

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
27 de mayo de 2010 (27.05.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/058056 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
F16L 55/38 (2006.01) *F24J 3/08* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2009/070515

(22) Fecha de presentación internacional:
19 de noviembre de 2009 (19.11.2009)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
200803388
21 de noviembre de 2008 (21.11.2008) ES

(71) Solicitantes (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSITAT DE VALENCIA** [ES/ES]; Ayda. Blasco Ibáñez, 13, E-46010 Valencia (ES). **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA** [ES/ES]; CTT, Centro de Transferencia de Tecnología, Camino de la Vera s/n, E-46022 Valencia (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **MARTOS TORRES, Julio** [—/ES]. **MONTERO REGUERA, Álvaro** [—/ES]. **TORRES PAÍS, José** [—/ES]. **SORET MEDEL, Jesús** [—/ES].

(74) Mandatario: **ILLESCAS TABOADA, Manuel**; C/ Recoletos, 13 5ª Izda, E-Ma001 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHODS AND DEVICES FOR THE DYNAMIC MEASUREMENT OF THE TEMPERATURE OF A FLUID IN A HEAT EXCHANGER COUPLED TO THE GROUND

(54) Título : PROCEDIMIENTOS Y APARATOS PARA LA MEDICIÓN DINÁMICA DE LA TEMPERATURA DE UN FLUIDO EN UN INTERCAMBIADOR DE CALOR ACOPLADO AL TERRENO

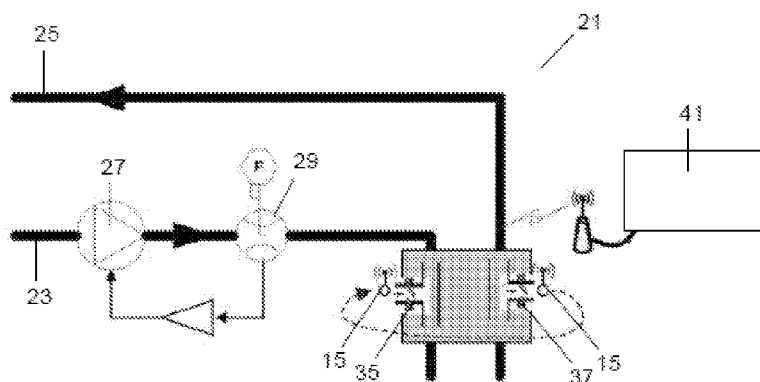


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to methods and devices for the dynamic measurement of the temperature of a fluid in a heat exchanger coupled to the ground. The methods comprise the following steps: a) providing a plurality of probes (15) with a temperature sensor and means for the temporary storage and wireless transmission of measurements; b) providing equipment (21) for circulating and controlling a fluid as well as a plurality of the aforementioned probes (15) around the exchanger; c) using said probes (15) to obtain measurements of the temperature of the fluid at predetermined time intervals as it flows through the exchanger; and d) storing the data obtained in stage c) in a medium suitable for subsequent use. The invention also relates to the structural characteristics of the probes (15) and the equipment (21).

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2010/058056 A1

**Publicada:**

— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

— antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

Procedimientos y aparatos para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno. Los procedimientos comprenden los siguientes pasos: a) proporcionar una pluralidad de sondas (15) con un sensor de temperatura y medios de almacenamiento temporal y transmisión inalámbrica de mediciones; b) proporcionar una instalación (21) para hacer circular y controlar un fluido así como una pluralidad de dichas sondas (15) por el intercambiador; c) utilizar dichas sondas (15) para obtener mediciones de la temperatura del fluido a intervalos temporales prefijados durante su circulación por el intercambiador; d) almacenar los datos obtenidos en la etapa c) en un soporte apto para su utilización posterior. La invención también se refiere a las características estructurales de dichas sondas (15) y de dicha instalación (21).

- 1 -

PROCEDIMIENTOS Y APARATOS PARA LA MEDICIÓN DINÁMICA DE LA TEMPERATURA DE UN FLUIDO EN UN INTERCAMBIADOR DE CALOR ACOPLADO AL TERRENO

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a procedimientos y aparatos para la medición de la temperatura en un intercambiador de calor acoplado al terreno y más particularmente para la medición dinámica de la temperatura de un fluido
10 circulando por un intercambiador de calor acoplado al terreno.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La energía geotérmica (además de la energía de las mareas) es la única
15 forma de energía renovable independiente del sol, teniendo su fuente definitiva en el interior de la tierra.

