

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES	11 481160	AI
FECHA DE PRESENTACION		

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES: 61 NUMERO	62 FECHA	63 PAIS
912.678	5 Junio 1.978	U. S. A.

67 FECHA DE PUBLICIDAD	68 CLASIFICACION INTERNACIONAL	69 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F24J 3/02	

64 TITULO DE LA INVENCION

UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA TERMICA.

REPRODUCIDO

71 SOLICITANTE (S): La corporación estadounidense organizada bajo las leyes del Estado de Delaware,
ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
2230 East Imperial Highway
EL SEGUNDO, CALIFORNIA (U.S.A.)

72 INVENTOR (ES)
Wallace B. THOMSON, estadounidense.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

S/Ref.: A-3464
N/Ref.: 35.452/AGP.

POOR QUALITY

La presente invención se refiere al almacenamiento de calor en cantidades sustanciales durante periodos de tiempo relativamente largos. La invención se refiere particularmente a la obtención y almacenamiento de calor solar para su uso en una central de fuerza de servicio público.

Con el advenimiento de la crisis energética, se ha hecho un énfasis especial en la utilización de las denominadas fuentes de energía "no agotables", tal como calor solar. Uno de los principales problemas asociados con la utilización eficaz del calor solar ha sido el costo de cantidades importantes de almacenamiento de dicho calor para su uso durante horas en las que no haya luz del día o durante periodos prolongados cuando el sol está oscurecido por el nublado. Realmente los elevados costos de construcción de los sistemas de almacenamiento ha reducido al mínimo la utilización efectiva del calor solar. Generalmente son absolutamente necesarios grandes volúmenes de medios de almacenamiento. Actualmente, el costo por proporcionar dispositivos de almacenamiento de tamaño apropiado ha demostrado ser un factor limitativo en la utilización del calor solar para otras aplicaciones que no sean el calentamiento de agua y de espacios domésticos o residenciales a pequeña escala.

Un sistema típico residencial para la utilización de energía solar se muestra en la patente norteamericana n^o 4029082. El sistema comprende un recipiente de almacenamiento que contiene material de almacenamiento de calor y un medio para conducir el aire en secuencia desde un espacio que se va a calentar a través del recipiente de almacenamiento para recoger calor a baja temperatura. El aire caliente es devuelto al espacio que se va a calentar. Los concesionarios de pa

- tentes sugieren además la adición de agua al aire, y que actúe el recipiente de almacenamiento como fuente adicional de almacenamiento de calor, así como el dotar de humedad al aire. La patente norteamericana nº 3989927 describe otro sistema de almacenamiento de calor para su uso en calentamiento de espacios que comprende un recipiente dotado de paredes formadas de un material resistente al calor, e incluye un conducto de guía en la forma de un tubo que se extiende a través del recipiente para transportar un medio gaseoso de extracción de calor. El recipiente contiene también un medio de almacenamiento de calor que comprende minerales que llevan metal pesado en la forma de un haz de sólidos en partículas apropiadas para contactar directamente con el aire que se va a calentar para lugares habitados por personas.
5. La patente norteamericana nº 4024910 describe un sistema para el almacenamiento de calor o frío que se va a utilizar en mantener una temperatura deseada en áreas habitables. El sistema utiliza una serie de canales excavados directamente dentro de la tierra y rellenos con rocas, las cuales se utilizan para absorber el calor o el frío para almacenamiento siendo una parte del almacenamiento las mismas rocas y generalmente, una parte mucho más grande la tierra adyacente. Se proporcionan conexiones apropiadas de conducto para llevar el calor o el frío a las rocas.
10. Los sistemas precedentes, aún cuando son interesantes para el calentamiento de espacios residenciales o incluso al calentamiento de edificios comerciales, no se dirigen al problema que tienen las industrias de servicios públicos, donde se requiere una fuente de calor de elevada temperatura. Después, otros han desarrollado sistemas en un intento de
15. 20. 25. 30.

proporcionar un sistema de almacenamiento de calor que fuera apropiado para su uso, por ejemplo, por una central de fuerza comercial de servicio público.

