

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 083**

51 Int. Cl.:

H05B 1/02 (2006.01)

F24D 13/02 (2006.01)

H05B 3/26 (2006.01)

H05B 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2015 PCT/PT2015/000013**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15130183**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2015 E 15719015 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 3139700**

54 Título: **Sistema de gestión activa para energía en pavimentos y/o muros de hormigón**

30 Prioridad:

27.02.2014 PT 10748814

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.07.2018

73 Titular/es:

CMP-CIMENTOS MACEIRA E PATAIAS S.A.
(100.0%)

Maceira-Liz
2405-019 Maceira Lra, PT

72 Inventor/es:

JESUS DE SEQUEIRA SERRA NUNES. ANGELA MARIA;
AIRES VERMELHUDO, VITOR MANUEL;
SILVESTRE MENDES PINTO DE MOURA, BRUNA GABRIELA;
DA SILVA SAMPAIO E PORTELA, ANA RUTE;
E BRANQUINHO DE PAIS MONTEIRO, JOANA DA FONSECA;
VIEIRA RIBEIRO, MIGUEL BRUNO;
DA FONSECA, JOANA DINIZ;
POÇAS GONÇALVES, JOSÉ JOAQUIM;
NETO GUIMARÃES PEREIRA, JOÃO LUÍS y
CARVALHO GOMES, JOÃO MANUEL

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 676 083 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de gestión activa para energía en pavimentos y/o muros de hormigón

La presente solicitud es un sistema que permite llevar a cabo la gestión activa de energía en un suelo o muro de hormigón, en su revestimiento, o en una placa prefabricada de hormigón o de micro-hormigón, por medio del control y la monitorización del ambiente y de sistemas de calentamiento integrados, aprovechando la inercia térmica del material y de su capacidad térmica. Esta invención consiste asimismo en un proceso para integrar en el hormigón tanto los sistemas de calentamiento como su respectiva electrónica para adquisición y transmisión de señales.

Técnica actual

Las preocupaciones con la eficiencia energética en edificios han sido una materia muy discutida y analizada, habiéndose convertido en una estrategia mundial. La propia Comisión Europea ha identificado esta cuestión en el documento "A lead market initiative for Europe" ("Iniciativa en favor de los mercados líderes de Europa"), es decir, como área de actuación estratégica caracterizada por su gran capacidad para la innovación y el desarrollo tecnológico, presentando continuamente nuevas soluciones al mercado que contribuyen a una eficiencia energética mejorada y a un aislamiento térmico mejorado de los edificios. Adicionalmente, la agenda estratégica dentro de la Plataforma Tecnológica Europea para construcción y hábitat sostenible identificó asimismo como una prioridad de investigación el desarrollo de estructuras y materiales que contribuyan a una mejor gestión térmica y a la eficiencia energética de los edificios, contribuyendo al confort térmico de los usuarios y a un impacto positivo sobre los costes energéticos y las emisiones de CO₂. En paralelo, el Consejo Mundial para el Desarrollo Sostenible definió una serie de acciones, tales como el despliegue y la utilización de nuevas tecnologías en el sector del desarrollo de materiales utilizados en construcción de edificios, que fomentan la eficiencia energética y la gestión térmica para favorecer la sostenibilidad. Estas acciones incluyen avances a nivel de materiales multicapa y/o revestidos con el fin de mejorar las propiedades de gestión térmica y los sensores que permiten la monitorización y el control de estas características.

La invención descrita en la presente memoria consiste en la integración de sistemas de calentamiento ajustables y controlados por el usuario, en piezas, muros o suelos de hormigón y revestimientos respectivos. Este sistema permite una reducción del consumo de energía en el edificio, contribuyendo sin embargo a mejorar los aspectos estéticos y decorativos, dado que están completamente integrados en el edificio y tienen un diseño personalizado.

Con esto, el hormigón descrito en esta solicitud se compone de:

- 1) Sistemas de calentamiento;
- 2) Sistemas de control y monitorización;
- 3) Materiales para maximizar el rendimiento y la eficiencia energética: materiales de cambio de fase (PCM, phase-change materials), materiales reflectantes y hormigón con propiedades de aislamiento térmico mejoradas.

Además de estas características, y del hecho de que todos sus componentes están perfectamente integrados en el hormigón, este hormigón con gestión activa de energía presenta un diseño personalizado.

En esta invención, se desarrollan sistemas de calentamiento utilizando técnicas que permiten la impresión directa de circuitos con materiales que tienen diferentes resistencias eléctricas (o con resistencias totales del circuito controladas). Esta impresión se realiza sobre sustratos flexibles/rígidos o directamente sobre la superficie de hormigón.

Estos circuitos de calentamiento se controlan por medio de sistemas de monitorización compuestos por software inalterable, hardware y sensores (de temperatura y/o humedad). Para que el usuario pueda controlar la temperatura ambiental y el sistema funcione de manera autónoma e inteligente, todas las piezas de hormigón y los sistemas de calentamiento estarán conectados a través de un bus o de módulos inalámbricos que comunican con un módulo central de gestión de la temperatura para cada zona a controlar. Este módulo central comunica con un sistema domótico o un dispositivo móvil, permitiendo al usuario ajustar perfiles de temperatura para cada ambiente, definir programas de calentamiento, comprobar alertas emitidas siempre que se detecten situaciones anómalas, leer parámetros de temperatura y/o de humedad en tiempo real, controlar remotamente el sistema y monitorizar el consumo. Este control por el usuario se puede llevar a cabo localmente o en cualquier lugar con acceso a internet.

El hecho de que el sistema de calentamiento, control y monitorización esté perfectamente integrado en el hormigón de manera no visible, es ya una innovación.

Actualmente existen varios sistemas de calentamiento eléctrico en el mercado (basados en efecto Joule) para su integración en materiales y estructuras de construcción/acabado, con énfasis particular en la integración en

aplicaciones de calentamiento bajo suelo/pavimento radiante (material intercalado). Habitualmente, estos sistemas de calentamiento consisten en elementos resistivos (alambre o bobinados de alambre, tal como de cobre y/o aluminio) encapsulados en estructuras poliméricas o incluso textiles (revestimientos físicos), que a continuación se colocan bajo la superficie del suelo o de estructuras de revestimiento de muros [1].

Para aplicaciones de tipo pavimento, estas estructuras se montan habitualmente mediante la integración de un alambre/bobinado de alambre revestido con tejidos poliméricos o textiles (con materiales que pueden soportar variaciones continuas de temperatura entre -10°C y 60°C), y a continuación se colocan sobre la superficie de construcción, colocando los paneles del suelo en su superficie. A continuación, todo el sistema se conecta a la red eléctrica convencional a través de un convertidor CC/AC, en el que el controlador de temperatura está integrado en la estructura del edificio o colocado en un armazón móvil adecuado a tal efecto (habitualmente, una consola cableada). Esta solución es desmontable parcialmente (dado que involucra la extracción del pavimento), lo que es una ventaja puesto que permite un acceso más fácil al sistema de calentamiento en caso de mantenimiento, pero sin embargo, como consecuencia, el sistema presenta habitualmente más fallos en funcionamiento o un mayor desgaste, así como mayores costes de integración y mayores costes de material [2]. Otra solución comercial disponible actualmente es la integración directa de los elementos de calentamiento en forma de cables con revestimiento polimérico, en la que el cable está integrado en el revestimiento exterior del muro o en el pavimento, o integrado en las estructuras del suelo flotante o en el revestimiento del muro (aplicaciones en el exterior de estructuras de hormigón). Estos cables revestidos permitirán el calentamiento de la estructura también por efecto Joule (calentamiento radiante bajo suelo), pero tienen habitualmente una eficiencia energética menor que la obtenida con sistemas de calentamiento en formato de pantalla (lámina plana) [3].

El documento WO2012/012516 A1 se refiere a la colocación de sistemas de calentamiento bajo superficies de hormigón. En el proceso inventivo descrito, el hormigón es rociado, o se forma una capa de mortero sobre una lámina de microfibras o nanofibras de carbono con electrodos impresos (metálicos u otros) que, mediante la aplicación de una tensión, funciona como un sistema de calentamiento. El sistema se diferencia de uno descrito en la presente memoria, dado que los sistemas de calentamiento, sean del tipo que sean, se colocan bajo la superficie de hormigón y no en el interior de la pieza de hormigón.

En el documento WO2014024165 A2 se da a conocer un procedimiento para imprimir dispositivos de calentamiento sobre sustratos flexibles y sustratos no flexibles, tal como en hormigón. Sin embargo, en particular para este sustrato, el documento se diferencia de la presente solicitud, en la que existe la posibilidad de permitir un incremento de la eficiencia energética y, por lo tanto, un mejor control de la temperatura de confort en la superficie de hormigón. La utilización de un sistema de control -incluyendo monitorizar la humedad relativa de la estructura de hormigón, circuitos de calentamiento, materiales de cambio de fase y de encapsulamiento- permite el funcionamiento del circuito de calentamiento sin problemas adicionales, problemas que no se tratan en la patente WO2014024165 A2. Utilizar este tipo de sustrato, bastante higroscópico, es posible solamente con una monitorización apropiada y la corrección autónoma de la humedad en el mismo. Esta corrección es posible solamente mediante la activación automática del sistema de calentamiento después de que se haya detectado mediante el sensor de humedad un valor de humedad máximo calibrado previamente. Por esta razón, la utilización de hormigón como sustrato de soporte para imprimir circuitos de calentamiento está limitada a un cierto intervalo de humedad relativa en la estructura descrita en la invención, pero este parámetro no se menciona en el documento citado.

En otras palabras, la solicitud de patente WO 2014024165 tiene serios inconvenientes en relación con el funcionamiento correcto de la invención presentada, los cuales son superados con la presente invención.

Las mejoras tratadas en esta invención y las diferencias con respecto a la técnica anterior se garantizan por medio de una mejor calidad de impresión de los sistemas de calentamiento sobre superficie de hormigón. Por un lado, la máxima calidad de impresión es el resultado del tratamiento superficial por medio de revestimientos de barnices y/o pinturas formulados especialmente a tal efecto. Por otro lado, esta mejora se debe a la selección de un hormigón cuyas características intrínsecas son adecuadas para el proceso de impresión, tal como una rugosidad menor de 0,5 µm y una porosidad menor del 10 %.

Se ha descubierto que la impresión de sistemas de calentamiento directamente sobre sustratos de hormigón es válida solamente en dichos intervalos de rugosidad superficial, porosidad y compacidad del hormigón, demostrando que dicha impresión directa de la técnica anterior no es válida en ningún intervalo propuesto sino solamente en los intervalos proporcionados y mencionados en esta invención.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proponer un intervalo de rugosidad, porosidad, compacidad, grosor del material impreso, anchura del material impreso, potencia del circuito impreso y un procedimiento de encapsulamiento del sistema electrónico, en los que todo el sistema sea completamente operativo y viable desde un punto de vista tecnológico, dado que fuera de estos intervalos no existe ningún tipo de funcionalidad viable de los sistemas impresos directamente sobre un sustrato de hormigón.

Se debe observar que los intervalos generales proporcionados en la técnica anterior no incluyen los intervalos de rugosidad, porosidad, compacidad, grosor del material impreso, anchura del material impreso, potencia de circuito

impreso y el procedimiento de encapsulamiento del sistema electrónico, que permitirían construir un sistema válido específicamente para sustratos de hormigón. La definición de los intervalos específicos en los que un sistema de calentamiento impreso directamente sobre hormigón es válido y funcional se identifican solamente en el alcance de esta invención, siendo estos los valores apropiados y específicos para sustratos de hormigón que tienen las propiedades mencionadas anteriormente.