En los últimos años, el crecimiento de los sistemas de calefacción geotérmica se estima entre un 10% a un 30% anual [1]. Las tecnologías disponibles pueden reducir el consumo e incrementar la eficiencia del sistema
20 [2], [3], así como reducir las emisiones de CO₂. Todos estos aspectos están reflejados ampliamente en las referencias [4] - [7].

La Comunidad Europea y otras organizaciones internacionales como la DOE o la "American International Energy Agency" se refieren a dichos sistemas dentro del campo de la producción de calor mediante energías renovables. En
25 este sentido se dispone de documentos que cuantifican el calor producido en distintos países de la Comunidad Europea [4].

Una de las posibilidades para el empleo de la energía térmica son los sistemas denominados Bomba de Calor Geotérmica ("*geothermal heat pump* o *GHP*"), o Sistema de Pozos Intercambiadores de Calor ("*borehole heat*

- 2 -

exchangers, BHE”), los cuales se apoyan en la transferencia de calor mediante conducción desde los pozos de una perforación. Un fluido de transferencia térmica (habitualmente agua) circula en un lazo y lleva el agua caliente a una bomba de calor. La longitud de los intercambiadores de calor acoplados al terreno, necesarios para una producción de energía determinada, depende de las características del terreno tales como temperatura, tamaño y forma de partículas, contenido de humedad y coeficientes de transferencia de calor. El dimensionamiento correcto de los intercambiadores de calor acoplados al terreno es problemático. El sobredimensionamiento tiene unas consecuencias negativas, sobre todo económicas, mucho más importantes que en aplicaciones de climatización convencionales, de ahí la necesidad de desarrollar métodos que permitan su diseño y optimización antes de acometer su construcción. Uno de estos métodos es el Test de Respuesta Térmica (TRT), para obtener los parámetros térmicos del terreno.

El TRT típico consiste en inyectar una cierta carga de calor dentro del intercambiador de calor acoplado al terreno y medir los cambios de temperatura en el fluido circulante. El TRT fue desarrollado inicialmente en Suecia y USA en 1995 [8] y se usa actualmente en muchos países para dimensionar intercambiadores térmicos acoplados al terreno [9]. Un aspecto delicado del proceso de medida es el mantenimiento constante de la transferencia de calor porque errores del 5% pueden implicar errores en la conductividad térmica de hasta el 40% [9]. Además, el TRT realiza la medición de la temperatura del fluido únicamente en la entrada y salida del sistema, e ignora las variaciones que las propiedades físicas del suelo, como la estructura o la presencia de capas freáticas, pueden producir sobre la conductividad térmica del terreno.

Otros trabajos han explorado métodos alternativos al TRT para obtener la conductividad térmica del terreno: un sistema muy complejo basado en termómetros de fibra óptica [10], y la determinación de la conductividad utilizando un conocimiento previo del flujo geotérmico local [11].

- 3 -

La importancia de la disponibilidad de técnicas TRT queda demostrada en la iniciativa de la “Energy Conservation through Energy Storage (ECES), Implementing Agreement (IA) of International Energy Agency (IEA)” de lanzar en 2006 el Anexo 21 “Thermal Response Test” [12]. En ese sentido, uno de los factores importantes a tener en cuenta es la evolución de la temperatura del fluido térmico en los intercambiadores de calor acoplados al terreno, existiendo una demanda de métodos y aparatos que permitan obtener mediciones de esa evolución de manera eficiente.

La presente invención está orientada a la atención de esa demanda.

Referencias

[1] J. E. Bose, M. D. Smith, J. D. Spitler, *Advances in ground source heat pump systems. An international overview*, 7th IEA Conference on Heat Pump Technologies, Beijing China May 2002.

[2] J. F. Urchueguía, M. Zacaes, A. Montero, J. Martos, *Experimental comparative analysis of a ground coupled heat pump system versus a conventional air-to-air heat pump in typical conditions of the European Mediterranean coast*. Climamed 2006 Lyon (France).

[3] J. F. Urchueguía, M. Zacaes, J.M. Corberán, A. Montero, J. Martos, H. Wtite *Comparison between the energy performance of a ground coupled water to water heat pump system and an air to water heat pump system for heating and cooling in typical conditions of the European Mediterranean coast*. Energy Conversion and Management 2008 (in press)

[4] *Libro Blanco Para Una Estrategia Comunitaria y Plan De Acción; Comunicación de la Comisión: Com(97)599 Final (26/11/1997) Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*

[5] Commission Staff Working Document, *The share of renewable energy in the EU, Country Profiles, Overview of Renewable Energy Sources in the Enlarged European Union* (Brussels, 26.5.2004 SEC(2004) 547)

