

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 439**

21 Número de solicitud: 201930418

51 Int. Cl.:

F24H 7/02	(2006.01)
F28D 20/00	(2006.01)
F28F 21/04	(2006.01)
C09K 5/14	(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

13.05.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.10.2019

71 Solicitantes:

**JULIO MARTINEZ NAYA, S.A. (100.0%)
C/ Islas Baleares, 46-A Polígono industrial
Fuente del Jarro
46988 PATERNA (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

MARTÍNEZ GIMÉNEZ, Julio

74 Agente/Representante:

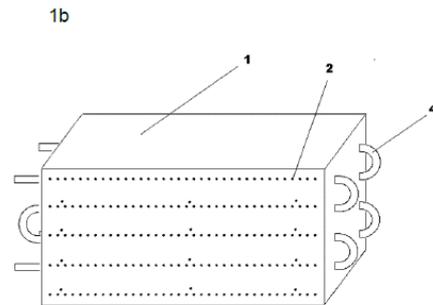
CHANZA PATENTES Y MARCAS, SLP

54 Título: **EQUIPO DE ACUMULACIÓN E INTERCAMBIO DE CALOR POR RESISTENCIAS ELÉCTRICAS EN TRIANGULACIÓN PARA CALENTAR UN FLUIDO**

57 Resumen:

Equipo de acumulación e intercambio de calor por resistencias eléctricas en triangulación para calentar un fluido.

Equipo de intercambio y acumulación de calor (TSU) por resistencias eléctricas para calentamiento por radiación y conducción simultáneas por efecto de triangulación a partir de encofrados adaptado para operar a una temperatura en el intervalo de -70 a + 1.425°C en un bloque de hormigón (1) que presenta canales cilíndricos (2) en su interior dispuestos de manera alineada paralelamente en modo horizontal, unas resistencias eléctricas (3) de hilo resistivo en espiral en forma de horquilla que se incorporan dentro de los canales cilíndricos y los dos bornes de conexión de cada una de las horquillas en un mismo lado del bloque, y un serpentín (4) atravesado para la circulación de fluidos en estado líquido o gaseoso.



DESCRIPCION

**EQUIPO DE ACUMULACION E INTERCAMBIO DE CALOR POR
5 RESISTENCIAS ELECTRICAS EN TRIANGULACION PARA CALENTAR UN
FLUIDO**

SECTOR DE LA TÉCNICA

10 La invención que se protege en esta Patente, consiste en un equipo
fácilmente escalable de acumulación de calor y su intercambio mediante el
empleo de resistencias eléctricas alineadas y dispuestas en triangulación que
calientan por contacto directo un cuerpo de hormigón refractario para
15 responder a consumos de energía o utilizarlo en plantas con mecanismos de
producción de energía mecánica.

Se trata, por tanto, de un equipo o unidad de acumulación térmica -
conocidas con las siglas en inglés TSU o Thermal Storage Unit - que
proporcionan almacenamiento y suministro de energía térmica aumentando su
20 eficiencia y reduciendo los costos en comparación con las TSU conocidas.

Es particularmente digno de destacar que este acumulador no solo
acumula calor, sino que también lo intercambia, por lo que se trata de un
acumulador-intercambiador.

25

Por ello, se produce conjuntamente el almacenamiento y su intercambio
de calor para procesos de calentamiento de fluidos con alcance de temperatura
de 1.425° C en dicho acumulador-intercambiador mediante la disposición
estructural de un gran número de resistencias de hilo resistivo con su conexión
30 a una fuente de la red eléctrica general o autónoma o energía que provenga de
energías renovables. Y en particular, para su uso eficiente mediante energía
solar fotovoltaica de autoconsumo.

Estos fluidos pueden ser materia en estado líquido o gaseoso, materia en transición entre estado líquido y gas, o una combinación de ambos.

5 Esta unidad de acumulador térmico utiliza conductos o serpentines en contacto con la masa térmica y obliga al fluido a circular varias veces a través de la unidad de acumulación térmica. Los conductos tienen que ser de una longitud y diámetro determinado para generar una gran área de superficie y poder extraer el calor del sólido circundante.

10

Las resistencias eléctricas son el medio para la entrada de energía (carga) y el fluido caloportador que circula a través de los conductos o serpentines es el medio para la salida de energía acumulada (descarga). La masa de acumulación térmica actúa como intercambiador entre el medio de
15 entrada y el medio de salida de energía. Este fluido puede trabajar con presión ya que el conducto puede contener la presión de un fluido que fluye a través del mismo.

La presente invención consigue una carga y descarga eficaz de energía
20 y un diseño sencillo, versátil, fácilmente realizable a distintas dimensiones según las necesidades.

Los cálculos revelarán las cantidades apropiadas de los fluidos de transferencia de calor, la potencia de las resistencias, las dimensiones de los
25 conductos de transferencia de calor y la masa del acumulador y su dimensión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

30 Actualmente los acumuladores intercambiadores están limitados por la temperatura máxima que puede soportar el fluido caloportador que circula a través del conducto o serpentín interior.

Existen acumuladores intercambiadores de agua, vapor, agua supercrítica (vapor a más de 300 °C), aceite térmico, sales u otro fluido apropiado.

5

Con las sales se ha logrado trabajar a la más alta temperatura ya que pueden soportar hasta 600°C, pero las investigaciones y desarrollo de nuevos productos están orientadas a lograr fluidos caloportadores que puedan soportar más temperatura.

10

A diferencia del uso para el calentamiento de líquidos, en cuanto a su uso para el calentamiento de aire, siendo otro proceso distinto al calentamiento de un líquido, son también ya conocidas las TSU que se utilizan en sistemas de almacenamiento de aire comprimido (CAES por sus siglas en inglés, Compressed Air Energy Storage) (CAS por sus siglas en inglés Compressed Air Storage), y sistemas de almacenamiento de aire comprimido y térmico (TACAS por sus siglas en inglés Thermal and Compressed Air Storage). Tales sistemas, que a menudo se usan para proporcionar energía eléctrica, emplean aire comprimido para impulsar una turbina que alimenta un generador eléctrico.

20

En estos sistemas denominados, es preciso calentar el aire comprimido antes de suministrarlo a la turbina ya que el aire caliente, a diferencia del aire ambiente o frío, permite que la turbina funcione de manera mucho más eficiente. Por lo tanto, se necesita un mecanismo o sistema para calentar el aire antes de suministrarlo a la turbina. Esta acción se podría realizar también, utilizando un sistema de calentamiento por combustión de combustible o por calentamiento por resistencias eléctricas calefactoras. Pero lo cierto es que, en ambos casos necesitamos un aporte de energía y concretamente los sistemas de calentamiento de combustión están asociados a emisiones de gases contaminantes.

30

En el caso de un sistema por calentamiento por resistencias, la energía instantánea en función del periodo horario de conexión a una red eléctrica pública, puede suponer un coste muy alto dependiendo del precio de la energía en ese instante.

5

Ahora bien, esta energía necesaria para el proceso de calentamiento de aire podemos almacenarla en un periodo horario concreto del día en un equipo acumulador o TSU con resistencias eléctricas, cuando la energía sea más económica, o incluso esa energía puede provenir de una fuente fotovoltaica o eólica cuya captación es gratuita.

10

Hoy en día existe expectación ante una cuota creciente de suministro de energía procedente de fuentes renovables y el almacenamiento de energía será una tecnología clave en el sector.

15

Para algunos tipos de producción de energía renovable es absolutamente necesario poder almacenarla.