- La patente norteamericana nº 2933885 describe un
5. sistema de acumulador de almacenamiento de calor que comprende un circuito cerrado de circunvalación que contiene un fluido transmisor de calor, e incluye un acumulador de calor aislado para el circuito. El acumulador de calor contiene un medio absorbente de calor que tiene un punto de fusión entre
10. los límites de temperatura baja y alta del fluido en el circuito cerrado de circunvalación.

- La patente norteamericana nº 3178113 describe un sistema de almacenamiento de calor, adaptado particularmente para instalaciones de espacios. El sistema está compuesto de
15. dos sistemas de interconexión, uno de los cuales constituye un absorbedor de energía y una unidad de descarga y almacenamiento de calor, y el otro comprende un sistema de conversión, mediante el cual el calor se convierte en electricidad. El sistema de obtención y almacenamiento incluye un colector
20. o convertidor de energía térmica para recoger el calor de los rayos solares que se reflejan en una caldera. La caldera está en un circuito que incluye un dispositivo de almacenamiento de calor. El sistema incluye también unas válvulas y controladores apropiados para mantener una temperatura deseada, sustancialmente constante, en el circuito.
- 25.

- La patente norteamericana nº 2593963 se refiere a una central de fuerza de ciclo binario y utiliza un fluido terciario de elevado punto de fusión para el calentamiento indirecto. Sin embargo, el sistema propuesto no proporciona
30. el almacenamiento de calor, aunque sugiere el uso de un me---

tal alcali líquido como medio de transferencia de calor flujado.

- Otras patentes consideradas durante la preparación de esta solicitud, pero que no se estimó que fueran suficientemente pertinentes para ser merecedoras de ulterior discusión son las patentes norteamericanas números 2680437, 3983929; 3957030; 3968653; 3977197; 3993041 y 4038555.

- De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de almacenamiento de energía térmica y un método para almacenar cantidades sustanciales de calor en periodos de tiempo prolongados. La presente invención es aplicable al exceso de calor a partir de, por ejemplo, un reactor nuclear o un horno convencional para quemar el carbón. No obstante, la presente invención está particularmente concebida para su uso con una fuente de energía térmica solar, tal como los tomadores centrales a gran escala ideados para suministrar calor a una central eléctrica de servicio público. En términos generales, el sistema comprende un líquido que recoge el calor en relación de intercambio de calor con una fuente de calor, un alojamiento que contiene un elevado volumen de material en partículas, tal como rocas para el almacenamiento de energía térmica, un gas de transferencia de calor en relación de intercambio de calor con las rocas, y un medio para dar lugar a que el líquido recolector y el gas de transferencia de calor fluyan entre sí en relación de intercambio de calor, indirecta y a contra-corriente. Dicho medio incluye además características para invertir la dirección del flujo del líquido recolector de calor y el gas de transferencia de calor para la introducción y desvío del calor desde el cuerpo a las rocas. Se proporciona además un fluido

de funcionamiento y un medio para pasar entre sí el fluido de funcionamiento y el líquido recolector de calor en relación indirecta de intercambio de calor, para la transferencia del calor desde el líquido recolector de calor al fluido de funcionamiento a fin de extraer la energía del mismo.