- 4 -

- [6] Y. Genchi, Y. Kikegawa, A. Inaba, *CO2 payback-time assessment of a regional-scale heating and cooling system using a ground source heat-pump in a high energy-consumption area in Tokyo*, Applied Energy 71 (2002) 147-160
- [7] B. Sanner, C. Karytsasb, D. Mendrinosa, L. Rybachc, *Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage in Europe*, Geothermics 32 (2003) 579–588.
- [8] W. A. Austin, *Development of an in-situ system for measuring ground thermal properties*, Master thesis Oklahoma State University, Oklahoma 1998.
- [9] H.J.L. Witte, A.J. van Gelder, J.D. Spittle; *In-situ measurement of ground thermal conductivity: The dutch perspective*, ASHRAE Transactions, Volume 108, No. 1., 2002.
- [10] E. Hurtig, B. Ache, S. Großwig, K. Hänsel; *Fibre optic temperature measurements: a new approach to determine the dynamic behaviour of the heat exchanging medium inside a borehole heat exchanger*, TERRASTOCK 2000, 8th International Conference on Thermal Energy Storage Stuttgart, August 28th to September 1st, 2000.
- [11] E. Rohner, L. Rybach, U. Schaärli; *A new, small, wireless instrument to determine ground thermal conductivity In-Situ for borehole heat exchange design*, Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey.
- [12] B. Nordell, M. Reuss, G. Hellström Annex 21: *Thermal Response Test. Draft*, Nov. 2006.
- [13] B. Sundararaman, U. Buy, A. D. Kshemkalyani; *Clock synchronization for wireless sensor networks: a survey*, Ad-Hoc network, 3(3): 282-323, 2005

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la medición dinámica de la temperatura de un fluido circulante en un intercambiador de calor acoplado al terreno.

- 5 -

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una sonda para la medición dinámica de la temperatura de un fluido circulante en un intercambiador de calor acoplado al terreno.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una instalación para la medición dinámica de la temperatura de un fluido circulante en un intercambiador de calor acoplado al terreno

En un primer aspecto, esos y otros objetos se consiguen con un procedimiento para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno que comprende los siguientes pasos:

a) Proporcionar una pluralidad de sondas con un sensor de temperatura y medios de almacenamiento y transmisión inalámbrica de una pluralidad de mediciones de temperaturas realizadas con dicho sensor.

b) Proporcionar una instalación para hacer circular un fluido así como una pluralidad de dichas sondas por el intercambiador de calor acoplado al terreno, controlando su velocidad.

c) Utilizar dichas sondas para obtener mediciones de la temperatura del fluido a intervalos temporales prefijados durante su circulación por el intercambiador de calor acoplado al terreno.

d) Almacenar los datos obtenidos en la etapa c) en un soporte apto para su utilización posterior.

En un segundo aspecto, esos y otros objetos se consiguen con una sonda autónoma para la medición de la temperatura de un fluido circulante, según el procedimiento que acabamos de mencionar, que comprende un sensor de temperatura de su entorno y medios de almacenamiento y transmisión inalámbrica de las mediciones realizadas durante un período de tiempo determinado, de acuerdo con un programa preestablecido y que tiene una forma esférica y la misma densidad de dicho fluido.

En una realización preferente la sonda tiene un diámetro menor de 30 mm y en una realización aún más preferente un diámetro menor de 25 mm. Se

- 6 -

consigue con ello una sonda cuyo tamaño permite que se desplace un reducido volumen de fluido térmico y que, por lo tanto, no altere el comportamiento térmico del punto donde se mide la temperatura.

5 En una realización preferente, las sondas comprenden también un sensor de presión. Se consigue con ello mejorar la precisión en el cálculo de la posición de la sonda en el momento de la medida de la temperatura.

En otro aspecto, esos y otros objetivos se consiguen con una instalación para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno que comprende:

10 - Un equipo hidráulico para hacer circular un fluido por el intercambiador de calor a una velocidad predeterminada que incluye un conducto de entrada y un conducto de salida al/del mismo, una válvula de inserción de las sondas mencionadas en dicho conducto de entrada y una válvula de extracción de dichas sondas de dicho conducto de salida;

15 - Un equipo informático con medios de control de dicho equipo hidráulico y medios de comunicación inalámbrica con dichas sondas para proporcionarles los parámetros de configuración y para recibir los datos de las mediciones de temperatura obtenidos durante su circulación por el intercambiador de calor acoplado al terreno así como medios de almacenamiento de dichos datos.

20 En una realización preferente los medios de control del equipo hidráulico comprenden medios para controlar el momento de la inserción y extracción de dichas sondas. Se consigue con ello un control muy preciso de la dinámica de circulación de las sondas.