Hace tiempo que se conocen diversos acumuladores de calor en estado sólido que utilizan hormigón o roca natural como medio de acumulación. Sin embargo, los medios ineficientes o pocos prácticos para la carga y descarga rápida del calor constituyen el tradicional problema de los acumuladores térmicos de estado sólido.

20

Algunos de ellos, son los TSU de placas paralelas, TSU de cavidades alargadas creadas en un medio sólido, TSU de bloque que envuelven totalmente con masa térmica un serpentín tubular, TSU de bloque que envuelven totalmente con masa térmica varios colectores tubulares soldados entre sí, etc...

25

30

Las dos primeras TSU citadas anteriormente, de placas paralelas y de cavidades alargadas, no incluyen alojamientos para poder calentar los bloques mediante resistencias.

Las dos últimas TSU citadas incluyen alojamientos para introducir resistencias tipo cartucho que limitan su temperatura de utilización a 700°C y provocan frecuentes paradas técnicas por fallas frecuentes en este tipo de resistencias.

Todas ellas, requieren el mecanizado o el montaje de varias piezas para proporcionar conductos de conducción de fluidos. Son poco eficaces para conseguir una homogeneidad de calor en todo el bloque y no son duraderos ya que no se evita la fatiga mecánica de los conductos interiores del bloque.

Así pues, los equipos acumuladores o TSU ofrecen determinadas ventajas frente a otros sistemas de almacenamiento de energía, si bien es cierto que presentan ciertas limitaciones o condicionantes, entre los cuales destacan: 1. La dimensión física de la TSU, 2. la capacidad de la TSU para calentar el fluido a una temperatura predeterminada, 3. la capacidad de almacenamiento de energía térmica de la TSU a altas temperaturas, 4. el caudal másico de fluido que fluye a través del conducto de la TSU, 5. la capacidad de minimizar la caída de presión del fluido a medida que fluye a través del conducto de la TSU, 6. la capacidad de calentar el fluido mediante calentamiento por convección forzada, 7. proporcionar un funcionamiento seguro en aplicaciones de alta presión, y, 8. bajos costos de fabricación. 9 La vida útil de las resistencias 10 La integración de las resistencias en la TSU

Las TSU existentes, pueden no ser capaces de cumplir muchos o todos los criterios anteriores

Todas ellas como anterioridades a la invención que se presenta, que conllevan limitaciones funcionales y operativas. El objeto de esta invención es proporcionar una TSU duradera y de bajo coste que proporcione

almacenamiento de calor eficiente a una temperatura superior a 1000°C, suministro de calor, y contención de presión.

Además, también es una finalidad de la invención que se presenta, el
5 proporcionar una flexibilidad de disposición de medios técnicos mejorada para cumplir mejor con los criterios de diseño predeterminados al prescindir de los costosos y difíciles procesos de fundición y poder trabajar con materiales en frío con técnicas de moldeo y encofrado que en 24 horas nos pueda proporcionar una TSU con conductos embebidos y con un gran número de
10 alojamientos para resistencias y termopares en una sola operación.

Podemos destacar como ventajas técnicas, operativas y funcionales de la invención que se presenta, que las curvas o enlaces de los conductos continuos quedarán fuera del bloque para evitar tensiones internas como consecuencia de la restricción impuesta a la libre dilatación o contracción de
15 los tramos de los tubos o serpentines que forman un circuito con distintas direcciones dentro de un material de diferente coeficiente de dilatación como es el hormigón. Una acumulación de ciclos térmicos altamente estresados fatigan el material de los tubos o serpentines en esos puntos críticos que conducen a la fisura.

20 Al tratarse de conductos continuos, no existen soldaduras dentro del bloque que puedan sufrir también los efectos no deseados citados anteriormente.

Los alojamientos en la TSU para la utilización de resistencias eléctricas se realizarán de un modo estudiado para que todos los tramos de los
25 conductos continuos se encuentren alrededor de una masa con una temperatura homogénea.

Cada tramo de conducto se encontrará bajo la influencia de resistencias calefactoras repartidas de una forma homogénea en una configuración triangular que nos asegurará una distribución de calor lineal y que cuando el

fluido circula a través de la TSU el flujo de calor sea igual en toda la longitud del conducto. A continuación lo mostramos con flechas:

Después de un período de tiempo predeterminado, la mayoría del calor de la parte más próxima a la masa se eliminará, pero podemos recuperarla rápidamente ya que las resistencias se diseñan con una potencia suficiente para contrarrestar la pérdida de calor cuando el fluido comienza a circular a través del conducto y este absorbe la energía de la masa que está en contacto con el conducto.

Por eso es tan importante el poder utilizar resistencias eléctricas de hilo resistivo ya que pueden trabajar a una alta carga sin deteriorarse como ocurre en otros modelos de resistencias. La carga es una medida de la resistencia calefactora relacionada con la potencia y se mide en vatios por centímetro cuadrado de superficie de resistencia (W/cm²).

Un objeto adicional de la presente invención es eliminar al máximo las fallas en las resistencias y no tener que proporcionar métodos y sistemas para reemplazar y reparar el sistema de calefacción de un conjunto TSU con personal adicional y / o herramientas especiales como en técnicas anteriores

Nuestra TSU ofrece un gran número de alojamientos para insertar resistencias ya que para trabajar con energías variables como la fotovoltaica y la eólica (porque el sol y el viento son variables) es necesario establecer conexiones y desconexiones serie-paralelo entre las resistencias para variar la carga óhmica.

Dependiendo de la tensión generada por este tipo de energías en cada instante, la carga óhmica tiene que variar para poder generar una potencia máxima según la ley de ohm $P=V^2/R$. En donde, Potencia es igual a la tensión elevada al cuadrado dividida por la resistencia.

Actualmente hay muchos trabajos de investigación para desarrollar sales que superen los 700°C y en breve tendremos disponibles nuevos productos en

el mercado. Por lo que nuestra TSU de 1425°C se anticipa a la espera de que surjan estos nuevos productos.

5 Ningún acumulador de calor comparable anteriormente conocido, por lo que sabemos, opera en unos intervalos de temperatura tan amplios sin agrietamientos, fugas u otros problemas operativos indebidos.

10 La invención provee también un procedimiento de construcción de un acumulador intercambiador de energía térmica de acuerdo con la invención, disponiendo conductos de transferencia de calor con tramos horizontalmente orientados y barras que posteriormente al fraguado del hormigón generarán alojamientos cilíndricos para las resistencias y termopares también horizontalmente orientados. Vertiendo el enlechado y hormigón en el volumen dentro del encofrado dejara fuera las conexiones de los conductos.

15 Esto proporciona una enorme ventaja respecto de los acumuladores térmicos de la técnica anterior.

Nuestras TSUs se fabricarán con un tamaño y un peso apropiados para su transporte y manejo mediante una grúa a pie de obra

20 Nuestro sistema puede eliminar los grandes problemas que genera la sal fundida en instalaciones de energía solar concentrada.

Sustituyendo los espejos reflectores por paneles fotovoltaicos, con nuestra TSU podríamos transformar la energía solar en calor a través de resistencias eléctricas calefactoras con temperaturas de hasta 1425°C y almacenarla en hormigón en vez de en tanques de sal.

25 Con TSU de hormigón podríamos almacenar el calor y posteriormente generar vapor haciendo recircular el fluido a través de los conductos y llevarlo a una turbina de generación de energía eléctrica.

De esta forma eliminamos el uso de fluidos de almacenamiento muy costosos como la sal fundida, eliminamos los múltiples intercambiadores de

calor de sal/aceite, y no necesitamos tanques grandes de almacenamiento de sal fundida, ni tampoco bombas de sal fundida y las correspondientes bombas para mover la sal fundida a través de conductos corriendo el riesgo de que la sal se solidifique en tuberías u otras estructuras.