- Según el presente método, se pasa un líquido recolector de calor en relación de intercambio de calor con la fuente de calor, tal como un colector solar, y después se pasa en relación de intercambio de calor indirecta, a contracorriente, con un gas de transferencia de calor, a fin de recibir o transmitir calor al gas de transferencia de calor. La dirección del flujo del gas de transferencia de calor se pasa, a su vez, a través de un lecho de rocas. La dirección del flujo del gas de transferencia de calor y el líquido recolector de calor pueden invertirse de tal modo que el gas calentado de transferencia de calor sea siempre introducido o retirado de una porción superior del lecho de rocas. Además, el volumen del lecho de rocas y la cadencia de flujo del gas de transferencia de calor son ajustados de tal modo que la velocidad aparente del gas que fluye a través del lecho es del orden de 305 a 1830 mm por segundo. Se prefiere que la altura del lecho sea tal que proporcione un tiempo medio de estancia del gas dentro del lecho de aproximadamente 5 a 15 segundos. Preferiblemente, las rocas tienen un diámetro medio de aproximadamente 1 a 5 cms.

De acuerdo con una realización particularmente preferida, en la que la fuente de calor comprende un colector de calor solar, el líquido recolector de calor es un metal alcali líquido, el gas de transferencia de calor es aire, y el fluido de funcionamiento es agua que se convierte en va--

- por. Se ha podido encontrar que mediante la utilización de un lecho de rocas, es posible almacenar energía térmica que es recuperable a temperaturas del orden de 315,6 a 648,8°C o aún mayores. Además, contrariamente a la opinión popular, se ha encontrado que no es necesario utilizar gases exóticos o presiones elevadas para la recuperación de cantidades importantes de calor de las rocas, en su lugar, es utilizable aire ordinario a presión atmosférica, o próximo a ella. Estas y otras numerosas ventajas de la presente invención quedarán más claras con referencia a la siguiente descripción de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

- La figura 1 es un esquema de la realización preferida del sistema de la presente invención; y
15. La figura 2 es un dibujo gráfico en sección transversal de una realización preferida del subsistema de almacenamiento de calor de la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

- Con fines de conveniencia, la presente invención será descrita con referencia a la realización particularmente preferida, es decir, su uso para el almacenamiento de energía térmica solar. Con relación a la figura 1, se proporciona una fuente de energía térmica 10, tal como un colector solar central, en el que se recoge la energía del sol y se enfoca en un intercambiador de calor a través del cual pasa un líquido recolector de calor. Los líquidos preferidos recolectores de calor son los metales alcali, y los metales alcali particularmente preferidos son el sodio, potasio y mezclas de los mismos. Durante las horas en las que el sol está en su plenitud, el sistema es adecuado, de tal modo que existe

- un exceso de energía térmica recogida por la fuente de energía térmica 10. El líquido recolector de calor es retirado por vía de un conducto 12, una válvula 14, un conducto 16, y una válvula 18 para su introducción en un sistema 20 de almacenamiento de energía térmica. La válvula 18 está ajustada de tal modo que únicamente pasa en el sistema de almacenamiento el líquido recolector del exceso de calor. El resto del líquido recolector de calor pasa a través de un conducto 22 para su introducción en un generador de vapor 24. En el generador de vapor 24, el líquido recolector de calor pasa en relación indirecta de intercambio de calor con una fuente de agua introducida a través de un conducto 26. El agua es calentada a vapor, el cual es retirado por vía de un conducto 28 para su introducción en una turbina de vapor 30, en la que la energía térmica se convierte en energía mecánica. La energía mecánica puede ser utilizada para muchos fines. No obstante, de acuerdo con esta realización particularmente preferida, la energía mecánica se utiliza para accionar un generador (no mostrado) a fin de producir electricidad. El líquido recolector de calor que pasa a través del generador de vapor 24 es devuelto a una bomba 38 por vía de un conducto 32, una válvula 34, y un conducto 36. El líquido recolector de calor es descargado desde una bomba 38 y devuelto a la fuente de energía térmica 10 por vía de un conducto 40, una válvula 42 y un conducto 44.