25 En una realización preferente, la instalación para la medición dinámica de la temperatura comprende detectores de paso instalados junto a las válvulas de inserción y de extracción. Se consigue con ello mejorar la precisión de la medida del tiempo de tránsito de la sonda por el intercambiador.

30 En una realización preferente, el equipo hidráulico incluye medios de calentamiento y enfriamiento del fluido, mediante el empleo de dispositivos tales como bombas de calor, células Peltier, sistemas de resistencias o similares,

- 7 -

empleados individualmente o en combinación. Se consigue con ello que las medidas dinámicas de la evolución de la temperatura se puedan hacer para distintas temperaturas del fluido a la entrada del intercambiador térmico acoplado al terreno.

- 5 Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa de su objeto en relación con las figuras que le acompañan.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10

La Figura 1 es una vista esquemática de la instalación objeto de la presente invención.

Las Figuras 2 y 3 muestran dos configuraciones típicas de intercambiadores de calor acoplados al terreno.

15

La Figura 4 muestra una imagen del circuito electrónico de la sonda autónoma en una realización preferente de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20

Para simplificar la descripción detallada de la presente invención nos referiremos a ella como un sistema en el que cabe enmarcar los procedimientos y aparatos que son objeto específico de la misma.

El sistema para la medición dinámica de la temperatura del fluido térmico en un intercambiador de calor acoplado al terreno comprende tres sub-sistemas

25

básicos:

- Un sub-sistema hidráulico para gestionar la circulación del fluido térmico por el intercambiador de calor acoplado al terreno.

- Un sub-sistema de medición de la temperatura del fluido térmico, compuesto por un conjunto de sondas autónomas que se hacen circular por dicho intercambiador y son capaces de transferir las mediciones realizadas mediante señales de radio.

30

- 8 -

- Un sub-sistema informático para el control del subsistema de medición y el registro y análisis de las mediciones realizadas.

El sub-sistema hidráulico

La Figura 1 muestra esquemáticamente el sub-sistema hidráulico como un equipo hidráulico, que forma parte de la instalación 21, con un conducto de ida 23 y un conducto de vuelta 25 conectados por un lado a un tanque contenedor (no representado) de un fluido, preferentemente agua, y por otro lado a un intercambiador de calor acoplado al terreno (no representado), una bomba de circulación 27 asociada a un caudalímetro 29 y dos válvulas 35, 37 para, respectivamente, la inserción de sondas 15 en el conducto de ida 23 y la recuperación de sondas 15 en el conducto de vuelta 25.

El sub-sistema hidráulico comprende también medios de calentamiento y enfriamiento del fluido (no representados). Dichos medios pueden consistir en dispositivos tales como bombas de calor, células Peltier, sistemas de resistencias o similares, empleados bien individualmente o en combinación.

Adicionalmente, el equipo hidráulico también incluye un conjunto de sensores (no representados salvo el caudalímetro 29) para monitorizar varias variables de interés tales como el caudal, la temperatura del agua a la entrada y salida del intercambiador térmico, la temperatura en el tanque y la presión en los conductos.

La Figura 1 también ilustra una comunicación inalámbrica entre las sondas 15 y un equipo informático 41 al que nos referiremos en detalle más adelante.

Las Figuras 2 y 3 muestran dos configuraciones típicas de intercambiadores de calor acoplados al terreno en los que puede utilizarse el sistema objeto de la presente invención: una configuración 11 en forma de U y una configuración 13 con conductos coaxiales. Esos intercambiadores de calor 11, 13 están dispuestos en pozos 25 perforados en el terreno entre un material de relleno 17 apropiado. La transferencia de calor tiene lugar desde el fluido

- 9 -

térmico al terreno o viceversa a través de las paredes de los conductos 11, 13 y los materiales de relleno 17.

La instalación 21 mencionada está configurada para acoplarse al intercambiador de calor 11 en forma de U, pero como bien comprenderá el experto en la materia la invención también comprende una instalación configurada para acoplarse a un intercambiador de calor 13 coaxial.

El sub-sistema de medición

El objetivo de la invención es obtener mediciones de utilidad para determinar el comportamiento espacial y temporal del intercambiador de calor acoplado al terreno y en particular mediciones de la temperatura del fluido térmico circulando a través de la totalidad del intercambiador de calor en varios momentos temporales separados por intervalos de duración preestablecida. Así pues, los instrumentos de medida deben ser capaces de medir los cambios de temperatura del fluido circulando por el conducto.

Los instrumentos de medida que se utilizan en una realización preferente de la invención son sondas autónomas de temperatura de pequeña dimensión que pueden moverse con la corriente de agua a lo largo del intercambiador de calor y que disponen de un sistema de adquisición, almacenamiento y descarga de los datos de temperatura, así como de la fuente de energía necesaria.