5 También podríamos utilizar nuestra TSU para generar electricidad. El aire caliente que sale de nuestra TSU puede fluir contra un rotor de una turbina. Puede ser cualquier sistema de turbina (por ejemplo, una turbina de flujo radial). La turbina impulsará el generador eléctrico, que produce energía eléctrica.

10 Generar electricidad inyectando aire precalentado procedente de una TSU en una turbina es un sistema ventajoso porque utiliza aire caliente para mover el rotor sin necesidad de calentarlo mediante cámara de combustión.

El sistema, a diferencia de los sistemas convencionales que utilizan sistemas de combustión para proporcionar aire caliente a la turbina, no requiere un suministro de combustible para calentar el aire que se suministra a la turbina.

15 La TSU que estamos describiendo calienta el aire comprimido que circula a través de su conducto antes de que se suministre a la turbina, sin producir las emisiones dañinas asociadas con los sistemas de combustión.

20 Es más, dicha TSU puede calentarse con energía eléctrica procedente de una fuente renovable, lo que lo convierte en un sistema muy atractivo por la gratuidad de la energía con cero emisiones de CO₂

Finalmente, esta TSU preferiblemente tienen una forma paralelepípeda, incluyendo los conductos, la masa de hormigón y los alojamientos para las resistencias y termopares y tener un eje longitudinal. En su fabricación, el bloque se puede proyectar con una forma rectangular que se pueda fabricar y embalar fácilmente. La forma rectangular puede ser un modelo ideal para una

estructura de conductos con tramos paralelos al eje A como se muestra en la figura anterior.

5

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El principal objetivo de la invención que se presenta es el acumular energía térmica a altas temperaturas mediante resistencias eléctricas cuya fuente de alimentación sea la electricidad generada por una red eléctrica o generada por módulos fotovoltaicos o energía eólica o cualquier otra fuente de energía renovable.

El acumulador contendrá uno o varios conductos capaces de extraer el calor para el aprovechamiento de la energía en sistemas industriales, domésticos o plantas de generación de energía

Para ello se desarrolla un equipo de TSU mediante un proceso de moldeado que contiene un conjunto de alojamientos para resistencias eléctricas y uno o varios conductos que están embebidos dentro de un bloque acumulador de energía térmica, construido a partir de hormigón refractario que es un producto accesible y económico, que es capaz de almacenar grandes cantidades de energía térmica. Dicho sistema es modular, con la consiguiente ventaja de ser fácilmente escalable en función de las necesidades de almacenamiento energético de una instalación.

25

Así, se incluye una resistencia bobinada de hilo resistivo de ida y vuelta en cada dos alojamientos. Es decir, cada dos alojamientos contienen una resistencia eléctrica. De esta forma se localizan múltiples resistencias eléctricas todas ellas extraíbles en un único bloque en donde se hallan alineadas en un plano paralelo con respecto a los tramos de los conductos pero desalineadas en el plano vertical para facilitar el intercambio térmico, optimizando así el tamaño del sistema y sus necesidades de transmisión de calor, conectado a un módulo electrónico capaz de realizar entre las resistencias múltiples

30

desconexiones y conexiones en paralelo o en serie para poder variar la carga óhmica y poder funcionar a diferentes tensiones y de esta forma conseguir que la potencia de las resistencias que se encuentren trabajando en cada momento sea máxima, dependiendo del voltaje suministrado por fuentes renovables que no es constante y varía.

Su principal ventaja reside en su funcionalidad puesto que su estructura de uno o varios serpentines embebidos en un bloque de hormigón con la disposición alineada en configuración triangular de diversas resistencias que calientan la masa que está por encima y por debajo de los conductos que componen el serpentín, facilitan el intercambio de calor directo tanto con la relación a su eficiencia energética como a su rapidez junto con termopares como sensores de temperatura. Cuando se requiere mayores termias, su estructura modular permite la conexión de dos o más bloques que incrementa dicho requerimiento.

Esta disposición de resistencias con hilo resistivo elimina las posibilidades de gripado como sucede en las resistencias convencionales de cartucho, permite trabajar a una temperatura mucho más alta que las resistencias de cartucho que es transferida a la masa térmica.

También se eliminan los problemas en el conexionado eléctrico. El terminal de conexión trenzado en las resistencias de hilo resistivo soporta temperaturas de hasta 1425°C, temperatura que no soporta los cables de alimentación de las resistencias de cartucho. Del mismo modo que también se eliminan los problemas de derivación a tierra. Las resistencias de hilo resistivo no tienen una cubierta metálica aislada como las resistencias de cartucho.

Todo ello contribuye a dotar unos resultados y aplicaciones donde se incorpora la invención, que no se dan en los medios ya conocidos.

Con todo lo anteriormente expuesto, un equipo o TSU de acuerdo con la presente invención se puede construir proporcionando primero uno o varios

conductos continuos - o estructuras conductoras continuas en donde las curvas o enlaces entre sus diferentes tramos queden fuera del bloque para que no estén sometidos a fatiga por dilataciones y contracciones.

5 El o los conductos o serpentines, y un gran número de barras colocadas ortogonalmente a el conducto o los conductos o serpentines, se rellenan con lechada y hormigón en un proceso de moldeado. Posteriormente se retiran las barras. Los orificios que dejen libres las barras nos crearán un gran número de alojamientos para la utilización de resistencias eléctricas y termopares de un
10 modo estudiado para que todos los tramos del conducto o conductos se encuentren alrededor de una masa con una temperatura homogénea. El o los conductos proporcionarán un circuito a través del cual el fluido fluye a través de la TSU. El proceso de moldeado con hormigón producirá un bloque compacto que envolverá el o los conductos con material de acumulador térmico. La masa
15 tendrá propiedades de acumulador térmico y masa térmica deseables.

La masa puede penetrar y ocupar sustancialmente todo el espacio libre existente entre el o los conductos y las barras que generaran los alojamientos para resistencias y termopares, dando como resultado un TSU cohesivo e
20 integrado en el que el o los conductos y la masa quedaran fusionados. Por lo tanto, después de que la masa frague, se proporciona una masa conductora térmica sólida que tiene un paso de conducción de fluido a través de un circuito creado con uno o varios conductos.

25 Una ventaja de construir un TSU mediante un proceso de moldeado es que proporciona una flexibilidad de diseño sustancial, al tiempo que reduce los costos de fabricación.

La flexibilidad del diseño puede realizarse porque el diseño y la
30 selección de la composición del material del conducto o conductos y los alojamientos para las resistencias eléctricas y termopares se pueden ejercer independientemente del diseño y la selección de la composición del material del bloque.

Esto puede permitir que las TSU de acuerdo con la invención tengan propiedades de flujo másico y de transferencia térmica y de contención de presión y de reparto equitativo de la temperatura que no se pueden alcanzar
5 previamente en las TSU de la técnica anterior. Por ejemplo, la TSU puede incluir uno o varios conductos en una estructura determinada creada en un molde con un gran número de alojamientos para resistencias y termopares.

Estos orificios para alojar las resistencias y termopares los generamos
10 también en el proceso de moldeo mediante materiales que posteriormente retiraremos dejando libres orificios perfectos y calibrados para alojar resistencias eléctricas.

Sería muy difícil construir una TSU de este tipo utilizando técnicas de
15 mecanizado convencionales. Y si lo fuese sería a un coste prohibitivo.