En el caso de sistemas de calentamiento impresos en hormigón, el funcionamiento es válido solamente cuando las pistas impresas tienen longitudes que varían de 50 a 3000 mm. Para longitudes mayores, existe una caída de tensión que impide el funcionamiento de los sistemas de calentamiento impresos. En relación con la anchura de estas pistas, el funcionamiento del sistema de calentamiento está garantizado solamente para valores entre 2,5 y 20 mm, mientras que su grosor está en el intervalo de 10 a 200 μm . Este grosor está determinado por la rugosidad y la porosidad de la superficie de hormigón así como por la densidad material y se debería optimizar para garantizar la uniformidad de la impresión, garantizando de ese modo la funcionalidad del sistema. Se consideran grosores en el intervalo de 10 a 100 μm para valores de rugosidad superficial menores de 0,5 μm , y en el intervalo de 100 a 200 μm para valores mayores de 0,5. El funcionamiento de los sistemas de calentamiento impresos en hormigón es posible solamente para valores de porosidad menores del 10 %. La distancia entre las barras colectoras está comprendida entre 40 y 400 mm, la cual se debería definir en función de las propiedades del hormigón (porosidad, compacidad, rugosidad y densidad del hormigón).

Por lo tanto, el sistema de calentamiento descrito en esta solicitud fue diseñado y caracterizado para su implementación específica en hormigón, de tal modo que sus características y propiedades están por encima de la técnica anterior cuando se integra en este sustrato específico. En este caso, la potencia de los circuitos de calentamiento impresos está entre 50 y 300 W/m^2 .

El sistema de monitorización y control descrito en esta solicitud tiene asimismo ventajas significativas sobre la técnica anterior. Este sistema permite que el hormigón se comporte de manera inteligente, regulando la potencia suministrada al sistema de calentamiento para garantizar una temperatura dentro de la zona de control, y calculando la potencia necesaria para cada tipo de hormigón utilizado y el área en la que este se aplica, con el fin de maximizar su eficiencia energética. Esta temperatura puede asimismo ser ajustada por el usuario, cuando lo desee, localmente o en cualquier lugar con acceso a internet, lo que añade un valor significativo en comparación con los ya existentes en el mercado. La integración de estos componentes en hormigón se lleva a cabo asimismo para maximizar la durabilidad y funcionalidad de los sistemas integrados, para valores mayores que los de productos similares. Es decir, esta monitorización controlada y el bajo consumo de potencia del sistema de calentamiento permiten obtener eficiencias energéticas entre el 5 y 10 %, y que la temperatura del entorno permanezca próxima a la temperatura de confort sin requerir sistemas adicionales, es decir, cerca de 22 °C en invierno y de 25 °C en verano. Actualmente, el porcentaje de consumo de energía para calentamiento y refrigeración en un edificio es de aproximadamente el 25 %. Este valor se puede reducir utilizando hormigón con la gestión activa de energía descrita en esta solicitud.

Existen pocos productos de hormigón con las funcionalidades de los sistemas de calentamiento controlables y ajustables. La patente WO2012012516A1 describe un hormigón con conductividad térmica mejorada, que comprende fibras de carbono y nanotubos de carbono para calentamiento, controlable por medio de un termopar y electrónica de control. Esta invención es diferente a la descrita anteriormente, dado que el sistema de calentamiento no tiene la misma versatilidad de los circuitos impresos en términos de funcionalidad y variación de la temperatura de la aplicación, y no es posible que sea controlada por el usuario.

La invención descrita en la presente memoria proporciona aún más valor en relación con la técnica anterior, dado que incluye asimismo estructuras pasivas que aumentan el aislamiento térmico y mejoran la eficiencia energética de edificios, además de los sistemas de monitorización y control de calentamiento. Estas estructuras pasivas consisten en materiales de cambio de fase (PCM, phase-change material), materiales reflectantes y hormigón con propiedades térmicas mejoradas, todos ellos como componentes de la pieza de hormigón final, de acuerdo con un esquema contemplado para mejorar el efecto de los sistemas de calentamiento y su eficiencia energética. Estas estructuras de aislamiento se colocan en la base de la placa, muro, suelo o revestimiento, y se fabrican aislando hormigón o micro-hormigón, con corcho, que presenta propiedades de protección contra el fuego y un elevado aislamiento térmico, con el fin de dirigir la radiación térmica a las áreas interiores deseadas. Por otra parte, en el otro lado de este panel existe una capa compacta de hormigón con alta capacidad térmica que podrá absorber alguna energía cuando existan necesidades de refrigeración, contribuyendo de ese modo a reducir la demanda de refrigeración, donde esta capa es la que contiene normalmente los PCM.

Los materiales de cambio de fase, conocidos como PCM, son esencialmente materiales con capacidad de absorción o liberación de energía térmica cuando se modifica su estado físico. Los PCM absorben y liberan energía a temperatura constante, almacenando entre 5 y 14 veces más calor por unidad de volumen que los materiales convencionales.

Para procesos de almacenamiento de energía, los PCM con transiciones sólido-líquido son del máximo interés, debido a que su pequeño volumen cambia durante el proceso de cambio de fase.

Dichos PCM se pueden clasificar según dos grupos principales: orgánicos e inorgánicos, donde los compuestos orgánicos se pueden aún dividir en parafínicos o no parafínicos (ácidos grasos). A partir de la combinación de dos o más compuestos orgánicos y/o inorgánicos, se obtienen asimismo las mezclas eutécticas. Dada su variabilidad química, se puede seleccionar el material que presenta el cambio de fase en el intervalo de temperatura deseado. Adicionalmente, la elección del PCM debería considerar las respectivas propiedades térmicas, cinéticas y químicas. El PCM debe tener un alto calor de transición por unidad de volumen, para almacenar la máxima cantidad de energía experimentando al mismo tiempo una variación reducida de volumen durante el cambio de fase con el fin de evitar problemas en el proceso de encapsulamiento. La elección del PCM debería contemplar asimismo aspectos climáticos y de seguridad, y este tiene que ser no inflamable, no corrosivo, no tóxico y no explosivo.

Estos materiales que mejoran el efecto de calentamiento de los circuitos de calentamiento se incorporan en los materiales cementosos para acumular el calor generado por los circuitos de calentamiento y liberarlo cuando los circuitos están inactivos (apagados). Esta incorporación se lleva a cabo al nivel de la superficie de hormigón situada frente al interior del edificio, para maximizar el efecto de liberación de calor en la zona en la que se prevé se experimente el efecto.

En relación con su coste y disponibilidad para aplicación a gran escala, se debería garantizar que el PCM seleccionado se puede suministrar en grandes cantidades, y preferentemente a bajo coste para ser económicamente competitivo con otras soluciones de almacenamiento. Esta cuestión es aún más relevante si se aplica a sistemas diseñados para asegurar la eficiencia energética y la reducción de los costes asociados.

En términos de encapsulamiento, los PCM se pueden encontrar en las formas no encapsulada, macroencapsulada, microencapsulada o estabilizada. Es esencial proteger el PCM en el sitio de construcción e impedir que interactúe con la estructura del edificio y afecte por lo tanto a las propiedades materiales con el paso de los años. Por lo tanto, los PCM encapsulados o estabilizados son el objetivo principal cuando se considera su incorporación en materiales de construcción.

En relación con la incorporación de materiales de cambio de fase en sistemas cementosos, existen ya algunas patentes que describen diversos procesos de incorporación en diferentes materiales: US 8070876, US4747240, US2013/0228308 A1, US2011/0108241 A1 y EP0830438 B1, entre otras. Entre las diversas patentes, se puede hacer referencia a la patente WO/2011/071402 A1, que está centrada en morteros con incorporación de materiales de cambio de fase. Los morteros descritos se pueden aplicar sobre revestimientos interiores y exteriores de sistemas de construcción para conseguir ahorros energéticos, y están caracterizados por que comprenden microcápsulas PCM conjuntamente con un aglutinante basado en cal y otros materiales auxiliares.

A partir de la investigación llevada a cabo, parece que la utilización de materiales de cambio de fase en materiales cementosos no es nueva y existen varios estudios sobre diferentes formas de incorporación y que utilizan diferentes tipos de PCM. Sin embargo, no existen estudios que exploren la incorporación de materiales de cambio de fase complementando a sistemas de calentamiento integrados en materiales cementosos.

La incorporación de materiales de cambio de fase realizada bajo las condiciones descritas permitirá no sólo una gestión de la energía térmica debida al típico intercambio de calor en un muro (entre el interior y el exterior del edificio) y reducir la variación de temperatura en el interior del edificio, sino asimismo actuar como un acumulador del calor generado por los sistemas de calentamiento, mejorando su efecto y contribuyendo a maximizar la eficiencia energética global del sistema. Esta invención ofrece desarrollos adicionales en comparación con el estado de la técnica presentado, dado que la incorporación descrita de los PCM mejora el efecto del sistema de calentamiento integrado y asegura un aumento de la eficiencia energética del edificio (aumentando la eficiencia energética en el intervalo del 5 al 10 %).

La integración de materiales con buenas propiedades en términos de aislamiento térmico en áreas específicas del hormigón y/o de propiedades reflectantes, tal como en la zona exterior del muro, añade un valor significativo dado que retiene el calor en el interior del edificio y dirige el calor liberado por la banda de calentamiento a su interior.

Los revestimientos cementosos basados en corcho, EPS, arcilla expandida y otros agregados ligeros aplicados sobre las superficies exteriores pueden aumentar significativamente la contribución del sistema, al reducir y redirigir el calor producido por los sistemas de calentamiento al interior y minimizar las pérdidas. El propio grosor del muro de hormigón puede asegurar el mismo efecto cuando es mayor de 30 cm, dado que la inercia térmica conseguida es en este caso suficiente para cubrir las necesidades en la mayor parte de las exposiciones climáticas.

Lo mismo es aplicable en relación con la integración de estructuras metalizadas reflectantes que permiten dirigir el calor liberado por los sistemas de calentamiento al interior del edificio, por medio de la reflexión de la radiación en el rango de infrarrojos. Actualmente, estas estructuras son ya ampliamente utilizadas para este tipo de aplicación, pero nunca de manera completamente integrada y de acuerdo con la funcionalidad descrita en la presente memoria.

También está el hecho de que este sistema puede ser aplicado a placas de hormigón expuestas en los muros o suelos, en lugar de estar incorporado en el interior de las mismas, presentando al mismo tiempo un diseño

personalizado con acabado artístico y arquitectónico, actuando como elementos decorativos con color, diseño y superficie.

La patente DE 198 57 493 A1 da conocer un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1.

Referencias

[1] Warmlyyours, <http://www.warmlyyours.com/en-US/floor-heating/slab-heating>

[2] <http://www.electricunderfloorheatingsystems.com/products/underfloor-heating/low-voltage-underfloor-heating.html>

[3] Rokuprint, <http://www.rokuprint.com/eng/index.htm>

[4] Mariana Mendes Goncalves; "Estudo de novos materiais de mudança de fase", Universidad de Aveiro, 2009

[5] Nelson Tiago Dias Ferreira da Silva, "Incorporação de Material de Mudança de Fase em Materiais de Construção", Universidad del Miño, 2009

[6] Sergio Russo Ermolli, Heli Koukkari, Luis Braganca; "Phase changing materials in building elements", Integrated Approach towards Sustainable Constructions

[7] Prof. Luisa F. Cabeza; "Next Generation cost effective phase change materials for increased energy efficiency in renewable energy systems in buildings", Universidad de Lleida, España

[8] Yinping Zhang, Guobing Zhou, Kunping Lin, Qunli Zhang, Hongfa Di; "Application of latent heat thermal energy storage in buildings: State-of-the-art and outlook", Building and Environment, 42, 2197-2209 (2007)

[9] P. Schossig, H.-M. Henning, S. Gschwander, T. Haussmann; "Micro-encapsulated phase-change materials integrated into construction materials", Solar Energy Materials & Solar Cells, 89, 297-306 (2005).

CARACTERÍSTICAS

La presente invención está dirigida a subsanar las carencias en relación con el aislamiento térmico y la eficiencia energética en el interior de edificios, por medio de la funcionalización de hormigón, micro-hormigón o revestimientos de muros y suelos utilizados en la construcción de nuevos edificios o en la rehabilitación de los ya existentes.

