor inercia para ofrecer suministro estable ante perturbaciones del foco caliente principal.

El almacenamiento térmico basado en el calor latente se ha desarrollado a partir de materiales donde el cambio de fase es la clave para almacenar y liberar el calor, presentando como inconveniente su capacidad reducida, no pudiendo albergar toda la energía térmica que se demanda y atendiendo únicamente a picos transitorios.

Actualmente no existe ningún sistema capaz de generar altas temperaturas y almacenar energía, pero todas ellas presentan inconvenientes por su forma de alcanzar y cumplir las exigencias o por su utilización de manera individualizada, no habiéndose encontrado ninguna fuente renovable que añadida a la hibridación de sistemas de almacenamiento energético sumen bondades y se unifiquen en un modelo de utilidad como el que se presenta en esta memoria, obteniendo un suministro estable y renovable en este sector que no se había alcanzado antes.

**EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN**

Los inventores de la presente solicitud han desarrollado un nuevo sistema de almacenamiento energético térmico que resuelve los problemas citados con anterioridad gracias a la hibridación de fuentes de generación de energía renovable térmica y eléctrica con dos sistemas de almacenamiento con distintos materiales de diferentes capacidades de almacenamiento de energía; siendo compatibles entre ellos, y sumando sus bondades.

El sistema expuesto suministra calor estable y renovable para procesos industriales a altas temperaturas. El sistema comprende fundamentalmente un colector solar anexo a un almacenamiento híbrido con una alimentación térmica inyectada en ambos almacenamientos basada en calor residual térmico.

Los inventores de la presente solicitud han diseñado un nuevo sistema dotado de circularidad. Tanto la entrada del campo solar, como a la entrada de ambos almacenamientos térmicos se añade, además de la energía térmica procedente del colector solar, alimentación térmica con calor residual industrial, que se utiliza para aportar al fluido una fuente adicional de calor. Esto hace que se favorezca de reutilización de calor industrial para el proceso, mejorando la eficiencia.

Fundamentalmente, la flexibilidad del sistema permite independizar y prescindir, dependiendo de las especificaciones térmicas demandadas, de uno o ambos almacenamientos térmicos, de manera que si se alcanza la temperatura adecuada en cualquiera de los elementos del sistema no será precisa la intervención del resto. Las diferentes combinaciones permiten adaptar a conveniencia las sinergias y cubrir un mayor sector térmico industrial, a diferencia de los sistemas térmicos actuales, repletos de limitaciones en su alcance.

Además, el presente documento describe una mejora opcional adicional que consiste en que en el caso de que la temperatura fuera superior a la demandada, el proceso incluye un sistema de refrigeración que aportará fluido refrigerante para acondicionar la temperatura hasta los valores especificados.

De acuerdo con todo lo anterior, la presente invención está dirigida a un suministro de calor renovable para proporcionar altas temperaturas estables comprendido por fuentes de energía; solar y residual industrial, y la hibridación de sistemas de almacenamiento. A continuación, se definen con mayor detalle cada una de estas partes:

1. Inicialmente, se hace pasar el fluido caloportador por un colector solar, que puede elevar hasta 400ºC la temperatura de este. El fluido de entrada es aire de la atmósfera. Dicho colector solar, tiene acoplado a su entrada y salida un turbocompresor con alimentación eléctrica renovable, que comprime el aire de atmósfera de entrada y mejora las condiciones de operación del fluido y eficiencia en las operaciones con el mismo.
2. Posteriormente, la energía térmica renovable generada, se suministra al sistema híbrido de almacenamiento, térmico el cual se compone de dos elementos, el primero de ellos es un almacenamiento térmico sólido sustentado por una fuente renovable y el segundo un almacenamiento térmico en material de cambio de fase líquido/sólido basado en el intercambio de calor latente como almacén de energía térmica que complementará al primero aportando la estabilidad térmica del sistema.
3. Todo lo anteriormente descrito, está gobernado por un sistema que sigue una lógica de control predefinida que hará uso de la información proporcionada por las sondas incluidas en el proceso para que el juego de válvulas actúe en consecuencia, de manera que se consiga un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema, garantizando de esta forma el cumplimiento de los requisitos de diseño de la industria a la que se destina.

Esto quedará más claro a partir de la figura que se adjunta al presente documento.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 muestra el sistema térmico de la presente invención desarrollada en un diagrama mecánico para que se aprecie con mayor claridad con todos los elementos básicos que lo componen de acuerdo con las características innovadoras.

**REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN**

A continuación, se describe un ejemplo particular del sistema de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a la figura adjunta.