Así, la masa puede penetrar y ocupar el espacio libre existente entre el o los conductos y las barras que crearan los alojamientos para las resistencias y termopares maximizando así la capacidad de almacenamiento de calor y la
20 capacidad de transferencia de calor de la TSU. El conducto o los conductos embebidos actúan como soporte estructural del hormigón. Además de, proporcionar almacenamiento de energía y una transferencia de calor eficiente, el modelo contiene uno o varios conductos que permiten contener fluidos presurizados ya que un conducto metálico embebido en hormigón soporta
25 presiones muy altas.

La TSU puede calentarse a una temperatura por encima de los 1000°C. Esto se puede lograr usando un sistema de calefacción que use resistencias eléctricas internas de hilo resistivo para calentar la masa. En una realización,
30 las resistencias internas pueden alojarse en los orificios generados durante el moldeo de la TSU. Cuando están activos, las resistencias eléctricas internas irradian calor a la masa, elevando así la temperatura de la TSU a la temperatura deseada.

Los calentadores de hilo resistivo son muy económicos y fácilmente disponibles. Son las resistencias de mayor durabilidad ya que pueden trabajar a temperaturas de 1425°C y ofrecen un gran rendimiento. Están disponibles en una variedad de longitudes, diámetros, potencias y voltajes. A diferencia de los calentadores de cartucho, el uso de calentadores de hilo resistivo reduce el costo de la TSU y permite que un operador retire y reemplace fácilmente un calentador sin necesidad de mano de obra adicional y/o herramientas especiales.

5

10

Las resistencias de cartucho generaban problemas de extracción en caso de avería ya que la superficie metálica del cartucho se oxidaba y dilataba dentro del orificio de alojamiento y era muy difícil su extracción. También generan muchos problemas de fallas por derivación a tierra.

15

Los extremos de las resistencias sobresaldrán de la TSU y el aislamiento que rodea a la TSU para poder alimentar las resistencias con tensión. Los calentadores serán fácilmente extraíbles de la TSU. Esto facilita la reparación y el reemplazo de los calentadores que se deterioren en un futuro

20

El aislamiento térmico no mostrado mejorará aún más la capacidad de calefacción y el potencial para retener el calor.

El aislamiento puede permitir que la TSU mantenga una temperatura predeterminada ya que limita las pérdidas por radiación y convección.

25

El aislamiento debe cubrir toda la superficie exterior del TSU. El aislamiento puede incluir cualquier material que proporcione retención de calor. Por ejemplo aislamiento de fibra cerámica.

30

La TSU de acuerdo con la invención puede usarse en un sistema TACAS. En un sistema TACAS, como comentamos anteriormente, la TSU puede calentar sensiblemente el gas comprimido antes de enviarlo a la entrada de una turbina de un generador de turbina. El aire comprimido calentado

impulsa una turbina, que alimenta a un generador eléctrico para proporcionar energía eléctrica. Una ventaja de usar la TSU de acuerdo con la invención es que puede calentar el gas comprimido sin requerir el uso de combustibles, que cuando se queman causan contaminación además de utilizar energía que
5 previamente ha sido almacenada y que puede provenir, entre otras, de fuentes renovables.

Como la técnica de modelado para crear la masa es una técnica en frío en donde no se utiliza material de fundición, la masa no va a producir pérdida alguna del espesor de la pared del conducto. Este efecto no deseado se
10 produce en TSUs de fundición con metales incandescentes debido al proceso de fusión.

La flexibilidad de diseño puede lograrse porque el o los conductos pueden diseñarse independientemente de la masa.

La longitud del conducto o conductos dependerá del caudal que
15 necesitemos recircular a través de la masa. Puede tener varios tramos y podemos determinar a que lado va a estar la entrada y la salida de fluido.

El posicionamiento de las entradas y las salidas puede ser una cuestión de elección del diseño de la TSU. Así como, entradas y salidas en el mismo extremo de la TSU o en extremos opuestos o entrada(s) en un extremo y
20 salidas en el extremo opuesto, etc...

El control de la presión del fluido es crucial para la seguridad. De modo preferente, es por esta razón que todas las conexiones de los conductos están dispuestas en el exterior del acumulador.

Para circular el fluido a través de TSU a través de sus conexiones
25 exteriores, utilizaremos bridas normalizadas que puedan soportar grandes presiones y temperatura.

Siempre se perseguirá que el fluido circule a través del conducto o conductos por sus tramos paralelos al eje longitudinal del bloque

paralelepípedo. De esta forma el fluido pasará de un lado a otro del bloque varias veces para extraer el calor de la masa, lo que da como resultado un sistema de transferencia de calor que puede calentar el fluido más efectivamente que en otros sistemas que utilizan una sola pasada.

5 El conducto o conductos se pueden conformar sin problemas a partir de una sola tubería. Por ejemplo, puede ser un tubo largo de la máxima longitud disponible en el mercado de un diámetro interno predeterminado y lo curvamos para que adquiera una forma y longitudes de tramos predeterminados. De esta forma evitamos soldaduras.

10 La longitud de los tramos del conducto o conductos estará limitada por la longitud del tubo que pueda suministrarnos el proveedor. Por ejemplo, si el tubo suministrado es de 6 metros, podremos generar un conducto o serpentín de máximo 4 tramos de 1.5m de longitud o 6 tramos de 1m de longitud.

15 Para el conducto o conductos se pueden utilizar superaleaciones que soporten temperaturas superiores a 1425°C.

Para extraer las posibles bolsas de aire de la masa líquida y asegurarnos una unión de la masa con el conducto o conductos y las barras, el encofrado se puede someter a vibración.

20 Nuestro bloque se puede fabricar con distintos tipos de hormigones refractarios de una masa térmica deseable y / o propiedades de acumulador térmico.

25 Este material en estado sólido puede ser cualquier material dieléctrico (no conductor de la electricidad) en estado sólido con un calor específico y densidad apropiados para trabajar a altas temperaturas o combinaciones de materiales en estado sólido que ofrezcan las suficientes capacidad y resistencia de almacenamiento de calor en las condiciones operativas perseguidas, que se pueda moldear como el hormigón, enlechado, y otros.

Hormigones con contenido de alúmina, grafito, óxido de magnesio, etc... o compuestos de los mismos. Existen hormigones que soportan hasta 1.800°C.

5 La tasa de transferencia de calor puede ser una función de uno o más de los siguientes criterios:

- la temperatura del conducto o conductos
- temperatura de la masa
- coeficiente de convección que puede depender del caudal másico
- el área de superficie del conducto o conductos en contacto con la masa
- 10 - el área de superficie del fluido en contacto con las paredes internas del conducto o conductos.
- el coeficiente de transferencia y conductividad térmica de la masa
- potencia total de las resistencias eléctricas instaladas
- uniformidad de temperatura en todo el volumen de la masa.

15 Muchos o todos estos criterios se pueden tener en cuenta al diseñar y fabricar la TSU de acuerdo con los principios de la presente invención.

Es decir, la flexibilidad de diseño de conducto o conductos, alojamientos para las resistencias y termopares y masa permite construir un TSU que almacene el calor generado por las resistencias y posteriormente caliente un fluido a una temperatura predeterminada.

20

Existen resistencias con aleaciones más complejas pero de un alto coste como el disiliciuro de molibdeno o el carburo de silicio que podrían calentar este material a una temperatura incluso superior a 1600°C. Por lo tanto, la invención no se limita a las técnicas de calentamiento específicas discutidas anteriormente.

25

Es posible que inicialmente, cuando la TSU se halla a la máxima temperatura, no deseemos que todo el volumen del gas o fluido circule a través

de la TSU porque conseguiríamos una temperatura mucho más alta que la que necesitamos.