El sistema de almacenamiento de calor 20 comprende un alojamiento exterior 46, dentro del cual se contiene una bobina de intercambio de calor 48, y un alojamiento interior 50 dotado de una porción inferior que está perforada con una serie de aberturas 51 para el paso del aire a tra-

- vés de las mismas. El alojamiento 50 contiene también un lecho de material de almacenamiento de calor de partículas 52. Una ventaja de la presente invención es que los materiales apropiados de almacenamiento de calor son baratos, y se encuentran fácilmente disponibles partículas sólidas, tal como las rocas. Las rocas típicas apropiadas para su uso en la presente invención son el granito, la caliza, la sienita el basalto, la dolomita y el mármol. El tamaño de las partículas sólidas no es particularmente exacto. No obstante, se prefiere generalmente que tengan un diámetro medio de aproximadamente 0,5 a 10 cms y una proporción adecuada de aproximadamente 1 a 5 cms. La forma de las rocas no es tampoco exacta, y las formas y tamaños obtenidos al azar a partir de una fresadora convencional de roca o de un aparato triturador de roca son generalmente satisfactorias. Es particularmente deseado para un sistema, de acuerdo con la presente invención, que la gota de presión a través del lecho de rocas esté dentro del orden de 0,3225 a 3,225 centímetros cuadrados y sea preferiblemente menor de 0,645 centímetros cuadrados, ya que una gota de presión elevada requiere más fuerza para empujar el aire a través del lecho con la correspondiente pérdida de la eficacia del sistema.

- La gota de presión a través del lecho 52 es, por supuesto, una función de la velocidad de los gases que pasan a través del mismo, de la altura del lecho, y del tamaño y configuración de las rocas. No obstante, es correcto, dentro del conocimiento de cualquiera versado en esta técnica, ajustar estos parámetros para obtener la gota de presión deseada. Es un parámetro exacto de la presente invención el que la velocidad del aire que fluye a través del le

cho de rocas esté dentro de una cierta cadencia. De este modo, es esencial que la velocidad aparente del gas que fluye a través del lecho de rocas esté dentro del orden de 305 a 1830 mm por segundo y, preferiblemente, dentro del orden de 5. 610 a 915 mm por segundo. El término "velocidad aparente" se refiere a la velocidad que tendrían los gases, presumiendo que estuvieran fluyendo uniformemente a través del área en sección transversal del lecho.

El sistema de almacenamiento de calor 20 incluye además un medio para circular el aire a través del lecho de rocas y una bobina del intercambiador de calor 48. En el dibujo, el medio para circular el aire está representado como un conjunto de ventilador 54 que hace circular el aire a través de un conducto 56 definido generalmente por las paredes del alojamiento 20 y el recipiente 50. El conjunto 54 está proporcionado con un motor invertible, con lo que, en funcionamiento, puede forzar el aire a circular ascendentemente a través del conducto 56 y hacia abajo a través de la bobina 48 del intercambiador de calor, y después a través del lecho 52. Alternativamente, puede ser invertido para que el aire fluya ascendentemente a través de las aberturas 51, el lecho 52, a través de la bobina 48 del intercambiador de calor, y posteriormente en el conducto 56. La bobina 48 del intercambiador de calor está conectada a la entrada de la bomba 38 por vía de un conducto 58 y una válvula 60. El conducto de descarga 40 de la bomba 38 está interconectado a la bobina 48 del intercambiador de calor por vía de un conducto 64, una válvula 66 y un conducto 58.