En una realización preferente esas sondas comprenden un circuito basado en un transceptor de radiofrecuencia para dispositivos de corto alcance ("Short Range Device, SRD") en una banda libre ISM ("Industrial, Scientific, Medical"), un sistema programable de adquisición basado en microcontrolador, un dispositivo de memoria para almacenamiento temporal de los datos adquiridos, un circuito de monitorización de la temperatura y una batería para proporcionarle energía. Sus principales características funcionales son las siguientes:

- Rango de temperatura: 0-40°.

- 10 -

- Resolución de la temperatura: $< 0.05^{\circ}$.
- Precisión de la temperatura: $< 0.05^{\circ}$.
- Rango de muestreo: 0,1-10 s.
- Capacidad de muestreo: 1000 muestras.

5 El transceptor incluye un microcontrolador que se encarga de la gestión de las comunicaciones, la adquisición de datos y el suministro de energía y lleva un código embebido para el control en cuatro estados diferentes: “Desconectado”, “Configuración”, “En adquisición”, “Descarga”.

10 La sonda está en estado “Desconectado”, sin consumir energía, mientras espera a ser usada para medir temperaturas. Una señal apropiada provoca el cambio al estado “Configuración” para recibir las indicaciones correspondientes para la medición de temperaturas. El protocolo es muy simple para alcanzar una buena eficiencia energética y ahorrar energía. La longitud de los mensajes es corta y se minimizan los acuses de recibo ya que la distancia entre los

15 transceptores es pequeña y la tasa de error reducida. Cuando se completa la configuración, se produce el cambio al estado “En adquisición”. Como en este estado el transceptor no trabaja, es posible utilizar la frecuencia de un reloj secundario en vez de la del principal para ahorrar energía. A lo largo de su circulación por el intercambiador de calor, una sonda permanece en estado

20 “dormido” desde la adquisición de un dato hasta el siguiente con el consiguiente ahorro de energía. Cuando se han efectuado todas las mediciones, se produce el cambio de estado a “Descarga”. Se recupera el reloj principal y se sitúa al transceptor en el modo de transferencia de datos al exterior. Una vez finalizada la transferencia se produce el cambio de estado a “Desconectado”.

25 Un factor clave para la correcta sincronización de datos es la sincronización del reloj de todas las sondas al inicio de una adquisición que debe ser menor de 1ms entre todas las sondas. Por ejemplo, el Protocolo RBS “Reference Broadcasts Synchronization” [13] cumple las restricciones de tiempo y consumo de energía.

- 11 -

Una característica esencial de las sondas 15 es que deben medir las variaciones de temperatura del pequeño volumen de agua que las acompaña durante su circulación por el intercambiador de calor. Por ello deben tener la densidad del agua y un tamaño lo más pequeño posible para moverse sin deslizamientos respecto al flujo del fluido térmico. A esos efectos, en una realización preferente de la invención, tienen una configuración esférica y un diámetro menor de 30 mm y en una realización más preferente un tamaño menor de 25 mm. Esos tamaños de la sonda permiten por otra parte que puedan circular a lo largo de la mayoría de intercambiadores de calor acoplados al terreno, cuyos conductos tienen generalmente diámetros superiores.

En una realización preferente de la invención, las sondas 15 están provistas de sensores de presión. Dichos sensores resultan de utilidad para calcular más eficazmente la posición de la sonda en el momento de la medida de la temperatura.

En una realización preferente de la invención, la instalación comprende, adicionalmente, detectores de paso (no representados) instalados junto a las válvulas de inserción 35 y de extracción 37. Dichos detectores de paso permiten aumentar la precisión en el cálculo del tiempo de tránsito de las sondas.

El sub-sistema informático

El sub-sistema informático 41 consiste básicamente en un ordenador dotado de medios de comunicación con las sondas 15 y de un programa de ordenador para controlar los elementos físicos del sistema 27, 35, 37, la configuración de las sondas 15, así como para la recepción y el análisis de las medidas realizadas.

Se citan seguidamente algunos de los parámetros manejados por dicho programa:

- Parámetros de las mediciones a realizar: caudal del flujo de agua, resolución espacial y tiempo de inserción de las sondas 15.

- 12 -

- Parámetros del intercambiador de calor acoplado al terreno en el que se llevan a cabo las mediciones.

- Parámetros relativos al número de sondas 15 a emplear y el periodo entre inserciones a su entrada y su correspondiente extracción a la salida de la
5 instalación 21.