La invención es un sistema de gestión activa de energía en muros y/o suelos de hormigón, comprendiendo el sistema: sistemas de calentamiento impresos que comprenden: circuitos de calentamiento impresos integrados en piezas de hormigón durante el proceso de hormigonado, o circuitos de calentamiento impresos sobre la superficie de piezas de hormigón o de revestimientos cementosos; un sistema electrónico encastrado en el hormigón, adecuado para monitorizar y controlar el ambiente y los circuitos de calentamiento; materiales altamente reflectantes; materiales de cambio de fase; y una estructura de muro de hormigón en la que se utiliza el calor generado por los circuitos de calentamiento impresos.

La presente solicitud consiste en un hormigón con capacidad para llevar a cabo una gestión activa de energía, materializado por una pieza de hormigón/micro-hormigón a encastrar en un muro o suelo, o en el revestimiento respectivo, o en una placa prefabricada de hormigón o micro-hormigón que permanece visible y por lo tanto presenta características estéticas/artísticas interesantes que forman un elemento decorativo, o incluso mediante la integración del sistema de control directamente en los elementos de hormigón durante el hormigonado. El sistema de gestión activa de energía combina las características del material en términos de inercia térmica y capacidad de calentamiento, así como las propiedades de aislamiento del material, con un sistema electrónico, sensores de control y de monitorización del ambiente, activando inteligentemente los sistemas de calentamiento integrados con el fin de reducir el consumo de energía asociado y asegurar el confort térmico en el interior. Esta solicitud consiste asimismo en el proceso de integrar en el hormigón tanto los sistemas de calentamiento como su respectiva electrónica para adquisición y transmisión de señales.

Este hormigón con gestión activa de energía se puede materializar en una placa prefabricada, para permanecer visible o para ser encastrado, o se puede aplicar directamente sobre hormigón, micro-hormigón y revestimientos cementosos de muros y suelos.

Este hormigón con gestión activa de energía incluye:

- hormigón de gran compacidad y, por lo tanto, con gran inercia térmica y capacidad calorífica en la cara radiante, que incorpora eventualmente PCM;
- sistemas de calentamiento integrados en la pieza de hormigón durante el proceso de hormigonado;

- sistemas de monitorización y control de la operación de montaje, circuitos de ambiente y de calentamiento para mantener la temperatura de confort;

5 - domótica integrada que permite al usuario ajustar la temperatura de confort y controlar el sistema de calentamiento, ya sea desde el interior del edificio o desde cualquier lugar del mundo con acceso a internet;

- hormigón de aislamiento formado por materiales con buenas propiedades en términos de aislamiento térmico, reflectividad y cambio de fase para maximizar el aislamiento térmico y la eficiencia energética.

10 Además, el hormigón puede presentar un diseño personalizado con color, textura y diseño, constituyendo por sí mismo un elemento de acabado artístico o decorativo.

15 Todos los sistemas descritos anteriormente se integran perfectamente en el material, de manera no visible y bien protegida.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente solicitud describe el hormigón con gestión activa de energía, e incluye:

20 - el proceso de integración de sistemas de calentamiento en las piezas de hormigón o revestimientos cementados, empezando a partir de películas con circuitos impresos que se pueden encastrar durante el hormigonado o aplicar imprimiendo estos circuitos directamente sobre la superficie de hormigón, o en capas interiores durante el hormigonado;

25 - un sistema de monitorización, gestión y control para los circuitos de calentamiento con el fin de mantener la temperatura de confort del ambiente, y el respectivo proceso de integración en el hormigón.

30 - materiales de cambio de fase y altamente reflectantes, para maximizar la funcionalidad de los sistemas de calentamiento.

- estructura de muro de hormigón para maximizar la utilización del calor generado por el sistema de calentamiento integrado.

Sistemas de calentamiento

Los sistemas de calentamiento desarrollados están fabricados de materiales con diferentes resistencias eléctricas y de materiales que conducen la corriente eléctrica. El flujo de corriente eléctrica a través de las pistas resistivas calienta el circuito. El funcionamiento del circuito de calentamiento impreso se basa en el efecto Joule, cuyo valor depende de la resistencia eléctrica del circuito y de la tensión eléctrica aplicada.

40 En una realización preferente, los materiales que forman la barra colectora de los circuitos de calentamiento son de aluminio, habitualmente impreso utilizando la técnica de serigrafía. Un curado térmico de la estructura impresa a 150 °C durante 10 a 15 minutos y un subsiguiente recocido a una temperatura entre 780 °C y 840 °C durante 5 a 10 minutos, son necesarios después de la impresión de estos materiales.

Los materiales que forman los sistemas de calentamiento se imprimen utilizando diversas tecnologías de impresión, en concreto serigrafía y/o rotograbado, y/o impresión con chorro de tinta rollo a rollo y/o sistemas lámina a lámina. La tecnología adoptada depende del sustrato utilizado, en el que se pueden considerar sustratos flexibles o rígidos y/o la superficie de hormigón.

50 Entre los sustratos flexibles, se consideran el poli(tereftalato de etileno) (PET) y/o el poli(naftalato de etileno) (PEN), que son compatibles con sistemas rollo a rollo. Estos sustratos se consideran para impresión debido a su coste reducido, estabilidad dimensional, uniformidad superficial, resistencia a las temperaturas requeridas en el curado térmico de materiales conductores impresos y resistencia química a la humedad para su integración en hormigón. Este sustrato polimérico con el sistema de calentamiento impreso sufre un proceso de laminación y se incorpora al hormigón, más específicamente durante el hormigonado. Al seleccionar el material se considera asimismo la adhesión al sustrato polimérico si es aplicable, y para mortero u hormigón, con el fin de asegurar que el producto final tiene propiedades mecánicas y estructurales similares a las del hormigón convencional.

60 Entre los sustratos rígidos seleccionados, se pueden considerar los sustratos con buenas propiedades de aislamiento térmico, tales como silicatos, para mejorar el funcionamiento de los sistemas de calentamiento en relación con la superficie de la placa de hormigón a calentar.

65 La integración de estos circuitos de calentamiento se puede asimismo realizar directamente, por medio de impresión directa en la superficie de hormigón o en placas delgadas de micro-hormigón (dependiendo del dimensionamiento)

que posteriormente serán revestidas de nuevo e incorporadas a la parte final del edificio a montar o reformar.

Para garantizar la calidad de la impresión, en esta realización preferente la superficie de hormigón está revestida con compuestos/tintas impermeables, que favorecen la uniformidad de la superficie de hormigón y la absorción homogénea del circuito. Esto se debe al hecho de que la superficie de hormigón puede presentar obstáculos a la impresión directa de los sistemas de calentamiento, en concreto a nivel microscópico -la rugosidad y la porosidad en su superficie, que afectan al buen rendimiento de los sistemas de calentamiento.

Para asegurar una impresión correcta del circuito, la superficie de hormigón a imprimir debe tener una rugosidad muy baja ($<0,05$ mm), equivalente a un determinado grado de reblandecimiento o pulido. Este acabado se puede verificar mediante contacto directo con encofrados con grados equivalentes de pulido, asegurando en este caso un acabado casi impermeable y muy suave para garantizar una buena impresión del circuito. Por otra parte, la composición utilizada, con un contenido de cemento no menor de 350 kg/m^3 y dosis muy bajas de agua ($<0,4$ del peso de cemento), garantiza una contribución efectiva en la reducción de la absorción capilar y ayuda por lo tanto a la efectividad de la película a imprimir en la superficie.

El dimensionamiento de los circuitos de calentamiento se basa en la resistividad eléctrica de los materiales utilizados y a las tensiones que se aplican habitualmente.

En el caso particular de impresión directa sobre hormigón, esta operación es válida solamente cuando las pistas impresas tienen longitudes comprendidas entre 50 y 3.000 mm. Para longitudes mayores existe una caída de tensión que impide el funcionamiento de los sistemas de calentamiento. En relación con la anchura de estas pistas, el sistema de calentamiento funciona solamente para valores entre 2,5 y 20 mm, y para valores de su grosor entre 10 y 200 μm . Este grosor está determinado por la rugosidad y la porosidad de la superficie de hormigón, por la malla utilizada en el marco de serigrafía, así como por la densidad del material, y se debería optimizar para garantizar la uniformidad de la impresión y asegurar la funcionalidad del sistema. Se consideran grosores en el intervalo de 10 a 100 μm para valores de rugosidad superficial menores de 0,5 μm , y en el intervalo de 100 a 200 μm para valores mayores de 0,5. El funcionamiento de los sistemas de calentamiento impresos en hormigón es posible solamente para valores de porosidad en torno al 10 %. Otra propiedad que determina el valor del grosor es la densidad del material que, preferentemente, debería ser menor de 350 kg/m^3 .

La distancia entre barras colectoras está comprendida entre 40 y 400 mm, donde este valor debería estar dimensionado de acuerdo con las propiedades del hormigón (porosidad, compacidad, rugosidad y densidad del hormigón).

El circuito de calentamiento impreso es alimentado mediante una tensión eléctrica de CC (corriente continua) o AC (corriente alterna), que se puede ajustar para controlar su temperatura o la temperatura del ambiente en que está encastrado. El tipo de tensión aplicada a los circuitos depende de los productos finales deseados y de la potencia requerida por unidad de área. La utilización de circuitos de calentamiento impresos es posible en este intervalo de tensiones utilizando un transformador CA-CC adecuado para convertir corriente alterna en corriente continua.

La temperatura obtenida en el hormigón en el que se introducen los circuitos impresos depende de su tamaño, de la tensión eléctrica aplicada a sus terminales, de las dimensiones de las pistas impresas, de su grosor, del sustrato en el que se imprimen, de los materiales utilizados para su procesado, del tipo de asociación (por ejemplo, si es en serie y/o en paralelo) entre los diversos circuitos impresos, del medio en el que es encastrado y/o estratificado y/o impreso el circuito de calentamiento y de la temperatura ambiente.

La potencia del circuito de calentamiento impreso varía con el proyecto eléctrico ejecutado anteriormente, donde los valores obtenidos están comprendidos entre 50 y 300 W/m^2 .

Después de su impresión, los circuitos de calentamiento son estratificados y/o revestidos con diferentes materiales para protección eléctrica y mecánica antes de ser integrados en la estructura de hormigón. Como materiales protectores, se deberían considerar materiales impermeables y anticorrosivos con buena resistencia mecánica, con el fin de resistir el proceso de hormigonado de las piezas de hormigón. El encapsulamiento de los sistemas de calentamiento con estos materiales se puede llevar a cabo con un material polimérico que pueda ser curado por medio de UV y/o de temperatura y mediante laminación, y/o encolado en caliente, y/o tobera lineal, y/o racleta, y/o cuchilla tangencial, y/o serigrafía y/o pulverización.

Dichos dispositivos, cuyo objetivo es producir calentamiento, ofrecen muchas ventajas como son un peso ligero, un grosor pequeño y una alta flexibilidad, y se pueden estratificar fácilmente con otro tipo de materiales. Dado que estos dispositivos están situados cerca de las superficies de hormigón a calentar, no hay potencia disipada en el lado opuesto a la superficie cerca de la cual está situado el circuito de calentamiento, con el resultado de un menor consumo de energía en comparación con otros sistemas de calentamiento convencionales.

Sistema de control electrónico

Asociado con este sistema de calentamiento, hay un sistema de control electrónico que regula la temperatura del sistema en función de la temperatura ajustada previamente por el usuario, dependiendo de las características del hormigón y de la potencia requerida para alcanzar la temperatura de confort, y que monitoriza la humedad relativa en el interior de la sala en la que está integrado el hormigón con gestión activa de energía. Este sistema (figura 1) comprende la etapa de detección (temperatura y humedad relativa) - (1), una etapa de acondicionamiento de señal - (2), una etapa de procesamiento y control - (3), una etapa de potencia - (4), una etapa de interfaz de entrada/salida (comunicación) - (5), una fuente de alimentación - (6), una etapa de regulación de tensión - (7) y finalmente un cuerpo envolvente para la integración del sistema. El conjunto (2) + (3) + (4) + (5) + (7) constituye el denominado hardware de control. Este sistema está integrado en la estructura, estando situado entre la fuente de alimentación y el circuito de calentamiento impreso, regulando de ese modo la potencia de calentamiento y/o la energía suministrada (tiempo de funcionamiento).