30. Será fácilmente aparente para aquellos versados en la técnica que el sistema de la presente invención es ca

- pas de funcionar de diversas maneras. Más particularmente, de un modo directo, cuando existe suficiente energía térmica disponible para suministrar los requisitos del generador de vapor 24, y la turbina de vapor 30, las válvulas 18, 64 y 60
5. están cerradas, y las válvulas 14, 34 y 42 abiertas, de tal modo que todo el líquido recolector de calor se desplaza de la fuente de energía térmica 10 a través de los conductos 12 y 22 al generador de vapor 24, y es descargado por vía de los conductos 40 y 44.
10. Cuando existe más energía térmica de la requerida por el generador de vapor 24, se pasa una porción del fluido recolector de calor al sistema de almacenamiento de calor 20 por vía de un conducto 16 y la válvula 18, donde fluye ascendentemente a través de la bobina 48 del intercambiador de calor en relación indirecta de intercambio de calor, y a ~~exterior~~ 15. tra-corriente con el líquido recolector de calor, absorbiendo el calor de la misma, y después pasa descendentemente a través del lecho de roca, 52. El lecho 52 absorbe el calor para su uso ulterior.
20. Cuando existe insuficiente calor disponible de la fuente de energía térmica 10, se hace funcionar el conjunto de ventilador 54 en dirección inversa, de tal modo que el aire fluya ascendentemente a través de las aberturas 51, el lecho 52, y a través de la bobina 48 del intercambiador de calor. La válvula 60 está cerrada y la válvula 66 está abierta, de este modo, el fluido recolector de calor descargado de la bomba 38 fluye a través de los conductos 40, 64 y 58 25. al extremo superior del conjunto de bobina del intercambiador de calor 48, de tal modo que, de nuevo, el aire y el
30. fluido recolector de calor pasan entre sí en relación indi-

recta de intercambio de calor y a contra-corriente. El fluido caliente recolector de calor es descargado por vía de una válvula 18 y el conducto 16 para el paso al generador de vapor 24 por vía del conducto 22.

5. Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra en la misma, en vista en sección transversal, un esquema de un subsistema preferido de almacenamiento de calor 100 de la presente invención. El subsistema comprende un alojamiento exterior formado por las paredes 102 y la parte superior
10. 104 es un cuerpo de material aislante 106, tal como escoria porosa, carbonillas y roca volcánica. Un gran lecho de roca de almacenamiento de calor 108 está localizado también dentro del alojamiento exterior en un área rodeada por un conducto inferior 110 y otro superior 112. Cada uno de estos
15. conductos está proporcionado por una serie de aberturas 114, orientando en el lateral del conducto el material de almacenamiento de calor 108. El subsistema incluye además dos conductos verticales 116, cada uno de los cuales contiene un conjunto de ventilador invertible 118 y una bobina del intercambiador de calor 120.
- 20.

- En un sistema designado, por ejemplo, para almacenar aproximadamente 800 a 1600 megavatios hora de energía térmica, el alojamiento externo comprendería un cuadrado de aproximadamente 83,875 metros de lado y 13,725 metros de alto.
25. Se proporcionaría también 12 juegos de los conductos 116 de bobinas del intercambiador de calor 120, y de conjuntos de ventilador 118, estando sustancialmente espaciado cada juego a lo largo de la longitud del alojamiento exterior. En dicha realización, los conductos están formados preferiblemente
30. mente de tuberías de hormigón barato y serían, por ejemplo,

de aproximadamente 1,22 metros de diámetro. Las paredes de dicho sistema podría estar también fácilmente formadas de hormigón y tendrían un grosor nominal de 152,4 a 228,6 milímetros aproximadamente. El miembro de tejado 104 podría estar formado de material en lámina rugoso, tal como hierro o aluminio. De este modo, se ve que el sistema de la presente invención es fácilmente fabricable, utilizando materiales baratos. Además, la longitud de los conductos requeridos en la realización mostrada está sustancialmente reducida al mínimo, reduciendo, de esta manera, el costo del conducto, pérdidas de calor y los requisitos de ventilador.

Los 24 conjuntos de ventilador de los conductos descritos harían circular el aire a presión atmosférica a una caudancia de aproximadamente 84946 m³ por minuto. Dicho sistema es capaz de suministrar suficiente energía térmica a fin de proporcionar todos los requisitos de calor para una central eléctrica de servicio público de 100 megavatios durante un periodo de aproximadamente 3 a 6 horas, cuando las rocas se encuentran a una temperatura de 315,6 a 648,8° C. Obviamente, los subsistemas adicionales podrían estar proporcionados para abastecer calor durante periodos prolongados de tiempo a fin de proporcionar un sistema de almacenamiento de calor que podría proporcionar fácilmente todos los requisitos térmicos de la central de servicio público durante horas en las que no haya luz del día. Se apreciará que la configuración representada no es exacta y realmente, en algunos casos, podría preferirse un alojamiento rectangular o redondo. Además, la situación del ventilador y el intercambiador de calor dentro de los conductos podría ser fácilmente alterada. Será de igual modo obvio que la presente

invención podría ser construida en módulos de tamaños deseados.