Respecto a la utilidad de los datos recibidos de las sondas, hay que tener en cuenta que la transferencia de calor tiene lugar desde el fluido térmico al terreno o viceversa a través de las paredes de los conductos y los materiales de relleno. Si el suelo es homogéneo e isotrópico en sus características
10 térmicas, el calor transferido será proporcional a la diferencia de temperatura entre el fluido térmico y el terreno, resultando aplicable la Teoría de la Fuente Lineal de Kelvin. En estado estacionario, la conductividad térmica efectiva del suelo puede ser calculada como la media aritmética de las temperaturas en
15 entrada y salida del fluido térmico. Pero este cálculo no permite diferenciar los efectos de las diferentes capas geológicas ni la presencia de flujos de agua subterráneos ni el comportamiento dinámico del terreno. En este sentido, y a partir de los datos de temperaturas tomados por dichas sondas según un programa temporal preestablecido dicho programa de ordenador puede incluir el código correspondiente para calcular la conductividad térmica de las distintas
20 capas geológicas que atraviesa el intercambiador de calor acoplado al terreno, así como otros parámetros interesantes, tal como el tiempo de recuperación del terreno. Así mismo el programa de ordenador puede incluir código para comparar los resultados obtenidos con métodos convencionales.

Una característica importante de la presente invención es que se
25 conocen las referencias espaciales de las medidas de la temperatura aportadas por las sondas 15 a través del cálculo de la distancia recorrida durante su circulación por el intercambiador del calor acoplado al terreno ya que se controla la velocidad del flujo. En otros sistemas las referencias espaciales se obtienen a partir de medidas de presión aportadas por sensores de presión. Las
30 sondas 15 no comprenden necesariamente el uso de sensores de presión,

- 13 -

aunque pueden incorporarlos opcionalmente como ayuda en el cálculo de la posición de la sonda.

Una ventaja importante del sistema objeto de la presente invención es su fácil transportabilidad e instalación.

5 Otra ventaja importante del sistema objeto de la presente invención es la posibilidad de su uso por personal no especializado.

Otra ventaja importante del sistema objeto de la presente invención es que permite la obtención de las mediciones relevantes para evaluar la conductividad térmica del terreno en un tiempo corto.

10 Otra ventaja importante del sistema objeto de la presente invención es que se puede utilizar sobre instalaciones en explotación para medir la degradación de la respuesta térmica del terreno, o modificaciones del comportamiento térmico de las capas geológicas que atraviesa el intercambiador, gracia a las válvulas de inserción y extracción de las sondas.

15 Otra ventaja importante del sistema objeto de la presente invención es que no está limitado su uso a intercambiadores acoplados al terreno realizados con perforaciones verticales, también puede utilizarse en bucles horizontales.

En la realización preferente que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido
20 por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13), caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

- a) proporcionar una pluralidad de sondas (15) con un sensor de temperatura y medios de almacenamiento temporal y transmisión inalámbrica de una pluralidad de mediciones de temperaturas realizadas con dicho sensor;
- b) proporcionar una instalación (21) para hacer circular un fluido así como una pluralidad de dichas sondas (15) por el intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) controlando su velocidad;
- c) utilizar dichas sondas (15) para obtener mediciones de la temperatura del fluido a intervalos temporales prefijados durante su circulación por el intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13);
- d) almacenar los datos obtenidos en la etapa c) en un soporte apto para su utilización posterior.

2.- Procedimiento para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según la reivindicación 1, caracterizado porque las sondas (15) se insertan en la instalación (21) en una ubicación prefijada y circulan a la misma velocidad del fluido de manera que su posición espacial en el intercambiador acoplado al terreno (11, 13) puede ser determinada en función de la velocidad del fluido y el tiempo transcurrido desde su inserción.

3.- Sonda autónoma (15) para la medición de la temperatura de un fluido circulante según el procedimiento objeto de la reivindicación 1 que comprende un sensor de temperatura de su entorno y medios de almacenamiento y transmisión inalámbrica de las mediciones realizadas durante un período de

- 15 -

tiempo determinado de acuerdo con un programa preestablecido, caracterizada porque tiene una forma esférica y la misma densidad de dicho fluido.

4.- Sonda autónoma (15) según la reivindicación 3, caracterizada porque
5 tiene un diámetro menor de 30 mm.

5.- Sonda autónoma (15) según la reivindicación 3, caracterizada porque tiene un diámetro menor de 25 mm.