(1) Etapa de detección

La etapa de detección es responsable de transformar la temperatura y/o la humedad en una señal eléctrica medible. Se pueden utilizar sensores de tipo analógico o digital para conseguir esta tarea. La elección del tipo de sensor está relacionada directamente con su posicionamiento en la estructura, es decir, considerando el hecho de que el sistema permite monitorizar la temperatura de dos modos: (opción A) directamente sobre los sistemas de conductores impresos, donde el sensor se integra en la misma superficie por medio de un proceso de montaje automático (conjunto de tecnología de montaje superficial (SMT - Surface Mount Technology)) en contacto directo con el circuito de calentamiento; o (opción B) en el interior del hormigón, donde el sensor es situado cerca de la superficie como parte de una estructura de soporte en una PCB rígida o flexible, que está conectada al control del hardware por medio un cable eléctrico (con un conector de tipo enchufe) que comprende múltiples cables. En este caso, el montaje del sensor y el conector en la PCB se realiza asimismo mediante montaje SMT, pero la conexión al hardware es manual por medio del conector de enchufe. En el caso de monitorización de la humedad relativa es válida solamente la opción B, dado que el objetivo es monitorizar la humedad del ambiente en la sala en la que está introducido el sistema.

Por lo tanto, cuando se considera la opción A, la elección del sensor de temperatura se basa preferentemente en tecnología analógica debido a su integración simple en el circuito de calentamiento. En cambio, cuando se utiliza la opción B y por lo tanto es necesaria una estructura de soporte para el sensor, es preferible la tecnología digital, simplificando por lo tanto la etapa de acondicionamiento de la señal.

El sensor analógico de temperatura preferido es de tipo RTD (Resistance Temperature Detectors, detectores de temperatura resistivos) de película delgada, de la firma IST (Innovative Sensor Technology), donde se pueden utilizar sensores con resistencia nominal de 100 Ω (PT100), 500 Ω (PT500) o 1000 Ω (PT1000), clase A, B o C en función de la sensibilidad y la precisión deseadas. El conjunto preferido es de tipo SMD (Surface Mount Device, dispositivo de montaje superficial).

Considerando la opción B, en una versión con solamente monitorización de la temperatura, se pueden utilizar diferentes sensores, en particular con una interfaz de datos por medio de I²C (Inter-Integrated Circuit, circuito inter-integrado) o de 1-Wire, pero son preferibles los sensores con el conjunto SOT-23 y la interfaz I²C debido a la posibilidad de elegir entre un gran número de fabricantes. También considerando la opción B, en una versión con doble monitorización, es decir, de temperatura y humedad, la selección involucra la utilización de sensores digitales integrados (humedad + temperatura). En este caso, se pueden utilizar sensores de diferentes fabricantes, que incluyen Honeywell (por ejemplo, el modelo HIH6030-021-001 sin filtro de protección integrado), o IST (por ejemplo, el modelo HYT-221 con filtro de protección integrado), pero preferentemente se deberían utilizar sensores de la firma Sensirion, en particular los modelos SHT10, SHT11 o SHT15 dependiendo de la precisión deseada, y los filtros respectivos (modelo SF1).

(2) Etapa de acondicionamiento de señal

La etapa de acondicionamiento de señal es aplicable cuando se implementa la opción A, es decir, monitorización de temperatura con sensor integrado (tecnología analógica), en el circuito de calentamiento. Este circuito es responsable de transformar la variación en la característica física del sensor RTD, la variación de la resistencia en este caso, en una señal eléctrica amplificada, filtrada y acondicionada en términos de amplitud (tensión), con el fin de ser interpretada por la siguiente etapa (procesamiento y control). Esta etapa se puede implementar por medio del procedimiento tradicional, es decir, basado en un conjunto de niveles de acondicionamiento: puente en una configuración de 3 o 4 cables (preferentemente), circuito de corriente de excitación (estable) adecuado para el tipo de RTD en uso (PT100/PT500/PT1000), amplificador de instrumentación con desfase reducido y resistencias de precisión respectivas y, por lo menos, un filtro de tipo activo (preferentemente, del tipo Sallen-Key). A pesar de que este procedimiento tradicional de acondicionamiento es efectivo, para aumentar la integración del sistema se debería utilizar preferentemente un circuito integrado, denominado "convertidor RTD a digital" de la firma Maxim Integrated, modelo MAX31865, conjunto 20 TQFN-EP. Este dispositivo implementa todos los niveles descritos

anteriormente en un paquete, con la particularidad de tener una interfaz digital por medio de SPI (Serial Peripheral Interface, interfaz periférica en serie), que garantiza asimismo una mayor eficiencia en la interfaz del sensor.

3) Etapa de procesamiento y control

La etapa de procesamiento y de control es responsable de la interpretación de los datos procedentes del circuito de acondicionamiento (opción A), o directamente del sensor (opción B), procesando estos datos (software inalterable) para mantener la temperatura de acuerdo con la configuración del usuario (considerada como la temperatura de confort), actuando sobre el circuito de calentamiento a través de la electrónica de potencia y de la comunicación de entrada/salida (servidor local o nube), ya sea para enviar información al exterior relacionada con el estado de los sistemas de calentamiento y/o con el valor instantáneo de la temperatura y/o con fallos, o para recibir datos de configuración, actualizados por el usuario y enviados al servidor mediante una aplicación móvil. El dispositivo responsable de la totalidad de estas acciones puede ser de tipo MCU (microcontroller unit, unidad de microcontrolador) o SoC (system-on-a-chip, sistema en chip) y puede ser de diferentes fabricantes. La elección se realiza en función de la interfaz deseada para la comunicación de entrada/salida y de la interfaz del sensor, y considerando el hecho de que es preferible un sistema electrónico con una buena relación coste x consumo de energía x integración. Si la interfaz seleccionada es del tipo Zig Bee, Wi-Fi Direct (IEEE 802.15.4) o PLC (Power Line Communication, comunicación por línea de potencia), se debería utilizar preferentemente un dispositivo con tecnología SoC de la firma Atmel, de acuerdo con la interfaz en cuestión, por ejemplo el modelo SAM4SP32A (para interfaz PLC) o el modelo ATmega2564RFR2 (para interfaz Zig Bee). Si la interfaz de entrada/salida es del tipo Wi-Fi (IEEE 802.11), o KNX/EIB (sistemas domóticos), o Bluetooth (2.1 o 4.0), o GPRS (General Packet Radio Service, servicio general de radio por paquetes) o EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution, velocidades de datos mejoradas para evolución de GSM) o HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access, acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad) o HSDPA+, la elección se basará en una MCU, preferentemente de la firma Microchip (por ejemplo, el modelo PIC16LF1829), conjunto QFN y el módulo de comunicación respectivo (por ejemplo, el modelo RN131 con Wi-Fi incorporada, del mismo fabricante). Entonces, la elección entre las opciones A o B es esencialmente transversal a esta etapa, y los cambios son esencialmente a nivel del software inalterable. En relación con la información a enviar al exterior, esta se cifra de acuerdo con una especificación de datos predefinida que puede ser interpretada posteriormente por el servidor/cliente. En términos del montaje de los componentes del sistema, se deberían seleccionar preferentemente componentes de montaje superficial para permitir de manera más efectiva la implementación del conjunto automático SMT.

(4) Etapa de potencia

La etapa de potencia es responsable de habilitar/deshabilitar el circuito de calentamiento impreso, es decir, actuando en este sistema bajo el comando del hardware de control para controlar la potencia o la energía suministrada (control por tiempo de funcionamiento). En esta etapa se implementa asimismo el circuito de protección para interrumpir la fuente de alimentación al circuito, impidiendo situaciones de cortocircuito. Considerando el hecho de que el circuito de calentamiento puede ser alimentado por medio de una fuente de CA (corriente alterna) cuando está conectado directamente a la red eléctrica, o por medio de una fuente de CC (corriente continua) (CC) que requiere un convertidor CA-CC, el accionador de potencia será específico para cada una de estas situaciones. Si se considera una interfaz de CA, el accionador puede ser del tipo relé (bovina de 3,3 V o 5 V y contactos de 230 V / la corriente depende del circuito de calentamiento a controlar), o de tipo semiconductor (por ejemplo TRIAC (Triode for Alternating Current, triodo para corriente alterna)) que puede soportar 230 V / corriente ajustada al circuito de calentamiento, pero es preferente la tecnología basada en semiconductores. Alternativamente, considerando una interfaz de CC, se puede utilizar asimismo un relé aunque preferentemente se debería utilizar un MOSFET de canal N o P, debido a la ausencia de partes mecánicas (que existen en el relé) y debido a su menor tamaño. En términos de las características eléctricas, deberá soportar una tensión de 24 V / corriente ajustada al circuito de calentamiento.

Con respecto al circuito de protección y considerando las elevadas potencias involucradas, la protección preferible se basa en la utilización de conmutadores apropiados (por ejemplo, de la firma Schneider Electric), incluyendo CA (230 V) o CC (24V), donde la corriente de corte es apropiada con respecto a las características del circuito de calentamiento considerado.

(5) Etapa de interfaz de entrada/salida (comunicación)

La etapa de interfaz de entrada/salida es responsable del "puente" entre el hardware de control y el mundo exterior, en particular de la interacción usuario-sistema. En la situación en que la etapa de procesamiento y control se basa en la tecnología SoC, esta etapa está incorporada en dicho SoC que implementa la comunicación con el exterior por medio del módulo de comunicación incorporado. En la situación en la que se utiliza tecnología basada en MCU, la comunicación se realiza por lo tanto por medio de una unidad de emisión/recepción independiente, seleccionada de acuerdo con la interfaz de comunicación deseada. La interfaz entre la MCU y la unidad de comunicación se puede basar en SPI, USB (Universal Serial Bus, bus serie universal) o en un protocolo en serie asíncrono, por razones de eficiencia y compatibilidad, y preferentemente se debería utilizar SPI o en serie asíncrono. Esta etapa enviará entonces la información a un servidor local (figura 2) (cuando no existe conexión a internet) o directamente a la nube (cuando existe una conexión a internet), ver la figura 3.

En la arquitectura basada en la nube, un hardware de control envía información a un servidor remoto situado en la nube, por medio de un encaminador (localizado en el inmueble) con acceso a internet. El servidor está dirigido a acceder a datos del hardware, para almacenarlos y a continuación enviar la información al usuario. Esta arquitectura permite al usuario acceder a datos a través de cualquier terminal, por ejemplo un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil o un ordenador de sobremesa, independientemente de su posición y siempre que exista acceso a internet.

El objetivo de la arquitectura basada en un sistema local es permitir a los usuarios sin acceso a internet y/o que no desean almacenar la información del hardware de control en la nube, tener la capacidad de seguir controlando el sistema por medio de cualquier terminal -por ejemplo teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil u ordenador de sobremesa- una vez conectado a la red de área local (inmueble). En esta arquitectura, el hardware de control enviará la información a un servidor local donde estos datos se almacenan y se accede a los mismos localmente, es decir, en la misma red.

6) Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es responsable de suministrar energía tanto para el circuito de calentamiento (por medio de una acción de la electrónica de alimentación) como para el circuito de control -hardware de control (por medio del regulador de tensión). La fuente de alimentación se utiliza solamente cuando está destinada a alimentar el circuito de calentamiento con una tensión de 12 V/24 V con una corriente adaptada a las necesidades de este circuito. Cuando se elige conectar este circuito directamente a la red eléctrica, no hay necesidad de utilizar una fuente de alimentación. Esta fuente es lineal o bien de tipo modo conmutado. La fuente de alimentación en modo conmutado es el tipo preferente para utilizar en este sistema, dado que tiene un volumen menor (para la misma salida) y permite asimismo aumentar la eficiencia energética en comparación con una fuente de alimentación lineal. En términos de fabricantes (por ejemplo TRACO Power), la gama de opciones es muy diversa y por lo tanto, independientemente del fabricante, se debería utilizar una fuente aplicable en carril DIN para facilitar la instalación de la fuente de alimentación en el tablero de distribución del sistema.