- Se apreciará que las realizaciones particulares representadas son únicamente ilustrativas, y son posibles diversas configuraciones y disposiciones. Realmente, en la práctica actual, existirían muchas más válvulas, así como líneas de instrumentación y controladores del funcionamiento automático. Sin embargo, la colocación de dicho equipo adicional y la selección de tales accesorios es un asunto que queda al libre albedrío y dentro del conocimiento de cualquiera versado en la técnica.

NOTA

- La Patente de Invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente legislación, deberá recaer sobre: "UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA TERMICA", con Prioridad de la demanda de Patente en U. S.A. nº 912.678 de fecha 5 de Junio de 1.978, según las características esenciales de las siguientes:

20.

25.

30.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica que comprende: una fuente de calor; un líquido recolector de calor, en relación de intercambio de calor con dicha fuente; un alojamiento que contiene un lecho de rocas para el almacenamiento de energía térmica; un gas de transferencia de calor en relación de intercambio de calor con dicho lecho de rocas; medios de flujo para dar lugar a que fluyan entre sí dicho líquido recolector de calor y dicho gas de transferencia de calor en relación indirecta de intercambio de calor y a contracorriente, incluyendo dichos medios, - - otros para invertir la dirección del flujo de dicho líquido y dicho gas; un fluido de funcionamiento; medios para pasar dicho fluido de funcionamiento y dicho líquido recolector de calor en relación indirecta de intercambio de calor entre sí; y medios asociados operativamente con dicho fluido de funcionamiento para extraer la energía del mismo.

2.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica según la reivindicación 1, en el que el líquido recolector de calor es seleccionado a partir del grupo que consiste en sodio, potasio y mezclas del mismo.

3.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica según la reivindicación 1, en el que dicho gas de transferencia de calor es aire.

4.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica según la reivindicación 1, en el que dichas rocas tienen un diámetro medio de aproximadamente 1 a 5 cms.

5.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica según la reivindicación 1, en el que dicho fluido de funcionamiento es agua.

5. 6.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica según la reivindicación 1, en el que dicho medio de flujo se proporciona además para la introducción y retirada de gas calentado de transferencia de calor desde una porción superior de dicho lecho de rocas.

10. 7.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica, según la reivindicación 1, en el que: dicha fuente de calor comprende un colector de calor solar; dicho líquido recolector de calor es un metal alcali líquido recolector de calor; y dicho medio para pasar dicho fluido de funcionamiento a relación indirecta de intercambio de calor con dicho líquido recolector de calor convierte el agua en vapor.

15. 8.- Un sistema de almacenamiento de energía térmica, según la reivindicación 3, en el que dicho aire está sustancialmente a presión atmosférica.

9.- "UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA TERMICA".

Según queda sustancialmente descrito en la pre-

.../....

ente memoria que consta de dieciséis hojas escritas a máqui
na por una sola cara y acompañada de dibujos.