10 6.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13), caracterizada porque comprende:

- Un equipo hidráulico para hacer circular un fluido por el intercambiador de calor (11, 13) a una velocidad predeterminada que incluye un conducto de
15 entrada (23) y un conducto de salida (25) al/del mismo, una válvula de inserción (35) de sondas (15) según las reivindicaciones 3 a 5 en dicho conducto de entrada (31) y una válvula de extracción (37) de dichas sondas (15) de dicho conducto de salida (33);

- Un equipo informático (41) con medios de control de dicho equipo
20 hidráulico (21) y medios de comunicación inalámbrica con dichas sondas (15) para proporcionarles los parámetros de configuración y para recibir los datos de las mediciones de temperatura obtenidos durante su circulación por el intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) así como medios de almacenamiento de dichos datos.

25

7.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según la reivindicación 6, caracterizada porque dichos medios de control del equipo hidráulico comprenden medios para controlar el momento de la inserción y
30 extracción de dichas sondas (15).

- 16 -

8.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, caracterizada porque dicho equipo hidráulico también comprende medios para el calentamiento y enfriamiento del fluido.

9.- Procedimiento para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, caracterizado porque la pluralidad de sondas (15) están provistas de sensores de presión.

10.- Sonda autónoma (15) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada porque está provista, adicionalmente, de un sensor de presión.

11.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según la reivindicación 8, caracterizada porque los medios para el calentamiento y enfriamiento del fluido comprenden el uso de bombas de calor, células Peltier o resistencias, empleados individualmente o en combinación.

12.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, 11, caracterizada porque comprende, además, detectores del paso de las sondas (15) instalados junto a las válvulas de inserción (35) y de extracción (37).

13.- Instalación (21) para la medición dinámica de la temperatura de un fluido en un intercambiador de calor acoplado al terreno (11, 13) según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, 11-12, caracterizada porque las sondas (15) están provistas de un sensor de presión.