(7) Regulación de tensión

La etapa de regulación de tensión es responsable de mantener constante y estabilizada la tensión de salida, incluso cuando existen variaciones de tensión en la red eléctrica, o la fuente de alimentación requiere más corriente. Esta etapa está relacionada directamente con el hardware de control, que tiene que ser alimentado con una tensión regulada entre 2,5 V y 3,3 V debido a sus características. Dado también el hecho de que el suministro de energía procede directamente de la red eléctrica - CA, o de la fuente de alimentación - CC (12 V o 24 V), dependiendo del procedimiento seleccionado de suministro de energía para el circuito de calentamiento, esta etapa debería además llevar a cabo: una conversión CA-CC (por ejemplo utilizando convertidores de las firmas TRACO Power o XP Power), en la que se deberían utilizar convertidores de la firma TRACO Power considerando la conexión a la red eléctrica; una conversión CC-CC basada en un regulador de tensión lineal o de tipo modo conmutado, en el que se debería utilizar preferentemente el tipo de modo conmutado de XP Power, con el objetivo de aumentar la eficiencia energética del sistema.

En términos de lógica de funcionamiento (figura 5), el hardware de control se comporta como sigue: una vez conectado a la red eléctrica, el dispositivo realiza el arranque, es decir, se conecta al servidor (local o en la nube) para descargar todas las configuraciones requeridas para su funcionamiento, según se define mediante el configurador y/o el usuario. Una vez se ha completado el proceso de arranque en base a las configuraciones definidas por el configurador del sistema, el dispositivo verifica cada 15 s (ejemplo - parámetro configurable) la temperatura y/o la humedad y, en base a límites de temperatura definidos por el usuario, el dispositivo controla el accionador para encenderlo o apagarlo, si el valor monitorizado está por encima o por debajo de los valores límite, respectivamente. Adicionalmente a este procedimiento, los datos monitorizados (temperatura y/o humedad) se envían al servidor (local o en la nube) para su posterior análisis por el usuario. La frecuencia con la que los datos son enviados al servidor se define por el usuario, y sigue existiendo la posibilidad de realizar la monitorización instantánea a petición.

Junto con los procedimientos mostrados, se sigue llevando a cabo lo siguiente: procedimiento para la verificación de datos de configuración (para la actualización interna de los niveles de control), verificación del estado del sistema de calentamiento y verificación de anomalías a nivel del control de calentamiento; si la temperatura no está cambiando según lo esperado, se envía un aviso que indica una anomalía a nivel del rendimiento del circuito de calentamiento; en otro ejemplo, si existe un cortocircuito en el circuito de calentamiento, se envía una alerta que indica una anomalía en el circuito de la fuente de alimentación. Las anomalías son enviadas directamente al servidor inmediatamente después de su detección (por medio de transmisión automática de datos) y, en el caso de un cortocircuito o anomalía en la fuente de alimentación del circuito de calentamiento, el sistema permanece en espera hasta que se lleva a cabo una intervención técnica seguida por un reinicio del sistema (figura 4).

El sistema, en concreto el hardware de control, tiene una API (Application Programming Interface, interfaz de

programación de aplicaciones) a través de la cual se proporcionan servicios para permitir la interacción con este hardware, permitiendo de ese modo el desarrollo de software de control mediante una entidad externa que pretenda interactuar con el sistema. Proporcionando un conjunto de procedimientos es posible acceder a características específicas del hardware, mejorando de ese modo el desarrollo de aplicaciones personalizadas según los requisitos de cada usuario. El documento describe los diversos servicios necesarios para desarrollar aplicaciones que puedan interactuar con el sistema. El documento describe los procedimientos y el flujo de datos de entrada y de salida, así como la especificación de protocolos para comunicación con el hardware.

La API tiene la siguiente nomenclatura:

Tipo de servicio

[salida] nombre_procedimiento (entrada);

La documentación describe el objetivo del procedimiento, el tipo de procedimiento al que este pertenece -es decir, si es un servicio de configuración, lectura o de estado- el tipo de retorno de datos (salida) y la entrada de datos (entrada). Mediante la utilización de la documentación API cualquier programador puede consultar y comprender los servicios -y desarrollar una aplicación que pueda interactuar con el hardware de control.

La arquitectura lógica de la API se muestra en la figura 5.

Integración de sistemas en hormigón

La integración de los sistemas de calentamiento y gestión activa se puede conseguir de varias maneras, en concreto,

- En el caso de aplicación directa de una pieza de hormigón (muro/suelo); normalmente, el hormigonado se dispone escalonadamente en hormigonado de muros exteriores e interiores. Cuando se prepara el hormigonado del muro interior, los sistemas de calentamiento son introducidos en el encofrado, posicionados adecuadamente en hormigón con la ayuda de separadores y fijados a refuerzos por medio de sistemas de resortes o similares, para asegurar su estabilidad y posicionamiento durante el hormigonado. El objetivo es colocar estos sistemas de calentamiento lo más cerca posible de la superficie, normalmente a una distancia menor de 2 cm. El hormigón debería ser introducido cuidadosa y gradualmente, para evitar daños en los circuitos y las piezas accesorias. Su colocación en la pieza de hormigón se debería planificar para colocar las cajas de conexión y el conjunto de cables en puntos estratégicos definidos anteriormente en el proyecto. A continuación, la pieza es moldeada con hormigón de acabado de alta capacidad térmica, para permanecer a la vista o para su posterior revestimiento, con o sin la adición de PCM en función del proyecto. La superficie exterior es normalmente moldeada con hormigón y debería incorporar el aislamiento térmico, cuando así se especifica, o fabricarse con hormigón con propiedades de aislamiento térmico tal como se ha mencionado anteriormente.

- En el caso de prefabricación de placas, el hormigonado se dispone escalonadamente en capas; en una primera capa se sitúa el hormigón con capacidad térmica superior, y los sistemas de calentamiento se introducen bajo esta capa seguidos por el hormigón de aislamiento/reflectante. Estas partes pueden ofrecer un acabado con efectos arquitectónicos en la cara a la vista. Se dispondrán negativos en estas partes con el fin de asegurar la colocación de los accesorios.

- Finalmente, estas placas pueden ser elementos constructivos finales del suelo y de los muros, o pueden en sí mismas ser elementos encastrados que funcionan como encapsulación del sistema, asegurando de ese modo una mayor robustez, facilidad de aplicación y eficiencia del sistema, dado que estos elementos de placa se pueden distribuir a lo largo de muros y suelos, montarse conjuntamente y cubrirse con capas de acabado del suelo y de los muros, permaneciendo de ese modo encastrados o a la vista, según se desee, minimizando los errores en su colocación y en el hormigonado *in situ*.

Materiales para maximizar el rendimiento

Para conseguir la funcionalidad de almacenamiento del calor generado por los sistemas de calentamiento integrados en el hormigón, se han utilizado para la invención descrita en esta solicitud PCM orgánicos -parafina- e inorgánicos -sales hidratadas- con transiciones sólido-líquido en el intervalo de temperatura deseado. El intervalo de temperatura se define en vista de la funcionalidad de almacenamiento del calor generado por el sistema de calentamiento integrado, con el fin de mejorar/extender su efecto. El ajuste del intervalo de temperatura está relacionado con las temperaturas deseadas en el ambiente. Según lo descrito anteriormente en relación con el sistema electrónico de control asociado con los sistemas de calentamiento, la tensión aplicada al circuito de calentamiento se interrumpe cuando se alcanza la temperatura máxima ajustada, para mantener la temperatura de confort en el ambiente. La tensión se restablece cuando la temperatura llega al punto de ajuste mínimo. Por lo tanto, el cambio de fase del PCM encastrado se debe producir entre los puntos de ajuste máximo y mínimo. Preferentemente, la temperatura de transición debería estar próxima al límite inferior, para maximizar el tiempo de acumulación del calor generado. Sin

los PCM, el tiempo durante el cual se interrumpe la tensión aplicada al circuito de calentamiento corresponde al tiempo necesario para que la superficie de hormigón alcance el punto de ajuste de la temperatura mínima, y depende en gran medida de la inercia térmica asociada con el hormigón. Con la incorporación de los PCM, aumentará el tiempo durante el que se interrumpe la tensión aplicada, dado que los materiales de cambio de fase liberarán gradualmente el calor almacenado previamente, por lo tanto manteniendo durante un tiempo mayor la temperatura de la superficie del material cementoso dentro del intervalo que se ha establecido. De este modo, es posible aumentar el tiempo de refrigeración de la superficie de hormigón, es decir, el tiempo necesario para alcanzar la temperatura mínima, y por lo tanto el tiempo durante el que se interrumpe la tensión aplicada al circuito, lo que corresponde a una reducción sustancial en el consumo y una significativa mejora de sistema (aproximadamente del 1 al 2 %). Por lo tanto, la incorporación de los PCM en las condiciones descritas anteriormente no sólo mejorará el efecto de calentamiento de los sistemas de calentamiento integrados, dado que aumenta el tiempo durante el que la temperatura de la superficie de hormigón está dentro del intervalo deseado, sino que contribuye asimismo significativamente a la eficiencia energética del sistema debido a un mayor periodo durante el que la aplicación de tensión está inactiva.

Para el sistema descrito y en base a la exposición anterior, el PCM incorporado debería tener una temperatura de transición entre 25 °C y 40 °C, y preferentemente entre 29 °C y 34 °C.

Los PCM orgánicos pueden ser algunos productos químicos orgánicos, tales como ácido cáprico y parafina C19, y algunas mezclas eutécticas orgánicas, tales como la mezcla de ácido láurico al 62,6 % y ácido mirístico al 37,4 %, y la mezcla de ácido láurico al 64 % y ácido palmítico al 36 %. Para el sistema descrito se pueden utilizar asimismo PCM orgánicos disponibles comercialmente, con temperaturas de transición de fase dentro del intervalo deseado, incluyendo los PCM Micronal de la firma BASF, los productos parafínicos de tipo RT de la firma Rubitherm, los PCM orgánicos de tipo A de la firma Phase Change Material Products, los PCM de la firma Microtek, entre otros.

En relación con los PCM inorgánicos, existen diversos ejemplos de sales hidratadas adecuadas, tales como carburo de calcio hexahidrato, sulfato de sodio decahidrato, carbonato de sodio decahidrato, cloruro de calcio hexahidrato, nitrato de litio trihidrato, entre otros.

Adicionalmente, se pueden utilizar mezclas eutécticas con este tipo de compuesto: 60 % de acetato de sodio trihidrato + 40 % de urea, 67 % de nitrato de calcio tetrahidrato + 33 % de nitrato de magnesio hexahidrato, entre otras. De manera similar a los PCM orgánicos, existen algunas soluciones comerciales que incluyen asimismo PCM inorgánicos. Rubitherm y Phase Change Material Products son ejemplos de fabricantes que ofrecen sales hidratadas adecuadas para la aplicación prevista en su gama de productos.

En relación con las técnicas para incorporar los PCM en el material cementoso presentado en la invención de esta solicitud, se pueden considerar las siguientes: incorporación directa de PCM microencapsulados; aplicación de películas poliméricas que contienen PCM microencapsulados; aplicación de PCM microencapsulados en una placa de plástico; e incorporación de gránulos de PCM estabilizado. Preferentemente, la incorporación se debería llevar a cabo por medio de incorporación directa de PCM microencapsulados o gránulos de PCM estabilizado, dado que permiten una aplicación más fácil en el lugar de trabajo.

También haciendo referencia a la aplicación de PCM al material cementoso, es esencial que la incorporación se realice al nivel de la superficie interior de hormigón (figura 6), para maximizar el efecto de liberación de calor mediante el PCM en la zona en la que se prevé se experimente el efecto.

La invención descrita incluye además materiales conocidos por su reflectividad infrarroja, que permiten reflejar el calor emitido por el sistema de calentamiento a la superficie de la placa de hormigón a calentar.