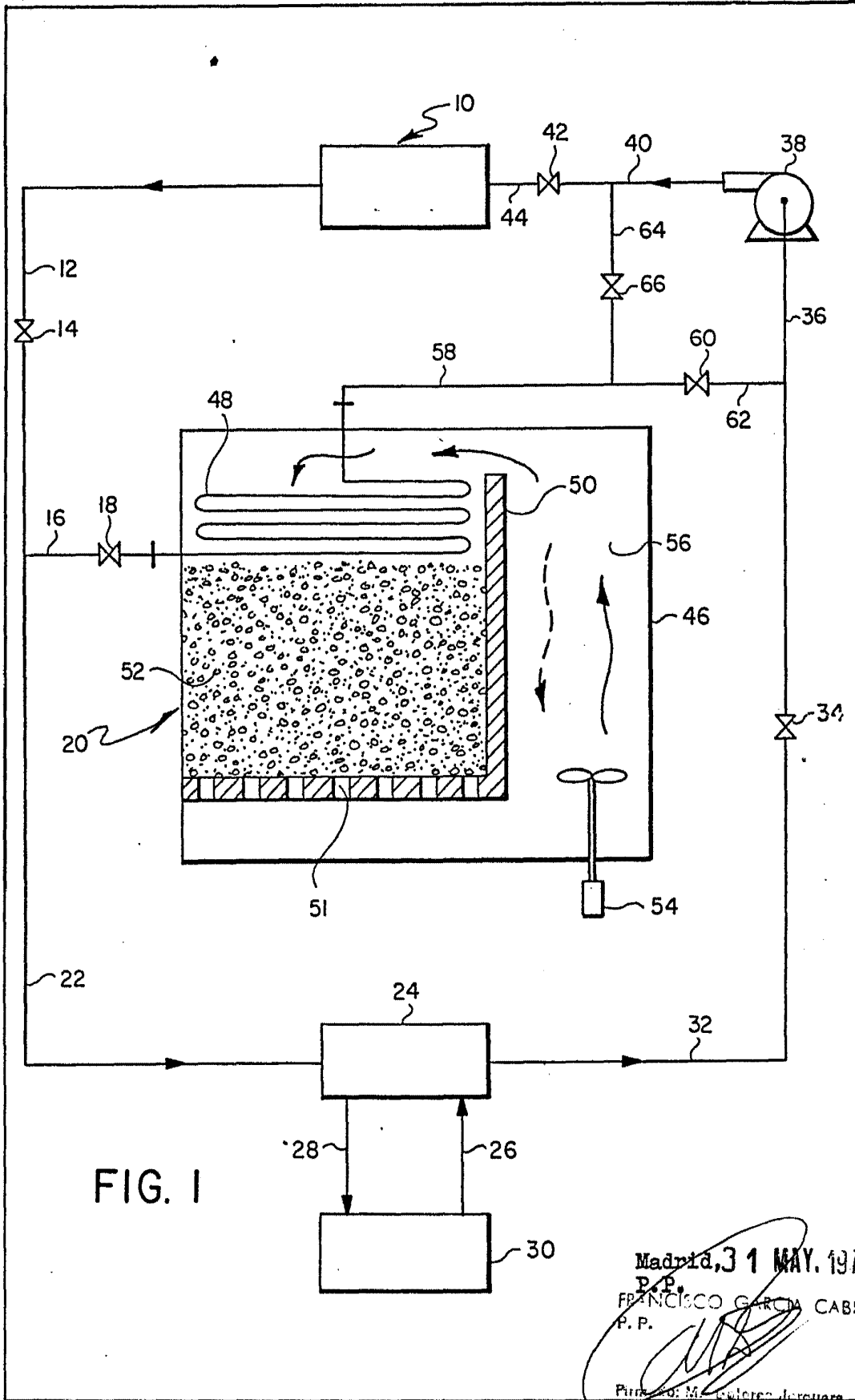
Madrid, 31 MAYO 1979

ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION

P.P.

5.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, cursive name that appears to be 'J. Luis', written over a horizontal line.



Madrid, 31 MAY. 1979
P. P.
FRANCISCO GARCIA CABRIZO
P. P.