Para conseguir una temperatura óptima de fluido, podemos utilizar una válvula de 3 vías que controle el flujo de aire o fluido que tiene que pasar a través de la TSU y el flujo de aire o fluido que tiene que pasar a través de otra
5 ruta que evite la TSU proporcionando así un método para controlar la temperatura del aire o fluido que se suministra a la turbina o al proceso.

A medida que la temperatura del gas o fluido proporcionado por TSU desciende, la proporción de gas o fluido no calentado que circula a través de la
10 ruta que evita la TSU puede disminuir en consecuencia para mantener una temperatura de entrada al proceso deseada.

En una realización, el sistema de calefacción de la presente invención comprende varias hileras de resistencias eléctricas con una potencia determinada necesaria para calentar la TSU.
15

Más específicamente, la potencia determinada de los calentadores es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de la masa de la TSU a un valor predeterminado en un tiempo predeterminado de forma homogénea.

20 Repartiendo la potencia entre el gran número de calentadores la carga de cada calentador individual no es muy alta y de esta forma podemos prolongar su vida útil.

No necesitamos un sensor acoplado a los calentadores como en técnicas anteriores que detecta cuándo se produce el fallo de cualquier
25 calentador individual o calentadores para que un controlador genere advertencias y alarmas para el mantenimiento.

El acoplar internamente al calentador de cartucho un sensor supone un coste muy elevado. Este tipo de calentadores no son standard.

Las resistencias de hilo resistivo utilizadas en la presente invención dejan de consumir amperios cuando dejan de funcionar por fusión del hilo resistivo sin generar fallo a tierra. De esta forma no es necesario incorporar fusibles por cada resistencia como en técnicas anteriores, el fusible es la propia
5 resistencia.

Un medidor de intensidad nos indicaría el fallo y en que zona se encuentra para poder sustituir fácilmente la resistencia.

La vida de una resistencia de hilo resistivo es larga mientras no se superen temperaturas críticas.

10 Se perseguirá potenciar al máximo la velocidad de transferencia de calor entre el medio de calentamiento eléctrico y el o los conductos.

Cualquier medio de calentamiento eléctrico viable, como por ejemplo un calentamiento por efecto Joule, pueden disponerse como medio para la entrada de energía.

15 El número TSUs en una instalación puede ser cualquier número dependiendo del tamaño de cada elemento y su respectiva capacidad de almacenamiento de energía, y la capacidad de almacenamiento de energía deseada de todo el sistema de almacenamiento de la planta.

20 Un ejemplo de realización sería una TSU con 1.1 metros de longitud 0.76X0.34 m de sección puede almacenar aprox. 61 kWh de energía térmica a 1425°C en 6 horas, por lo que una planta con 10 MWh (10.000KW) de capacidad requeriría 164 de tales elementos.

25 Otro ejemplo ilustrativo sería, una TSU con 1.80 metros de longitud 0.76X0.34 m de sección puede almacenar aprox. 100 kWh de energía térmica a 1425°C en 6 horas, por lo que una planta con 10 MWh (10.000KW) de capacidad requeriría 100 de tales elementos.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Con referencia a la invención que se describe, se procede a una combinación de cuatro categorías de piezas por unidad de intercambio y almacenamiento de calor: Un bloque de hormigón refractario (1) con canales cilíndricos en su interior (2) dispuestos de manera alineada paralelamente en modo horizontal, y resistencias eléctricas independientes de hilo resistivo (3) que se incorporan dentro de los canales cilíndricos y los bornes de conexión de cada una de las resistencias. El hilo resistivo dispuesto en espiral se encuentra en contacto con la pared del orificio de dichos canales cilíndricos. Así, se produce el calentamiento por radiación, y también, por conducción de modo simultáneo. Finalmente, un conducto o conductos o serpentín o serpentines (4) de varios tramos dispuestos también de manera alineada paralelamente en modo horizontal por donde circula el fluido

15

La realización de una unidad de intercambio y almacenamiento de calor con carácter ilustrativo y no limitativo, contemplaría un juego de 50 canales cilíndricos para la incorporación de 25 resistencias eléctricas junto con uno o varios canales para termopares de control de temperatura. Pueden ser empleados termopares tipo K cerámicos de alta temperatura de respuesta instantánea. Las dimensiones tipo de una TSU serían 1,79 X 0,76 X 0,34m (largo, alto y ancho)

20

La eficiencia y uniformidad de calor en una masa se consigue con la equidistancia de los puntos de calor entre sí. Se trata de que las tuberías embebidas que están rodeadas en todo su contorno por arriba y por debajo de una masa caliente. Y aunque esta masa no resultase homogénea en temperatura, el fluido que recorre el bloque a través del conducto o los conductos, atravesando prácticamente todas las zonas, completa y garantiza la mayor uniformidad y eficiencia térmica. En consecuencia, se produce un efecto acumulativo de calor de forma radial por cada canal en comunicación con su canal contiguo, produciéndose la expansión de calor radial a través de la masa.

30

El equipo posee en sí un refuerzo estructural por el tubo metálico del propio conducto o serpentín de varios tramos, así como los orificios pasantes ortogonales a los conductos que luego se utilizarán para la inserción de resistencias, permiten también introducir varillas con orejetas de elevación para poder cargarlos y descargarlos mediante grúa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Para una mejor comprensión de las características generales anteriormente mencionadas, se acompañan varios dibujos a la presente invención los cuales exponen como se especifica a continuación:

Figura 1: Vista general (1a) de un encofrado para vertido de hormigón para la fabricación de un equipo de intercambio y acumulación de calor o TSU con conducto y barras para generar alojamientos para resistencias y termopares dejando libre la parte superior para verter el hormigón. Esto es una base con cuatro paredes que deja libre la parte superior para verter el hormigón, y dentro se halla el/los conductos o serpentín/es y las barras para generar los alojamientos. Junto con, dicha vista una vez realizado el encofrado (1b) del bloque de hormigón (1) con canales cilíndricos (2) en su interior dispuestos de manera alineada paralelamente en modo horizontal conteniendo resistencias eléctricas, y su conducto o serpentín (4).

25 **Figura.2:** Vista general de un conjunto de TSU con una pluralidad de calentadores dispuestos de manera extraíble dentro de un TSU, con sus resistencias (3) en horquilla - de ida y vuelta - y conducto o serpentín (4).

Figura 3: Vista frontal de cada uno de los laterales de un equipo de intercambio y acumulación de calor. .

Figura 4: Vista en detalle seccionada y ampliada de una TSU que tiene alojamientos para elementos de calentamiento internos de resistencias de hilo resistivo, compuesta por un bloque de hormigón (1) con sus canales de resistencias (2) y resistencia eléctrica (3)

5

Figura 5: Vista en detalle seccionada y ampliada de una TSU, por ambos lados, con su bloque de hormigón (1) y canales (2) a modo de alojamientos para elementos de calentamiento internos de resistencias (3) de hilo resistivo para su disposición dentro de la TSU de manera que los extremos de conexión de los calentadores sobresalgan de la TSU y el aislamiento (5) que rodea a la TSU en su interior.

10

Cada calentador puede ser reemplazado de la TSU sin tener que reemplazar ninguno de los calentadores restantes.

15

Figura 6: Vista frontal de un lateral de una instalación de alto rendimiento de ocho equipos de intercambio y acumulación de calor compacto superpuestos a dos alturas y conectados entre sí, con la entrada y salida de la circulación de fluido

20

Figura 7: Vista frontal de un lateral de una instalación de alto rendimiento de cuatro equipos de intercambio y acumulación de calor, separados entre sí. Un conjunto de ellos superpuestos a dos alturas y conectados entre sí, con la entrada y salida de fluido, y de otros dos equipos superpuestos para requerimientos independientes dentro de un misma instalación.