Como sustratos reflectantes, se pueden considerar todos los materiales existentes en el mercado (películas poliméricas, estructuras textiles) con dichas propiedades, u otros -sustratos rígidos o flexibles- que se consideren adecuados para su fácil incorporación a hormigón. En esta invención, estos materiales son metalizados utilizando tecnologías conocidas para este tipo de función. En un enfoque, la metalización se lleva a cabo en una cámara de vacío, utilizando un sistema rollo a rollo que permite depositar una capa delgada de aluminio sobre la superficie del sustrato. La emisividad de estos materiales se determina y define lo más baja posible para maximizar el efecto deseado. Los materiales aplicados en este caso tienen una emisividad en el intervalo de 0,1 a 0,3.

Estos materiales se sitúan en el hormigón, lo más cerca posible de la superficie de la placa que no se prevé calentar, y lejos del sistema de calentamiento impreso (figura 6), para minimizar la conducción de calor. La distancia a la superficie debería ser de entre 5 mm y 1 cm, desde el sistema de calentamiento y desde la cara de la placa que no se prevé calentar, para minimizar la conducción de calor al exterior y maximizar su reflectividad.

También es parte de esta invención la utilización de mortero/hormigón con buenas propiedades de aislamiento térmico en la superficie de hormigón que está más alejada de la superficie del muro y/o del suelo (figura 6), es decir hormigón, micro-hormigón o mortero que incorpore agregados ligeros, tales como corcho, EPS, vidrio expandido, arcilla expandida o similares, que por un lado garantizan el máximo aislamiento en el borde interior/exterior y, por

otro lado, maximicen la eficiencia de los sistemas de calentamiento reduciendo las pérdidas de calor y maximizando la irradiación hacia el interior.

Esta integración de materiales de cambio de fase, reflectantes y de aislamiento térmico aumenta el valor del producto descrito en la presente memoria, dado que favorece su eficiencia energética y maximiza su funcionalidad de manera pasiva, es decir, sin un consumo activo de energía. Esta maximización de la funcionalidad del hormigón con la gestión activa de energía descrita en la presente solicitud, permite una reducción del consumo de energía asociado con los sistemas de calentamiento de edificios de entre el 5 % y el 10 %.

Los problemas relacionados con la estética de los muros/suelos del edificio en que se integra este hormigón, se consideran asimismo en el producto descrito en la presente memoria. En el proceso de fabricación de estos hormigones es posible conseguir un acabado artístico y arquitectónico, así como coloración y diversas texturas que tienen como resultado un aspecto decorativo y agradable, facilitando de este modo su integración sin daños en estructuras existentes y añadiendo valor estético. La integración de estos elementos indistinguibles en nuevas construcciones y en rehabilitaciones se puede realizar asimismo mediante encastrado, permitiendo evitar los sistemas de calentamiento convencionales, maximizando el espacio disponible y haciendo los espacios más apropiados para las arquitecturas/decoraciones minimalistas que están de moda.

Cuando se utilizan placas de hormigón prefabricadas con gestión activa de energía para encastrar en muros y suelos, las dimensiones pueden variar de acuerdo con la potencia de calentamiento deseada y con el dimensionamiento necesario para que sean autoportantes. Estas dimensiones se definen para facilitar su integración en el lugar de trabajo utilizando cualquier recurso no específico, favoreciendo por lo tanto su aplicación inmediata.

Estas unidades/piezas de hormigón están dotadas de conectores en sus extremos para la conexión de las piezas conjuntamente, lo que permite que solamente una de estas piezas se conecte a la fuente de alimentación (figura 7), facilitando de este modo la integración de sistemas complejos compuestos de un gran número de zonas de calentamiento, desde los puntos de vista tanto de facilidad de integración como estético. Las conexiones entre las piezas/unidades incluyen la conexión para la fuente de alimentación de sistemas de calentamiento y para la comunicación de los sensores de temperatura y/o de humedad con la unidad central de comunicación integrada en una de las piezas. Dependiendo de la aplicación, los conectores a utilizar cumplen los siguientes requisitos: estanqueidad, capacidad para conducir corrientes eléctricas elevadas, buen aislamiento electrostático, ajuste fácil para facilitar la colocación de los sensores integrados y calentamiento.

Ejemplos

Ejemplo 1 - Cálculo del tiempo para la rampa de calentamiento del hormigón

En este ejemplo, se considera un sistema con las siguientes características:

- rampa de calentamiento desde 15 °C hasta 32 °C,
- potencia de los sistemas de calentamiento = 150 W/m²;
- hormigón con grosor de 1 cm entre el sistema de calentamiento y la superficie de la pieza de hormigón.

Dependiendo de las características de los circuitos de calentamiento y de las propiedades térmicas del hormigón, se determinó que el tiempo requerido para la rampa de calentamiento inicial (desde 15 °C hasta 32 °C) es, en este caso, de aproximadamente 40 minutos.

Ejemplo 2 - Cálculo del calor liberado por el sistema de calentamiento durante su periodo activo

En este ejemplo, se considera un sistema con las siguientes características:

- intervalo de temperatura (en el que se aplica la tensión al circuito de calentamiento) desde 32 °C hasta 40 °C;
- potencia de los sistemas de calentamiento = 150 W/m²;
- el tiempo de calentamiento desde 32 °C hasta 40 °C en la superficie de la placa de hormigón es de 19 minutos. Este valor se definió de acuerdo con las características de los sistemas de calentamiento y las propiedades térmicas del hormigón.

Con estos datos, es posible calcular la energía radiante por metro cuadrado liberada por los circuitos de calentamiento durante el tiempo considerado. El valor obtenido fue de 171 kJ/m².

Ejemplo 3 - Incorporación de un PCM microencapsulado comercial

En este ejemplo, se utilizó un PCM microencapsulado comercial con temperatura de fusión en torno a 32 °C y una capacidad de almacenamiento térmico de 130 kJ/kg.

Se calculó la cantidad de PCM incorporado para poder absorber el 50 % del calor generado por el sistema de calentamiento. Por lo tanto, para una placa con un área de 1 m², el PCM debe absorber 85,5 kJ de energía térmica durante dicho periodo de tiempo, es decir, el tiempo durante el que el sistema de calentamiento está liberando calor.

Después de este cálculo, y conociendo la capacidad de almacenamiento de energía del PCM descrito, es posible determinar la cantidad de PCM necesaria para absorber el 50 % del calor generado y liberado por los sistemas de calentamiento. Se encontró que se deberían incorporar a la mezcla cementosa aproximadamente 650 g/m² de PCM.

Dado que el PCM se tiene que colocar en la capa superficial de la placa de hormigón, se supone que el PCM se incorpora en una capa de hormigón de 1 cm de grosor. Considerando una densidad promedio de 2.300 kg/m³, para un hormigón convencional, se requieren aproximadamente 23 kg de hormigón para una placa de hormigón con dimensiones de 0,01×1×1m.

Por lo tanto, el porcentaje de PCM incorporado a esta capa de hormigón fue del 2,8 %.

Ejemplo 4 - Eficiencia de piezas de hormigón con sistemas de calentamiento integrados

En este ejemplo, el sistema de calentamiento se integró en una pieza de hormigón que se evaluó mediante una simulación de utilización con la ayuda de un sistema de monitorización de la temperatura.

La pieza de hormigón se colocó en el interior de una cámara climática para evaluar su eficiencia cuando se simula su utilización. Se controló la temperatura exterior y se fijó a 5 °C.

Se colocaron varios sensores de temperatura a lo largo de toda la cámara climática para monitorizar la distribución de temperatura, y uno de estos se colocó sobre la superficie de la pieza de hormigón. Aproximadamente 20 minutos después de la activación del sistema, la temperatura en la superficie de hormigón se estabilizó a 25 °C mientras que el interior de la cámara climática se estabilizó a 1,5 °C.

Breve descripción de las figuras

Para una comprensión más fácil del producto, se adjuntan figuras que muestran todos los componentes de hormigón con gestión activa de energía descritos en esta solicitud.

Además de lo ya mencionado en la sección de "Descripción" de esta solicitud de patente, se añade la siguiente información concerniente a las figuras.

La figura 1 muestra el diagrama de bloques que representa el sistema electrónico de control y monitorización para los sistemas de calentamiento, que consiste en 8 etapas:

- 1- - Detección
- 2- - Acondicionamiento de señal
- 3- - Procesamiento y control
- 4- - Electrónica de potencia
- 5- - Interfaz de entrada/salida
- 6- - Fuente de alimentación
- 7- - Regulación de tensión
- 8- - Sistemas de calentamiento

Todas estas etapas se describen en detalle en esta solicitud.

La figura 2 muestra la arquitectura de servidor local, que se describe en la etapa de comunicación de entrada/salida en esta solicitud de patente.

La figura 3 muestra la arquitectura de servidor en la nube, que se describe en la etapa de comunicación de entrada/salida en esta solicitud de patente.

La figura 4 muestra el diagrama de la lógica de funcionamiento (software inalterable) para el sistema electrónico de control y monitorización.

En la figura 5 se esquematiza la arquitectura lógica de la API (interfaz de programación de aplicaciones).

La figura 6 muestra una realización preferente para la pieza de hormigón con gestión activa de energía, que comprende:

1 - hormigón con PCM;

2 - sistema de calentamiento, que puede incluir los sistemas de calentamiento mostrados en la figura 1, impresos en sustratos flexibles y/o rígidos. Acoplada a este sistema de calentamiento está la electrónica para monitorizar y controlar el funcionamiento de los sistemas de calentamiento y los respectivos sensores de temperatura y de humedad;

3 - materiales con propiedades reflectantes a los infrarrojos (RF);

4 - hormigón con propiedades mejoradas de aislamiento térmico.

La figura 7 muestra cómo se llevará a cabo la conexión de las diversas placas de hormigón con gestión activa de energía, para la construcción de un muro o suelo:

1 - Conexión placa a placa, que se puede llevar a cabo por medio de conectores;

2 - Fuente de alimentación;

3 - Banda de calentamiento.

La figura 8 muestra la aplicación del hormigón con gestión activa de energía descrita en esta invención:

1 - muro;

2 - suelos

3 - piezas prefabricadas para encastrar o permanecer a la vista

REIVINDICACIONES

1. Sistema de gestión activa de energía en muros y/o suelos de hormigón, comprendiendo el sistema:

sistemas de calentamiento impresos que comprenden:

circuitos de calentamiento impresos integrados en piezas de hormigón durante el proceso de hormigonado, o

circuitos de calentamiento impresos en la superficie de piezas de hormigón o de revestimientos cementosos;

comprendiendo además el sistema materiales altamente reflectantes; **caracterizado por que** el sistema comprende:

- un sistema electrónico encastrado en el hormigón, adecuado para monitorizar y controlar el ambiente y los circuitos de calentamiento;

- materiales de cambio de fase; y

- una estructura de muro de hormigón adecuada para la utilización del calor generado por los circuitos de calentamiento impresos.

2. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los circuitos de calentamiento impresos son fabricados de materiales metálicos y/o no metálicos y/o de compuestos, utilizados como conductores de corriente y sistemas resistivos, en el que los valores de la potencia eléctrica de dichos circuitos de calentamiento impresos están comprendidos entre 50 y 300 W/m².

3. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los materiales que forman los circuitos de calentamiento impresos se imprimen por medio de serigrafía, y/o rotograbado, y/o impresión con chorro de tinta mediante sistemas rollo a rollo y/o lámina a lámina, en sustratos flexibles, sustratos rígidos o en la superficie de hormigón.

4. Sistema de gestión activa de energía, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los circuitos de calentamiento impresos en hormigón tienen pistas impresas con longitudes comprendidas entre 50 y 3.000 mm, valores de anchura entre 2, 5 y 20 mm, y valores de grosor entre 10 y 200 µm.

5. Sistema de gestión activa de energía, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los circuitos de calentamiento impresos en hormigón se imprimen directamente en la superficie de la pieza de hormigón, en el que la superficie de hormigón es revestida previamente con compuestos/tintas impermeables o similares, de tal modo que la rugosidad superficial de la pieza de hormigón no debe exceder 0,5 mm y la porosidad en espacios vacíos debe ser menor del 10 %

6. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 5, **caracterizado por que** los circuitos de calentamiento impresos son estratificados y/o revestidos con diferentes materiales después de la impresión.

7. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** incorpora materiales de aislamiento térmico en el hormigón.

8. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** los materiales de aislamiento térmico son revestimientos cementosos basados en corcho y otros agregados ligeros, y son aplicados en las superficies exteriores.

9. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el hormigón presenta una elevada compacidad con porosidad menor del 10 %, y por lo tanto con una elevada inercia térmica y una elevada capacidad térmica radiante, en el que esta topología del hormigón debe estar situada en la superficie situada frente al interior del edificio.

10. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sistema electrónico está formado por:

-un módulo de detección, que comprende sensores (1) de temperatura y de humedad relativa;

- un módulo (2) de acondicionamiento de señal;

- un módulo (3) de procesamiento y control;

- un módulo (4) de potencia;

- un módulo (5) de interfaz de entrada/salida adecuado para comunicación;

- una fuente (6) de alimentación;

5 - un módulo (7) de regulación de tensión; y

- un cuerpo envolvente para la integración del sistema;

10 en el que el módulo (2) de acondicionamiento de señal, el módulo (3) de procesamiento y control, el módulo (4) de potencia, el módulo (5) de interfaz de entrada/salida y el módulo (7) de regulación de tensión forman el hardware de control, estando el hardware de control integrado en el interior de la estructura y estando posicionado entre la fuente de alimentación y los circuitos de calentamiento impresos, siendo por lo tanto adecuado para regular la potencia de calentamiento y/o la energía suministrada.

15 11. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los materiales de cambio de fase son incorporados en materiales cementosos para almacenar el calor generado por los circuitos de calentamiento impresos y para liberarlo cuando los circuitos están inactivos; la incorporación se lleva a cabo al nivel de la superficie de hormigón situada frente al interior del edificio, y los materiales de cambio de fase tienen una temperatura de transición entre los puntos de ajuste máximo y mínimo para la temperatura de la superficie de
20 hormigón, definidos entre 25 °C y 40 °C.

25 12. Sistema de gestión activa de energía, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los materiales altamente reflectantes son sustratos rígidos o flexibles, tales como, entre otros, películas poliméricas y estructuras textiles que son metalizadas utilizando técnicas tales como, por ejemplo, metalización en vacío en sistemas rollo a rollo o similares, que se integran en el hormigón durante el proceso de hormigonado y se disponen a una distancia entre 5 mm y 1 cm de los circuitos de calentamiento impresos, teniendo estos materiales una emisividad térmica comprendida entre 0,1 y 0,3.