Printed in Mexico

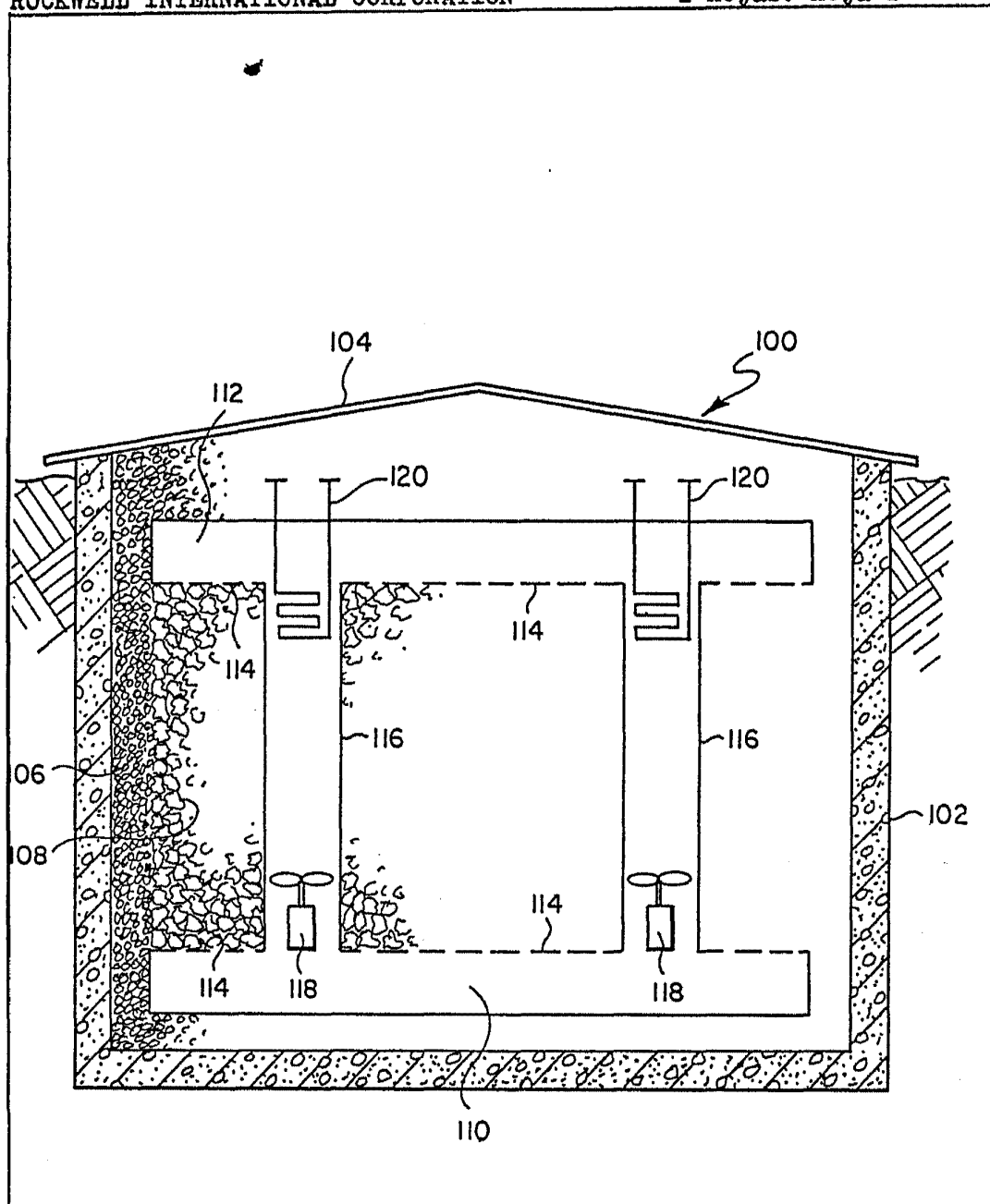


FIG. 2

Madrid, 31 MAY, 1984
P.P.
FRANCISCO GARCIA CABRIZO
P.P.
[Signature]
Firmado: M.ª Beltrán Jorquera