1/1

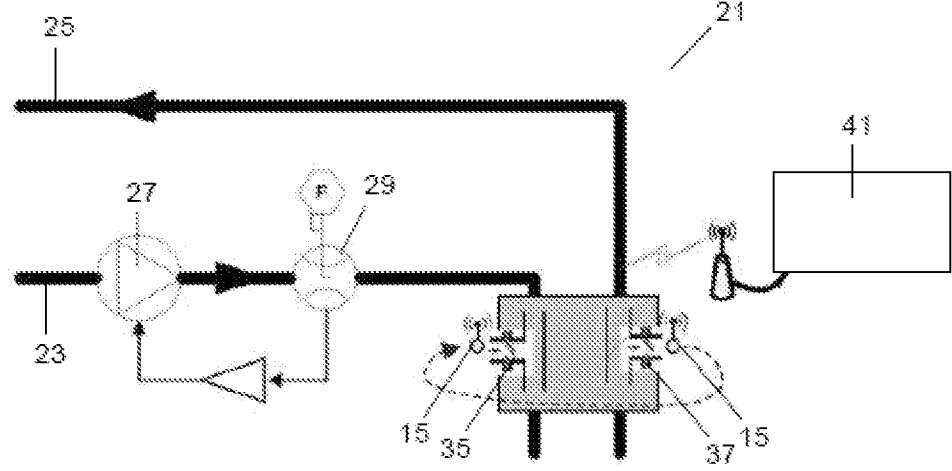


FIG. 1

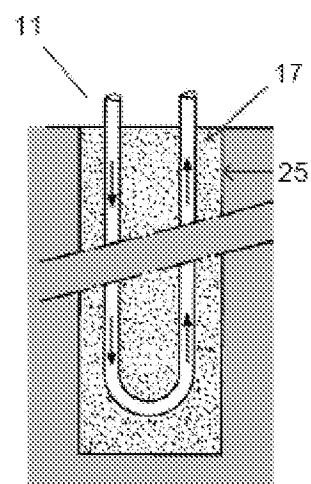


FIG. 2

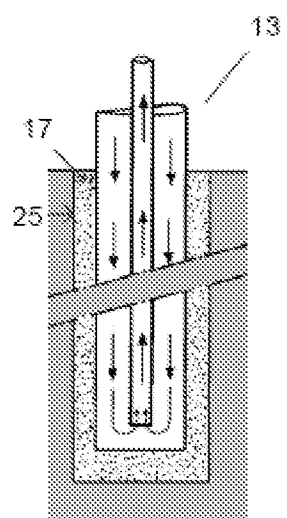


FIG. 3

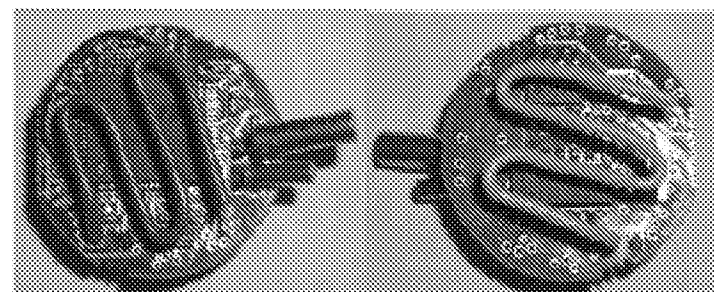


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ ES 2009/070515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16LM F24J, G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES, EPODOC, WPI, TEXTEN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005011645 A1 (ARONSTAM et al.) 20.01.2005, abstract; paragraphs [10-11]; paragraphs [22-23]; paragraphs [26-27]; paragraph [31]; paragraphs [36-38]; claims 1, 13, 14, 24, 30 - 32; figures 1, 3 and 6.	1-13
Y	EP 1600749 A1 (GEOWATT AG) 30.11.2005, paragraphs [5-19]; paragraphs [23-51]; figures 1-3.	1-13
A	US 2003121338 A1 (YATES) 03.07.2003, abstract; paragraphs [24-28]; figure 1.	3
A	FR 2441840 A1 (VICHA) 13.06.1980, page 1, lines 1-31; page 3, lines 21-33; figures 1 and 3.	8, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2010 (16.03.2010)

Date of mailing of the international search report

(22/03/2010)

Name and mailing address of the ISA/
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

A. Figuera González

Telephone No. +34 91 349 55 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2009/070515

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005011645 A	20.01.2005	WO 0073625 A CA 2641431 A CA 2375080 AC AU 5046000 A NO 20015771 A NO 320858 B EP 1181435 AB EP 20000932786 US 6443228 B US 2002185273 A US 6745833 B US 2003056607 A US 6935425 B US 6976535 B	07.12.2000 07.12.2000 07.12.2000 18.12.2000 22.01.2002 06.02.2006 27.02.2002 25.05.2000 03.09.2002 12.12.2002 08.06.2004 27.03.2003 30.08.2005 20.12.2005
EP 1600749 AB	30.11.2005	DE 102004026381 B AT 348320 T	05.01.2006 15.01.2007
US 2003121338 A	03.07.2003	WO 0170422 A AU 4084201 A NO 20024511 A BR 0108626 A EP 1268093 A	27.09.2001 03.10.2001 20.09.2002 17.12.2002 02.01.2003
FR 2441840 A B	13.06.1980	NONE	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ ES 2009/070515

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16L 55/38 (2006.01)

F24J 3/08 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ ES 2009/070515

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

F16LM F24J, G01K

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

INVENES, EPODOC, WPI, TEXTEN

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	US 2005011645 A1 (ARONSTAM et al.) 20.01.2005, resumen; párrafos [10-11]; párrafos [22-23]; párrafos [26-27]; párrafo [31]; párrafos [36-38]; reivindicaciones 1, 13, 14, 24, 30 - 32; figuras 1, 3 y 6.	1-13
Y	EP 1600749 A1 (GEOWATT AG) 30.11.2005, párrafos [5-19]; párrafos [23-51]; figuras 1-3.	1-13
A	US 2003121338 A1 (YATES) 03.07.2003, resumen; párrafos [24-28]; figura 1.	3
A	FR 2441840 A1 (VICHA) 13.06.1980, página 1, líneas 1-31; página 3, líneas 21-33; figuras 1 y 3.	8, 11

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

16 Marzo 2010 (16.03.2010)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

22 de marzo de 2010 (22/03/2010)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

N° de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

A. Figuera González

N° de teléfono +34 91 349 55 16

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES 2009/070515

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US 2005011645 A	20.01.2005	WO 0073625 A CA 2641431 A CA 2375080 AC AU 5046000 A NO 20015771 A NO 320858 B EP 1181435 AB EP 20000932786 US 6443228 B US 2002185273 A US 6745833 B US 2003056607 A US 6935425 B US 6976535 B	07.12.2000 07.12.2000 07.12.2000 18.12.2000 22.01.2002 06.02.2006 27.02.2002 25.05.2000 03.09.2002 12.12.2002 08.06.2004 27.03.2003 30.08.2005 20.12.2005
EP 1600749 AB	30.11.2005	DE 102004026381 B AT 348320 T	05.01.2006 15.01.2007
US 2003121338 A	03.07.2003	WO 0170422 A AU 4084201 A NO 20024511 A BR 0108626 A EP 1268093 A	27.09.2001 03.10.2001 20.09.2002 17.12.2002 02.01.2003
FR 2441840 A B	13.06.1980	NINGUNO	-----

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

F16L 55/38 (2006.01)

F24J 3/08 (2006.01)