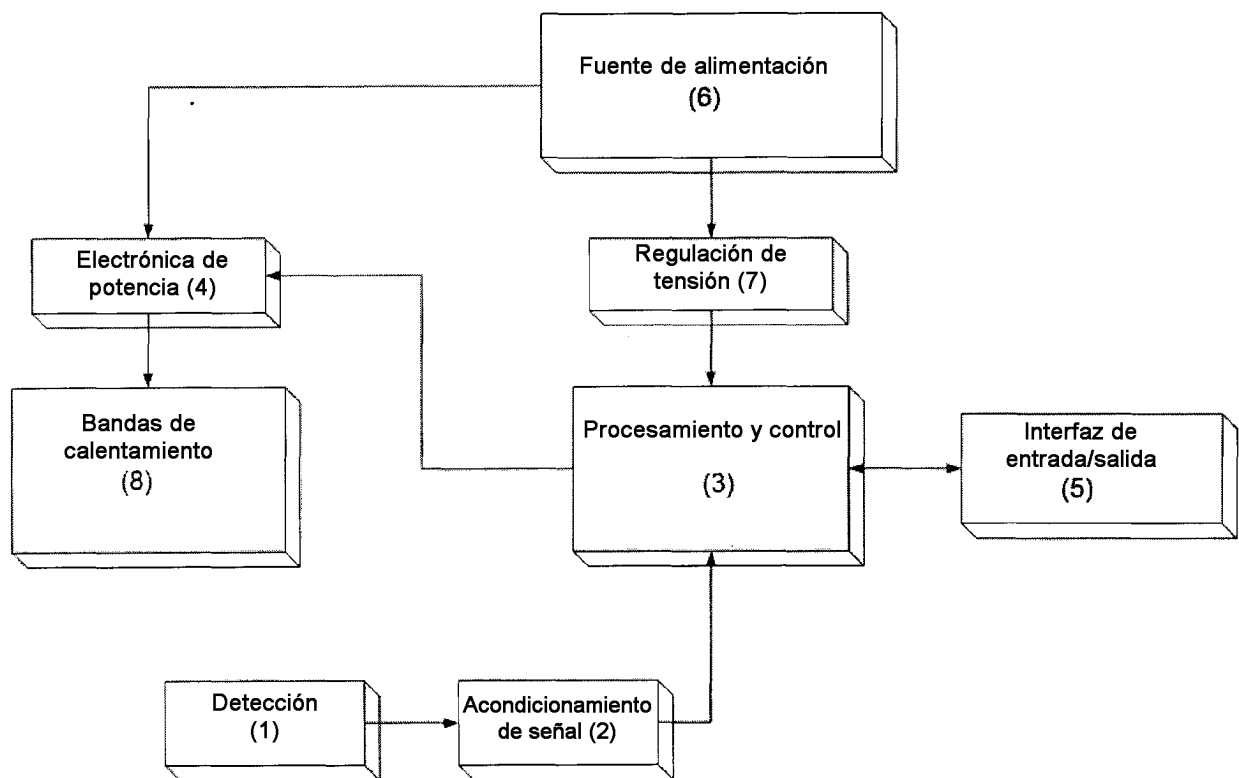


Fig. 1

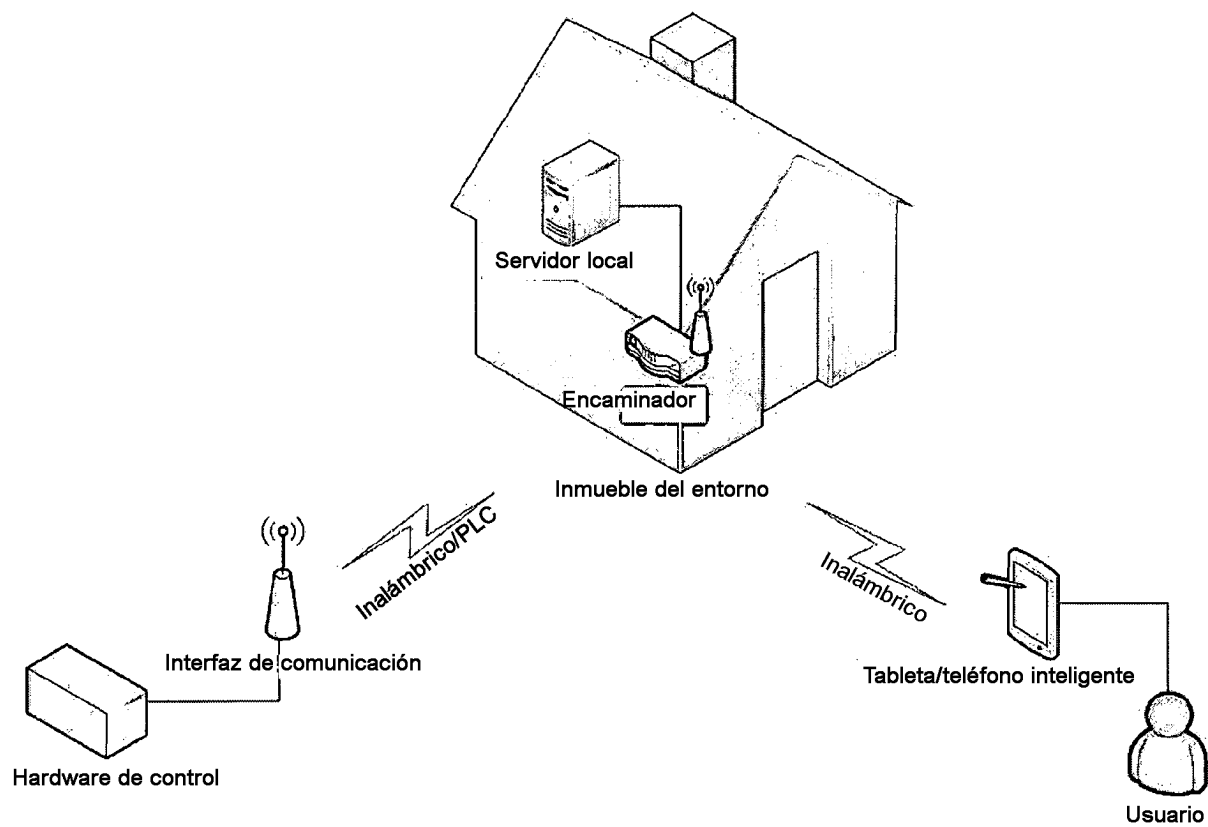


Fig. 2

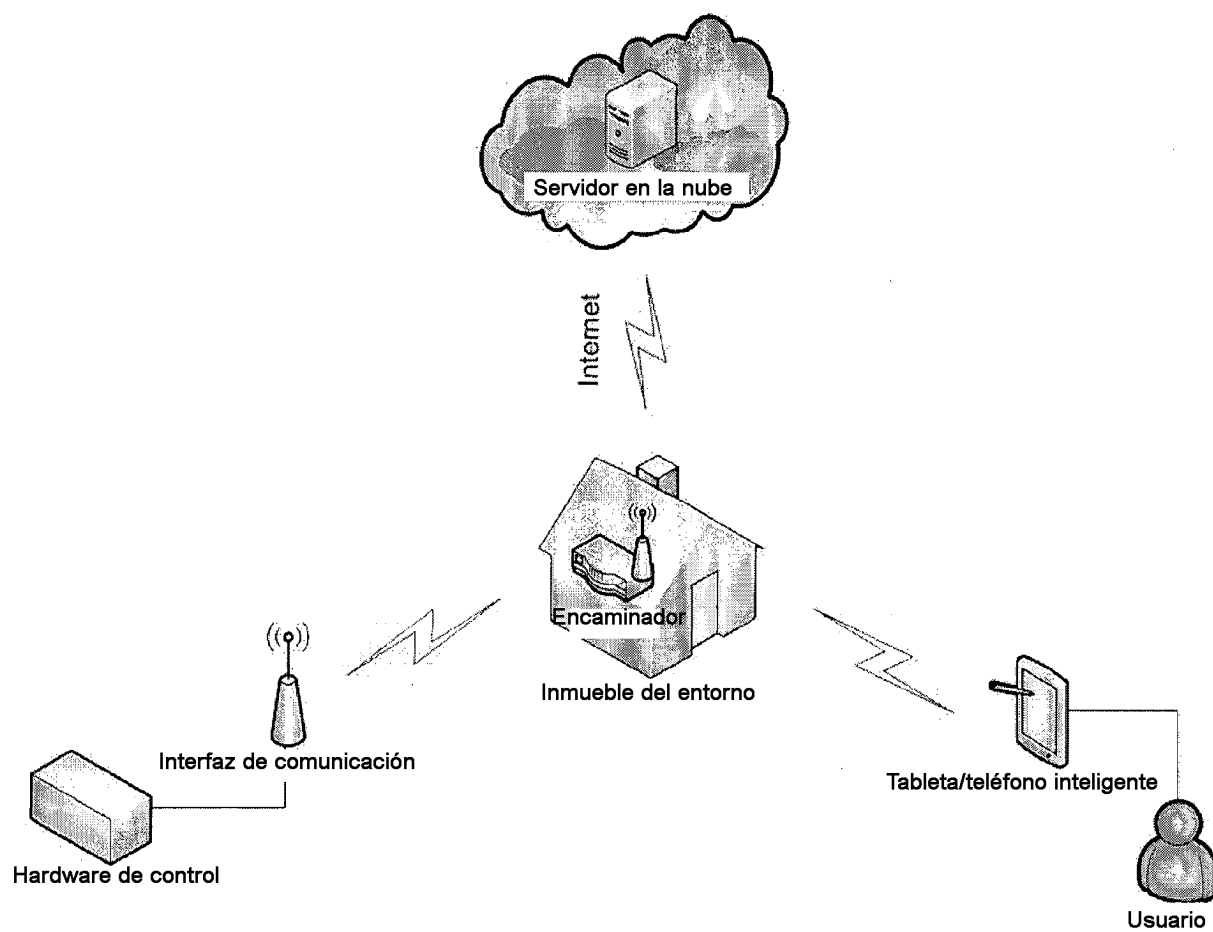


Fig. 3

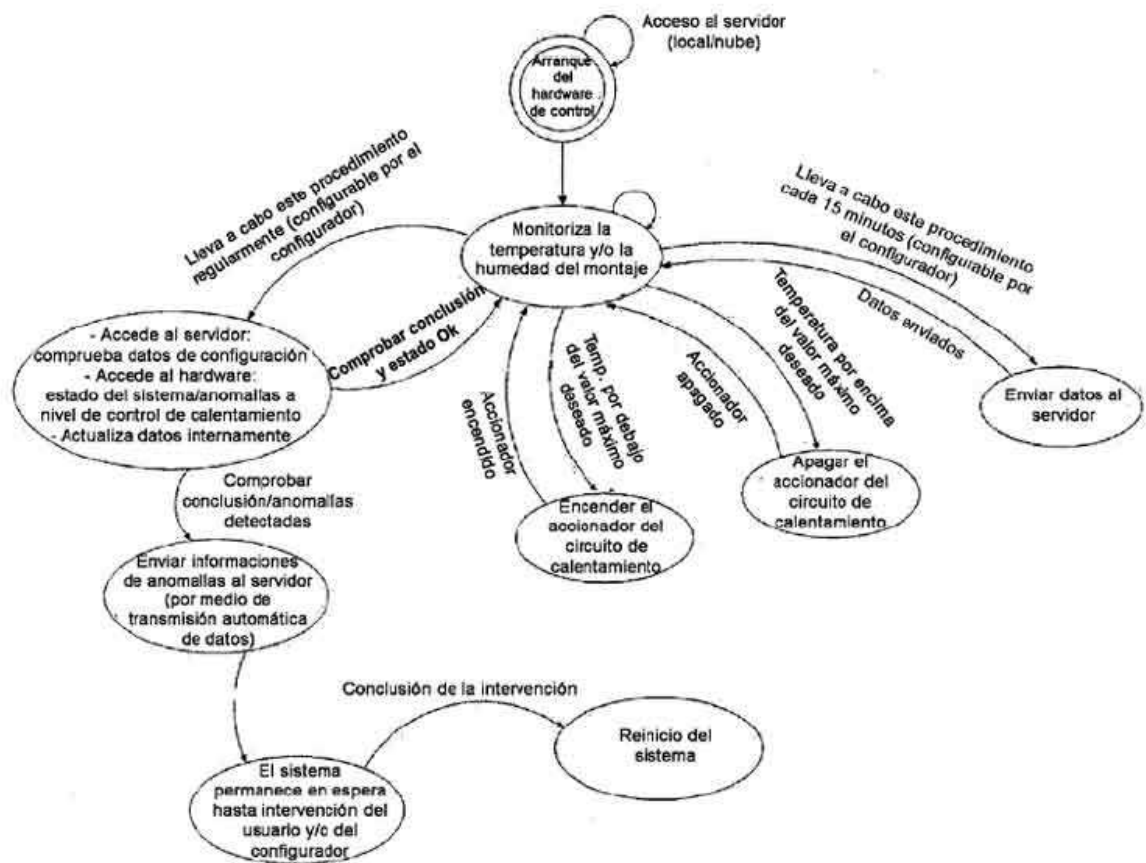


Fig. 4

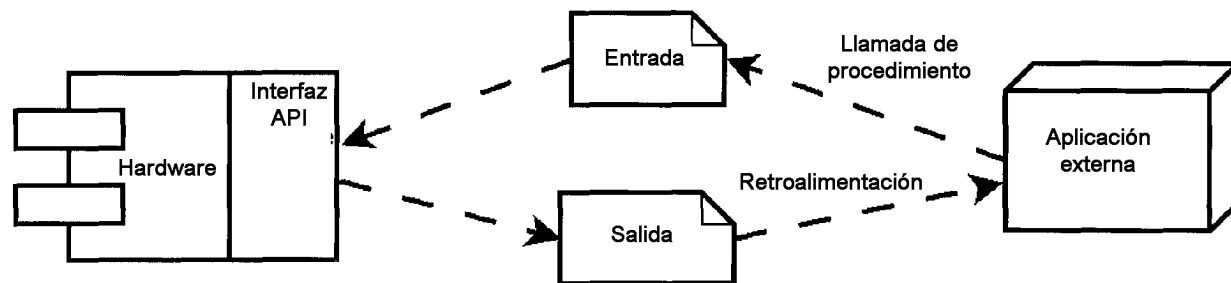


Fig. 5

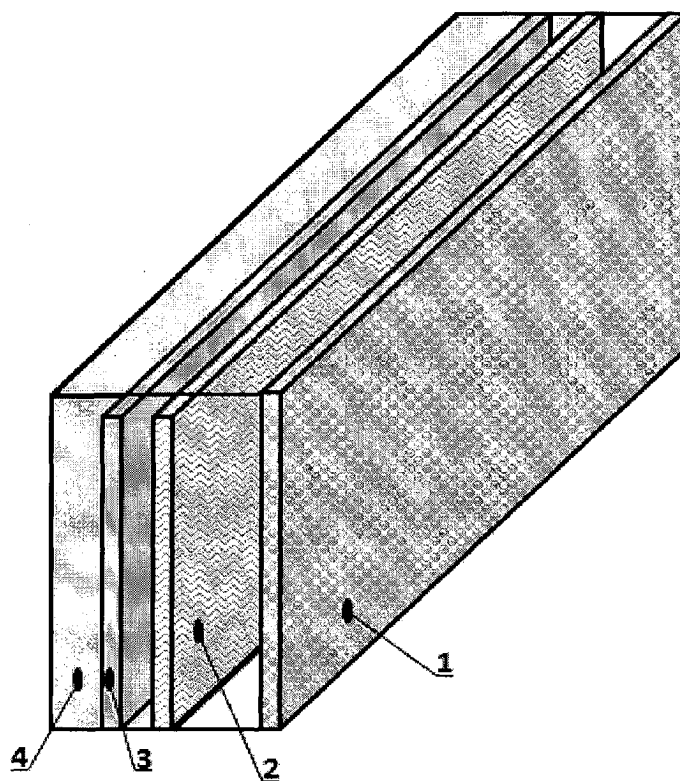


Fig. 6

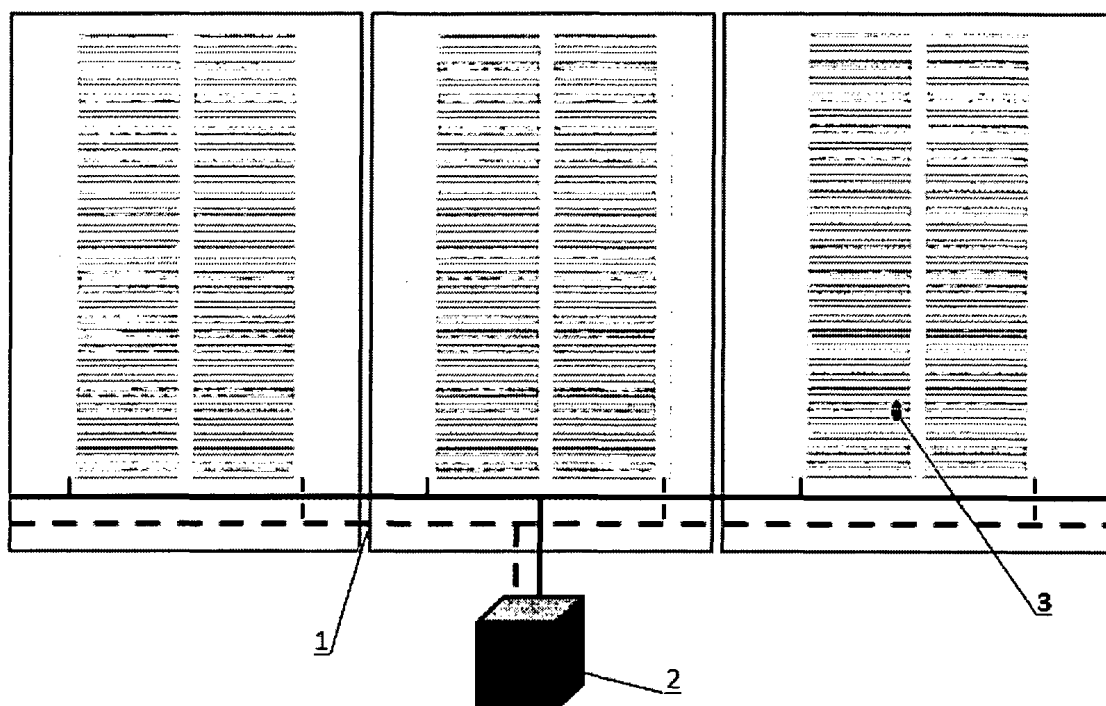


Fig. 7

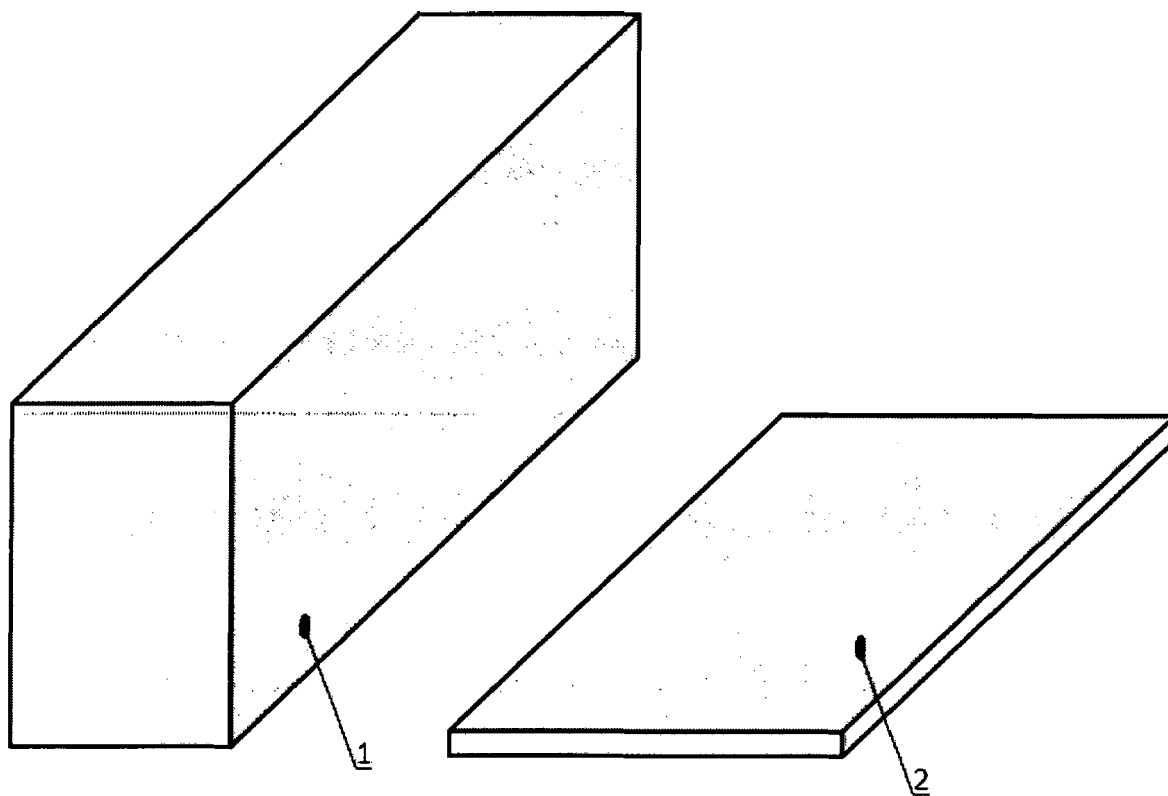


Fig. 8