1. **Línea directa de suministro de calor estable a altas temperaturas:** es el principal modo de realización del sistema. La energía renovable (1) se suministra al sistema a través de un colector (2) que, acoplado a un turbocompresor (26), proporciona fluido caloportador caliente en los tubos del receptor tubular (2), lo cual hace que el fluido experimente un primer incremento de temperatura intermedio que facilita el alcance del requerimiento de temperatura final demandada por el cliente. En este punto, el fluido caloportador se deposita en el almacenamiento térmico sólido TSS (7) del sistema, donde, gracias a un sistema integrado de resistencias eléctricas, aumentará su temperatura hasta la especificada según aplicación. Por tanto, con este segundo incremento de temperatura se asegura el alcance térmico del sistema, pero no su estabilidad, para lograr un sistema estable el fluido caloportador es suministrado al almacenamiento térmico en material de cambio de fase líquido/sólido PCM (13) que será el encargado de resolver los estados transitorios térmicos que tenga el fluido, al aportar este segundo almacenamiento mayor rango de temperaturas, proporcionando de esta manera la temperatura demandada. En el caso de que la temperatura generada por el sistema sobrepase a la requerida por la aplicación, el atemperador (15) actuará de regulador para asegurar el suministro de calor estable.
2. **Líneas alternativas de suministro de calor estable a altas temperaturas:** Según aplicación, se contemplan distintas alternativas para cumplir las especificaciones requeridas, es por ello que se contemplan diferentes vías de suministro:
   1. En caso de que la aplicación requiera altas temperaturas no alcanzables con los colectores solares, el almacenamiento sólido con resistencias eléctricas, mediante energía eléctrica renovable, incrementa la temperatura del fluido hasta alcanzar los altos rangos (800-1000ºC).
   2. En el caso de que en la aplicación final se requiera una temperatura intermedia, ésta será proporcionada directamente por el fluido caloportador procedente del receptor tubular (2), sin hacer uso de los almacenamientos térmicos (7,13) del sistema, o haciendo uso exclusivamente del almacenamiento térmico en material de cambio de fase líquido/sólido PCM (13) para aportar la estabilidad térmica al sistema.
   3. Durante los períodos en los cuales la energía renovable (1) no es suficiente para abastecer los requerimientos térmicos, se emplea el calor residual (27) procedente de la industria para cargar los sistemas de almacenamiento. En concreto, esta vía contempla dos posibles puntos de suministro de calor al sistema; el primer punto (8) se utilizará en caso de que se requiera la acción de ambos almacenamientos térmicos (7,13) mientras que el segundo punto (12) se empleará en caso de que únicamente sea necesario el almacenamiento térmico en material de cambio de fase líquido/sólido PCM (13) debido a que este calor residual ya sea suficientemente elevado.

**Indicación de la manera en que la invención es susceptible de aplicación industrial**

La invención del sistema se puede aplicar a escala industrial con el adecuado dimensionamiento, debido a su escalabilidad y replicabilidad, así como a los elementos industrialmente conocidos que lo componen. Haciendo alusión a la figura 1, según el suministro de calor que se requiera, se utilizará uno de los almacenamientos térmicos que componen el sistema o la hibridación de ellos para estabilizar y aumentar la temperatura del fluido refrigerante al valor precisado.

El modelo de utilidad que se propone está alineado con la “Estrategia de Almacenamiento Energético” aprobada por el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) el 9 de febrero de 2021.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema térmico para suministrar calor renovable y estable con hibridación de almacenamiento térmico con diferentes inercias para procesos industriales de alta temperatura que comprende; energía solar (1) para la generación de la energía eléctrica de la que se sustenta el sistema, un compresor (3) para aumentar la presión del fluido refrigerante a la entrada del turbocompresor (26) el cual se encargará de proporcionar fluido caloportador comprimido a la entrada de los tubos del Concentrador Solar (2), aportando un incremento de temperatura, , un almacenamiento térmico sólido TSS con resistencias eléctricas (7) para almacenar el fluido caloportador e incrementar a altas temperaturas que no pueden alcanzarse con el Colector Solar, situado a la salida de la bomba (4) y a la entrada del almacenamiento térmico en material de cambio de fase líquido/sólido PCM (13) para la hibridación de los almacenamientos, pudiendo aportar mayor flexibilidad según los requerimientos de suministro que lo precisen, un atemperador/bomba/compresor/ventilador (4) para regulación de temperatura de suministro requerida del lado de la demanda de la industria cuando se exceda el límite térmico requerido, válvulas (5,6,8,9,11,12,14,16,17) para realizar las maniobras de trasiego del fluido refrigerante, sondas de temperatura (19,21,22,24) para extraer las condiciones térmicas en las diferentes entradas y salidas de los elementos que componen el sistema, así como una sonda de presión (20) encargada de proporcionar dicha variable a la salida del atemperador/bomba/compresor/ventilador (4) y sondas de caudal (23, 25) para controlar el flujo de refrigerante que se requiere entregar, enviando dicha información al PLC (13) para que actúe en consecuencia a través de las válvulas (5,6,8,9,11,12,14,16,17) al tratarse de un sistema que sigue una lógica de control, tuberías () para que fluya el fluido refrigerante en un sentido o en otro y calor residual procedente de la industria para incrementar la eficiencia y la circularidad de la solución.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde se prescinde de atemperador/bomba/compresor/ventilador (4)

2. Dispositivo (1) según reivindicación 1 ….

3. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 …

4. …

**[D I B U J O S]**

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente**FIGURA 1.**