25

Figura 8: Vista frontal de distintos laterales de una TSU de intercambio y acumulación de calor en donde los canales de flujo pueden estar conectados entre sí de diferentes formas en comunicación fluida. El fluido, como también puede ser el aire comprimido, ingresa a la TSU a través de una entrada, fluye a través de los canales de flujo y sale de la TSU a través de una salida. Todas las conexiones de entrada y salida están por un lado de la TSU y en el otro lado los enlaces de los conductos.

30

Figura 9: Vista general una instalación de alto rendimiento de veinte equipos de intercambio y acumulación de calor superpuestos a dos alturas y conectados entre sí en batería, con un juego de entradas y salidas por el mismo lateral, proporcionando un circuito de larga distancia para la conducción y convección de calor, y con ello la capacidad potenciada de transferencia de calor.

Figura 10: Vista del funcionamiento radial de transferencia de calor de las resistencias (3) desde los canales cilíndricos de alojamiento, y de la distribución del conducto o serpentín (4) a través del bloque de hormigón en un evento de transferencia de calor de acuerdo con los principios de la presente invención de su triangulación, puesto que el calor de un cuerpo cilíndrico se transmite de forma radial hacia la masa que lo rodea.

Figura 11: Vista del funcionamiento radial de transferencia de calor de las resistencias (3) desde los canales cilíndricos de alojamiento (2) a través del bloque de hormigón en un evento de transferencia de calor de acuerdo con los principios de la presente invención de su triangulación, en donde en cada tramo de conducto se encontrará bajo la influencia de resistencias calefactoras repartidas de una forma homogénea en una configuración triangular que nos asegurará una distribución de calor lineal para que cuando el fluido circule a través de la TSU el flujo de calor sea igual en toda la longitud del conducto.

REIVINDICACIONES

5 1. Equipo de intercambio y acumulación de calor (TSU) por resistencias
eléctricas para calentamiento por radiación y conducción simultáneas por
triangulación a partir de encofrados adaptado para operar a una temperatura en
el intervalo de -70 a $+1.425^{\circ}$ C **caracterizado** porque comprende un bloque de
hormigón (1) que presenta canales cilíndricos (2) en su interior dispuestos de
10 manera alineada paralelamente en modo horizontal, unas resistencias
eléctricas (3) de hilo resistivo en espiral en forma de horquilla que se
incorporan dentro de los canales cilíndricos y los dos bornes de conexión de
cada una de las horquillas en un mismo lado del bloque, y un serpentín (4)
atravesado para la circulación de fluidos en estado líquido o gaseoso.

15

2.- Equipo de intercambio y acumulación de calor (TSU) por resistencias
eléctricas para calentamiento por radiación y conducción simultáneas por
triangulación a partir de encofrados conforme a la Reivindicación.1
20 **caracterizado** porque puede disponerse una interconexión de un cierto número
de unidades de hormigón unas encima de otras, en dos o más alturas, y unas
al lado de otras en dos o más hileras.

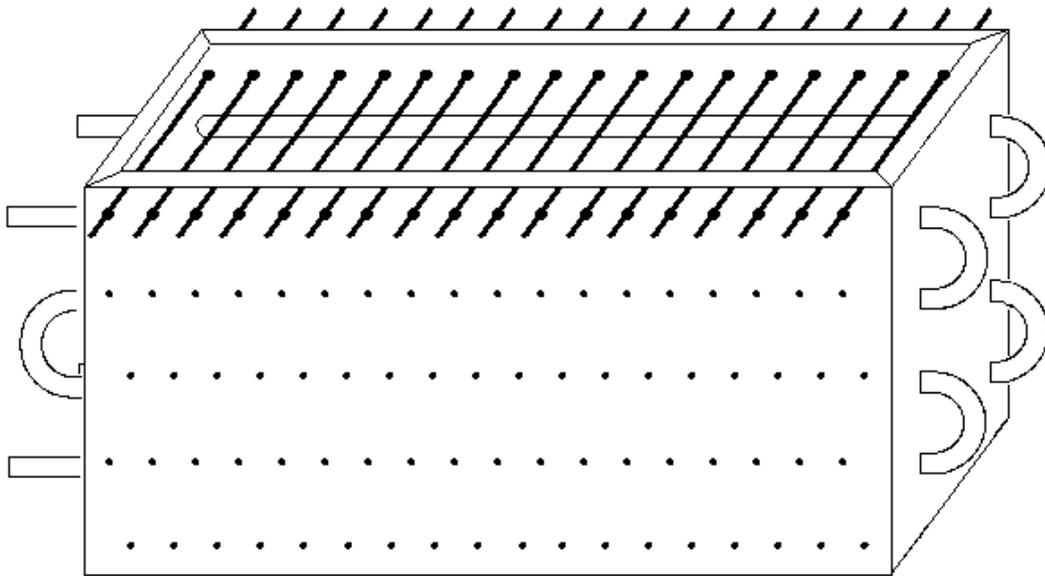
25 3.- Equipo de intercambio y acumulación de calor (TSU) por resistencias
eléctricas para calentamiento por radiación y conducción simultáneas por
triangulación a partir de encofrados conforme a las Reivindicación.1 y ,2, 3
caracterizado por un refuerzo estructural por el tubo metálico del propio
conducto o serpentín de varios tramos, así como los orificios pasantes
30 ortogonales a los conductos que luego se utilizarán para la inserción de
resistencias, permiten también introducir varillas con orejetas de elevación para
poder cargarlos y descargarlos mediante grúa.

4.- Equipo de intercambio y acumulación de calor (TSU) por resistencias eléctricas para calentamiento por radiación y conducción simultáneas por triangulación a partir de encofrados conforme a las Reivindicación.1 y ,2, 3 **caracterizado** porque el bloque de hormigón (1) es una forma de paralelepípedo.

10

FIG.1

1a



1b

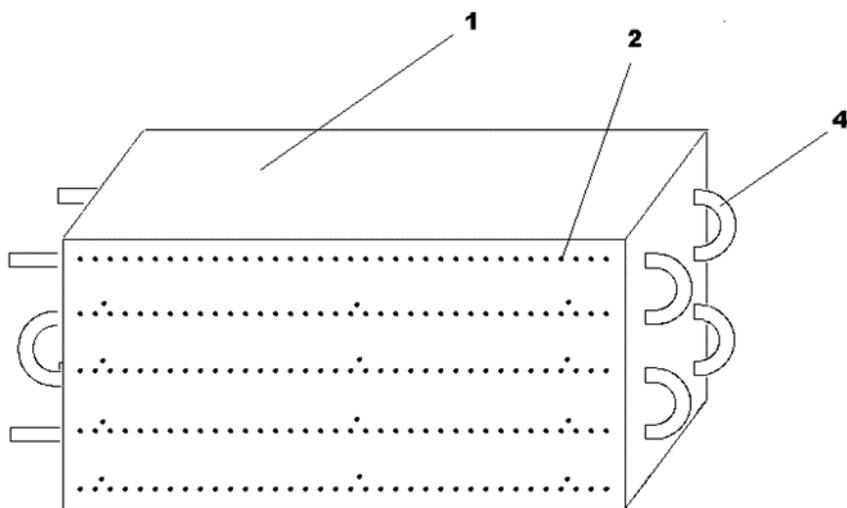


FIG.2

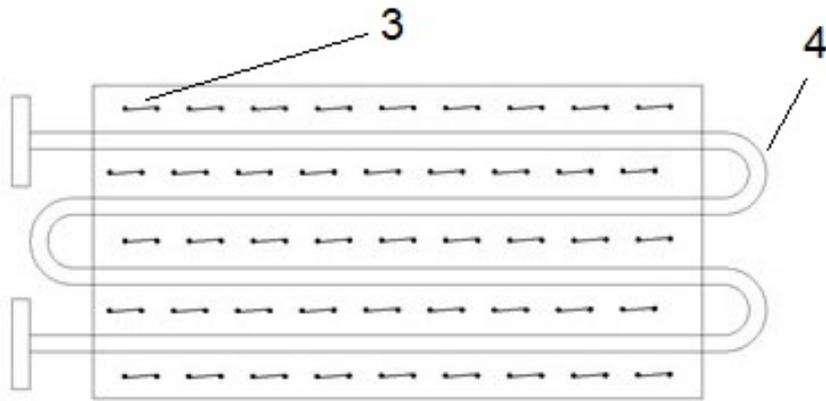


FIG.3

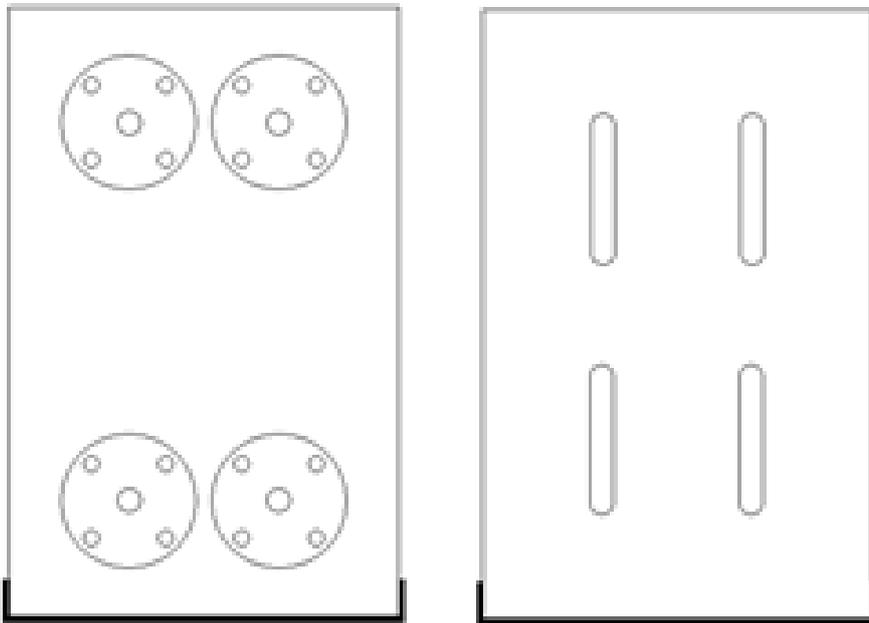


FIG.4

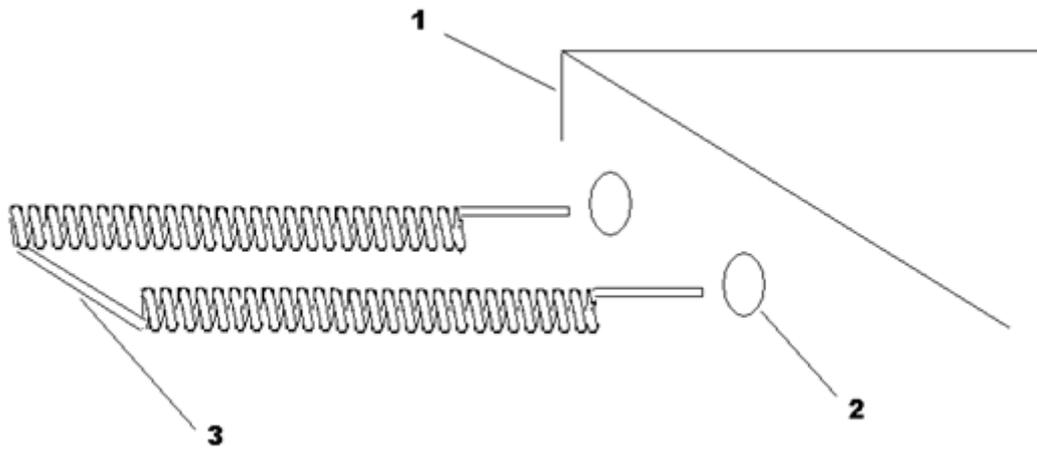


FIG.5

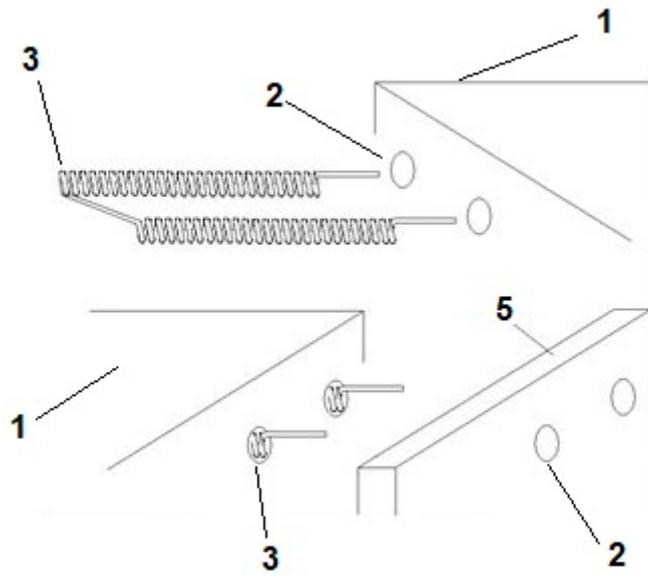


FIG.6

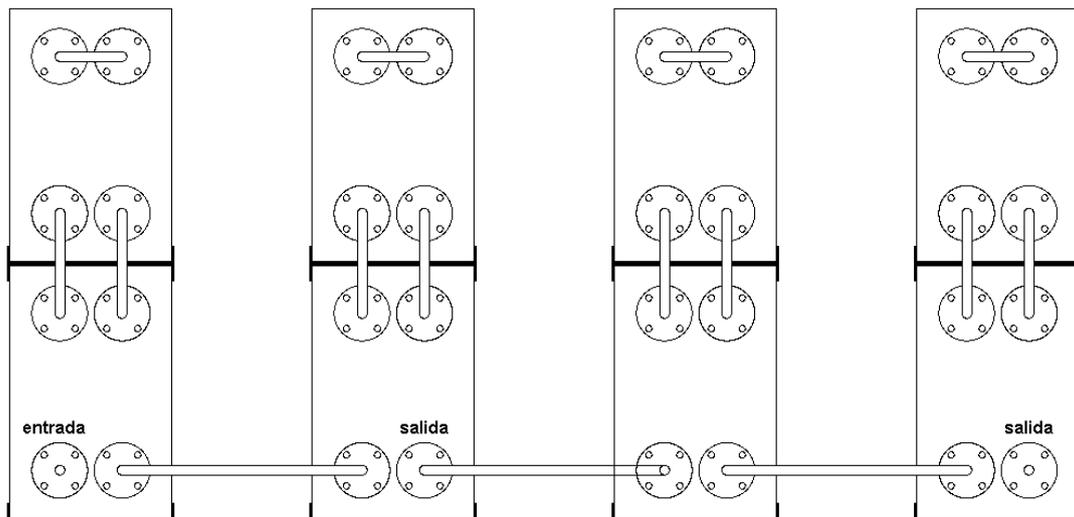


FIG.7

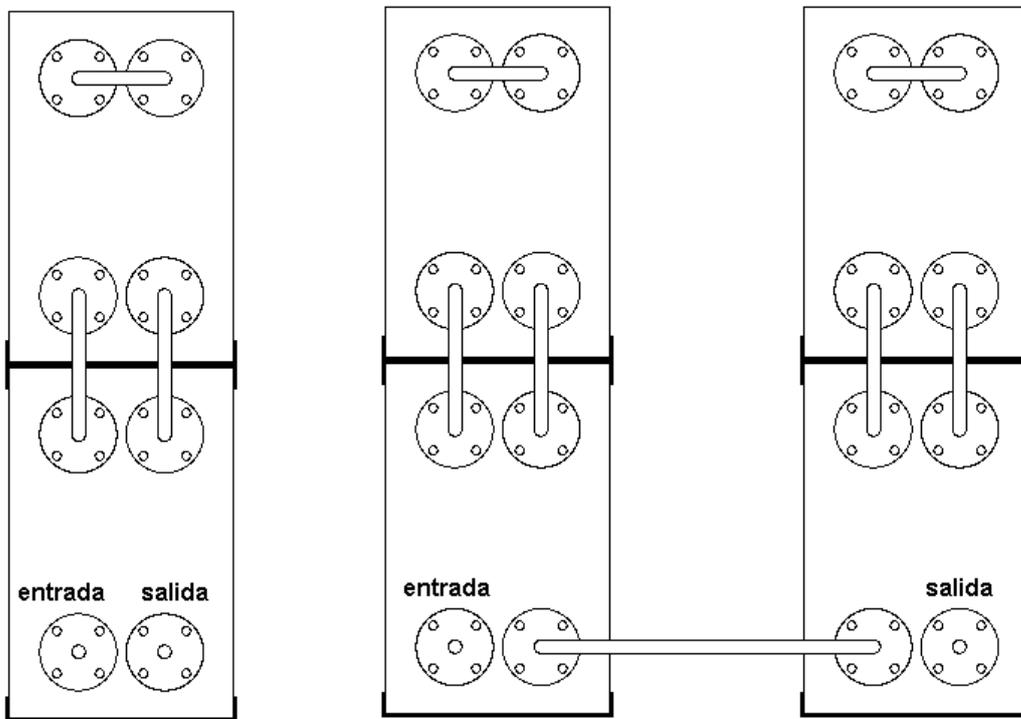


FIG.8

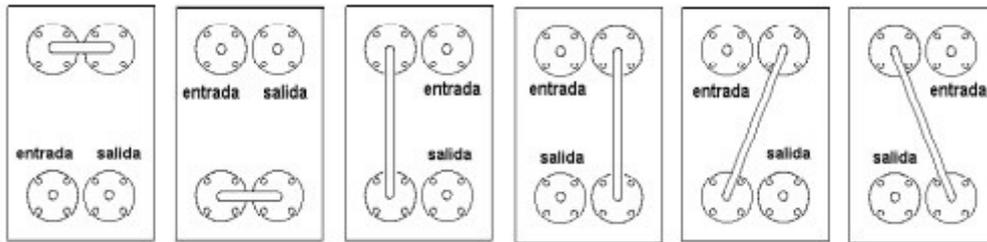
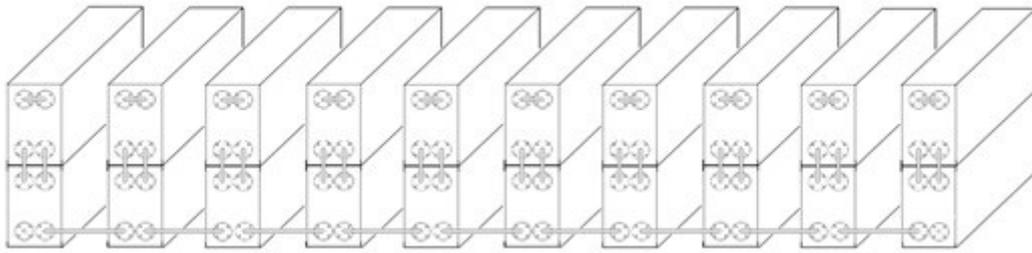


FIG.9



Entrada

Salida

FIG.10

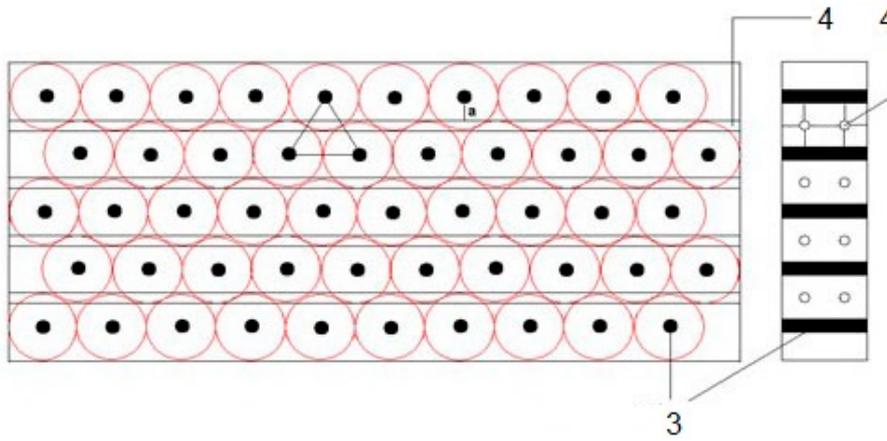
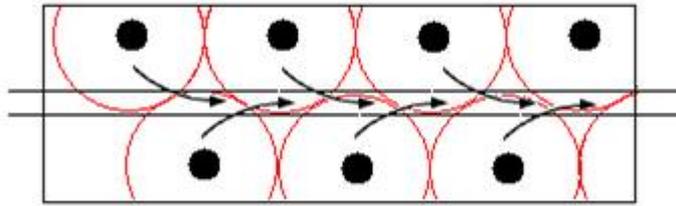


FIG.11





- ②① N.º solicitud: 201930418
②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.05.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 102008060750 A1 (PHOENIX METALL GMBH) 12/05/2010, Párrafos [0001], [0015], [0017], [0021], [0029] - [0031], [0034], [0035]; figura 1.	1-4
A	US 2011286724 A1 (GOODMAN TRAVIS) 24/11/2011, Párrafos [0004], [0016] - [0018], [0038], [0050] - [0052], [0059]; figuras 1, 2, 9, 10a y 10b.	1,2,4
A	US 2012312292 A1 (BAHL CARSTEN et al.) 13/12/2012, Párrafos [0034] - [0036], [0038], [0041]; figuras 1 - 3.	1,4
A	WO 2016099289 A1 (ENERGYNEST AS) 23/06/2016, página 5, línea 24 - página 6, línea 5; página 13, línea 21 - página 14, línea 6; Página 14, líneas 11 - 19 y línea 32; página 19, líneas 11 - 16; figuras 1, 2.	1,2
A	EP 2017561 A2 (BRECHT WIDO E) 21/01/2009, Párrafos [0003], [0004], [0022], [0028], [0031], [0037], [0059], [0061]; figuras 1, 6.	1,4
A	CN 104654852 A (CHENGDU AONENGPU TECHNOLOGY CO LTD) 27/05/2015, Todo el documento.	1,3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.10.2019

Examinador
A. Rodríguez Cogolludo

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F24H7/02 (2006.01)

F28D20/00 (2006.01)

F28F21/04 (2006.01)

C09K5/14 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F24H, F28D, F28F, C09K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC