

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 760**

51 Int. Cl.:

F24D 19/00	(2006.01) F24H 15/421	(2012.01)
F24F 11/41	(2008.01) F25B 47/02	(2006.01)
F24D 17/02	(2006.01) F24H 15/136	(2012.01)
F24D 19/10	(2006.01)	
F24D 17/00	(2012.01)	
F24H 15/152	(2012.01)	
F24H 15/172	(2012.01)	
F24D 103/17	(2012.01)	
F24H 15/144	(2012.01)	
F24H 15/254	(2012.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2022 PCT/IB2022/051079**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2022 WO22168047**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2022 E 22709031 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025 EP 4288707**

54 Título: **Método implementado por ordenador para desescargar una bomba de calor de un sistema de suministro de agua y medio legible por ordenador y módulo de control correspondientes**

30 Prioridad:

07.02.2021 GB 202101678
 02.07.2021 GB 202109593
 02.07.2021 GB 202109594
 02.07.2021 GB 202109596
 02.07.2021 GB 202109597
 02.07.2021 GB 202109598
 02.07.2021 GB 202109599
 02.07.2021 GB 202109600
 02.08.2021 GB 202111084

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2025

73 Titular/es:

OCTOPUS ENERGY HEATING LIMITED (100.00%)
UK House 164-182 Oxford Street
London, W1D 1NN, GB

72 Inventor/es:

KONOWALCZYK, PETER

74 Agente/Representante:

DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro

ES 3 015 760 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

5 Método implementado por ordenador para desescarchar una bomba de calor de un sistema de suministro de agua y medio legible por ordenador y módulo de control correspondientes

La presente divulgación se refiere, en general, a la gestión de servicios públicos. En particular, la presente divulgación se refiere a métodos y sistemas que pueden utilizarse para ayudar a modificar el hábito de uso de agua caliente de un usuario.

ANTECEDENTES

Ya sea en una configuración comercial o doméstica, el agua calentada es necesaria durante todo el día y todo el año. Huelga decir que el suministro de agua calentada requiere tanto agua limpia como una fuente de calor. Para proporcionar agua calentada, se suministra un sistema de calentamiento a un sistema de suministro de agua a menudo centralizado para calentar el agua hasta una temperatura predeterminada, por ejemplo, establecida por un usuario, y la fuente de calor utilizada es convencionalmente una o más resistencias eléctricas o la combustión de gas natural. En general, durante los periodos de mayor demanda de energía (p. ej. gas o electricidad), los proveedores de servicios públicos implementan una tarifa punta que aumenta el coste unitario de la energía, en parte para cubrir el coste adicional de tener que comprar más energía para suministrar a los clientes y en parte para desincentivar el uso innecesario de energía. Luego, durante los periodos de baja demanda de energía, los proveedores aplicarían una tarifa valle que reduce el coste unitario de la energía para incentivar a los clientes a utilizar la energía durante estos periodos valle en lugar de en los periodos punta, con el fin de lograr un consumo de energía más equilibrado. Sin embargo, estas estrategias sólo son eficaces si los clientes están siempre al tanto de los cambios en las tarifas y, además, hacen un esfuerzo consciente por modificar sus hábitos de consumo de energía.

El agua limpia como servicio público está recibiendo mucha atención en la actualidad. Como el agua limpia es cada vez más escasa, se han hecho muchos esfuerzos para educar al público en la conservación del agua limpia, así como para desarrollar sistemas y dispositivos que reduzcan el consumo de agua, tales como duchas y grifos aireados para reducir el flujo de agua, duchas y grifos equipados con sensores de movimiento que detienen el flujo de agua cuando no se detecta movimiento, etc. Sin embargo, estos sistemas y dispositivos están restringidos a un único uso específico y sólo tienen un impacto limitado en los hábitos problemáticos de consumo de agua.

Ante la creciente preocupación por el impacto medioambiental del consumo de energía, últimamente ha aumentado el interés por utilizar tecnologías de bomba de calor para proporcionar agua calentada sanitaria. Una bomba de calor es un dispositivo que transfiere energía térmica de una fuente de calor a un depósito térmico. Aunque una bomba de calor requiere electricidad para realizar el trabajo de transferencia de energía térmica de la fuente de calor al depósito térmico, suele ser más eficiente que los calentadores de resistencia eléctrica (elementos calefactores eléctricos), ya que normalmente tiene un coeficiente de rendimiento de al menos 3 o 4. Esto significa que, a igualdad de consumo eléctrico, las bombas de calor pueden proporcionar a los usuarios 3 o 4 veces más calor que las resistencias eléctricas.

El medio de transferencia de calor que transporta la energía térmica se conoce como refrigerante. La energía térmica del aire (p. ej., el aire exterior o el aire de una habitación caliente de la casa) o de una fuente subterránea (p. ej., un bucle de tierra o un pozo lleno de agua) se extrae mediante un intercambiador de calor receptor y se transfiere a un refrigerante contenido. El refrigerante, ahora de mayor energía, se comprime, lo que hace que aumente considerablemente su temperatura, donde este refrigerante, ahora caliente, intercambia energía térmica a través de un intercambiador de calor con un circuito de agua calentada. En el contexto del suministro de agua calentada, el calor extraído por la bomba de calor puede transferirse al agua de un depósito aislado que actúa como almacenamiento de energía térmica, y el agua calentada puede utilizarse posteriormente cuando sea necesario. El agua calentada puede desviarse a una o varias salidas de agua, p. ej. un grifo, una ducha, un radiador, según sea necesario. Sin embargo, una bomba de calor suele requerir más tiempo que los calentadores eléctricos de resistencia para calentar el agua a la temperatura deseada, en parte porque las bombas de calor suelen tardar en ponerse en marcha.

Dado que los distintos hogares, lugares de trabajo y espacios comerciales tienen necesidades y preferencias diferentes en cuanto al uso de agua calentada, es deseable encontrar nuevas formas de suministro de agua calentada para que las bombas de calor puedan ser una alternativa práctica a los calentadores eléctricos. Además, para conservar la energía y el agua, puede ser conveniente modular el consumo de energía y agua limpia; sin embargo, la modulación del consumo de servicios públicos no puede consistir simplemente en una limitación general del uso.

El documento WO 2014/087701 divulga un controlador que ejecuta una operación de almacenamiento de calor haciendo funcionar una bomba de calor y una bomba de circulación hasta que se almacena en el depósito la cantidad de calor necesaria. Mediante esta operación de almacenamiento de calor es posible almacenar en el depósito la cantidad de calor (agua caliente) necesaria para ejecutar la operación de prevención de la congelación hasta la hora programada de inicio del suministro de agua caliente del día siguiente. Posteriormente, el controlador ejecuta la operación de prevención de congelación haciendo circular el agua caliente en el depósito, sin hacer funcionar la bomba de calor. El documento JP 2019 007692 divulga un calentador acumulador de agua que incluye un depósito de almacenamiento de agua caliente para almacenar agua caliente, una máquina de fuente de calor de bomba de calor, y un circuito de calentamiento de circulación que conecta el depósito de almacenamiento de agua caliente y la máquina de fuente de calor de bomba de calor. El calentador acumulador de agua también incluye medios de control para

predecir la cantidad futura de calor de uso de suministro de agua caliente mediante el aprendizaje y el almacenamiento de una situación de uso de suministro de agua caliente de un usuario y la ejecución de la operación de almacenamiento de agua caliente para almacenar agua caliente de la cantidad de calor de uso de suministro de agua caliente predicha en el acumulador de agua caliente mediante el accionamiento de la máquina de fuente de calor de la bomba de calor.

5

Por lo tanto, es deseable proporcionar métodos y sistemas mejorados para el suministro de agua calentada.

SUMARIO

10 La presente invención se define en las reivindicaciones independientes, mientras que las características opcionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

15 Un aspecto de la presente tecnología proporciona un método implementado por ordenador para desescarchar una bomba de calor de un sistema de suministro de agua para un edificio, el sistema de suministro de agua comprende la bomba de calor configurada para transferir energía térmica desde el exterior del edificio a un medio de almacenamiento de energía térmica en el interior del edificio y un módulo de control configurado para controlar el funcionamiento de la bomba de calor, el sistema de suministro de agua está configurado para proporcionar agua calentada por el medio de almacenamiento de energía térmica a un ocupante del edificio en una o más salidas de agua, el método es realizado por el módulo de control y comprende: determinar, basándose en el funcionamiento de la bomba de calor, una hora de inicio prevista de un siguiente ciclo de desescarche de la bomba de calor; y preparar el sistema de suministro de agua antes de la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche haciendo funcionar la bomba de calor durante un periodo de tiempo predeterminado antes de la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche para precargar el medio de almacenamiento de energía térmica con el fin de almacenar energía térmica en el medio de almacenamiento de energía térmica de manera que el medio de almacenamiento de energía térmica alcance una primera temperatura superior a su temperatura de funcionamiento normal antes de la hora de inicio prevista.

20 Según la presente invención, se determina una hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarche de la bomba de calor basándose en el rendimiento de la bomba de calor y, a continuación, el módulo de control prepara de forma predictiva el sistema de suministro de agua antes de que comience el ciclo de desescarche. De este modo, las presentes realizaciones permiten que los ciclos de desescarche necesarios de la bomba de calor se lleven a cabo de una manera que sea menos perjudicial para el suministro de agua caliente, permitiendo así que una bomba de calor se utilice como una forma eficaz de proporcionar agua caliente. Al precargar el medio de almacenamiento de energía térmica de modo que alcance la temperatura deseada antes de la hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarche, cuando se interrumpirá el funcionamiento de la bomba de calor, es posible garantizar que se almacena una cantidad suficiente de energía térmica para reducir la interrupción del suministro de agua caliente.

30 En algunas realizaciones, el método puede ser realizado, al menos parcialmente, por un primer algoritmo de aprendizaje automático, MLA, ejecutado en el módulo de control, habiendo sido entrenado el primer MLA para predecir un próximo ciclo de desescarche basándose en datos meteorológicos.

40 En algunas realizaciones, el rendimiento de la bomba de calor puede comprender una producción media de energía térmica de la bomba de calor, un rendimiento de la bomba de calor, un coeficiente de rendimiento de la bomba de calor o una combinación de los mismos.

45 El momento en que una bomba de calor requiere un ciclo de desescarche puede verse influido por factores externos tales como la temperatura y la humedad exteriores. Así pues, en algunas realizaciones, el método puede comprender además recibir datos meteorológicos, en donde la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche se determina además basándose en los datos meteorológicos.

50 En algunas realizaciones, los datos meteorológicos pueden comprender una o más de las previsiones meteorológicas, las condiciones meteorológicas actuales, una temperatura interior del edificio, o una combinación de las mismas.

55 En algunas realizaciones, el método puede comprender además la recopilación de datos relativos a uno o más ciclos de desescarche anteriores de la bomba de calor, en donde la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche se determina además basándose en los datos recopilados. Utilizando los datos recopilados de ciclos de desescarche anteriores, como los intervalos de tiempo entre ciclos de desescarche sucesivos en condiciones meteorológicas diferentes o temperaturas interiores diferentes, el tiempo necesario para completar cada ciclo de desescarche, etc., el módulo de control o el primer MLA pueden determinar con mayor precisión la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche.

60 En algunas realizaciones, el periodo de tiempo predeterminado puede establecerse basándose en la primera temperatura y en el rendimiento de la bomba de calor y/o en los datos meteorológicos.

65 Según la invención, la primera temperatura puede ser superior a una temperatura de funcionamiento preestablecida por el ocupante. Al precargar el medio de almacenamiento térmico a una temperatura superior a la temperatura normal de funcionamiento, se dispone de más energía térmica almacenada durante el siguiente ciclo de desescarche y, de este modo, se reduce aún más la interrupción del suministro de agua caliente causada por el siguiente ciclo de desescarche.

70 Durante un ciclo de desescarche, el funcionamiento de la bomba de calor se interrumpirá y no podrá proporcionar

ES 3 015 760 T3

- 5 calefacción al edificio. Así pues, en algunas realizaciones, el sistema de suministro de agua puede comprender un sistema de calefacción central para elevar la temperatura interior del edificio, en donde la preparación del sistema de suministro de agua puede comprender el aumento de la temperatura interior del edificio antes de la hora de inicio prevista mediante el funcionamiento de la bomba de calor para suministrar agua caliente al sistema de calefacción central.
- 10 En algunas realizaciones, el sistema de suministro de agua puede comprender uno o más elementos de calefacción por resistencia eléctrica, y en donde el aumento de la temperatura interior del edificio puede comprender el funcionamiento de uno o más elementos de calefacción por resistencia eléctrica para suministrar agua caliente al sistema de calefacción central.
- 15 En algunas realizaciones, el aumento de la temperatura interior del edificio puede comprender el aumento de la temperatura interior del edificio de una temperatura actual a una segunda temperatura.
- 20 En algunas realizaciones, la segunda temperatura puede ser superior a una temperatura interior preestablecida por el ocupante. Al elevar la temperatura interior del edificio a una temperatura superior (por ejemplo, en uno o dos grados) a la temperatura preestablecida por el ocupante antes de la hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarche, es posible garantizar que la temperatura interior del edificio se mantenga en un intervalo confortable mientras la bomba de calor está funcionando en el siguiente ciclo de desescarche.
- 25 En algunas realizaciones, la precarga del medio de almacenamiento de energía térmica y/o el aumento de la temperatura interior del edificio pueden llevarse a cabo basándose en una demanda prevista de agua caliente determinada a partir de un patrón de uso de servicios públicos establecido por un segundo MLA para el sistema de suministro de agua basándose en datos de sensores obtenidos del sistema de suministro de agua.
- 30 En algunas realizaciones, el segundo MLA puede determinar la primera temperatura basándose en el patrón de uso de los servicios públicos.
- 35 En algunas realizaciones, el patrón de uso de servicios públicos puede comprender un uso previsto de agua fría con respecto a la hora, el día y/o la fecha, un uso previsto de agua caliente con respecto a la hora, el día y/o la fecha, un uso previsto de energía con respecto a la hora, el día y/o la fecha, o una combinación de los mismos.
- 40 En algunas realizaciones, el método comprende además determinar, basándose en el patrón de uso de los servicios públicos, una hora de baja demanda cercana a la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche cuando la demanda prevista de agua caliente es baja.
- 45 En algunas realizaciones, la precarga del medio de almacenamiento de energía térmica y/o el aumento de la temperatura interior del edificio pueden realizarse basándose en una ocupación prevista del edificio determinada por un tercer MLA para el sistema de suministro de agua basándose en los datos de los sensores obtenidos del sistema de suministro de agua.
- 50 En algunas realizaciones, el método puede comprender además determinar, basándose en la ocupación prevista, una hora de baja ocupación cercana a la hora prevista de inicio del ciclo de desescarche cuando la ocupación prevista del edificio es baja.
- 55 En algunas realizaciones, los datos del sensor pueden comprender una hora del día, un día de la semana, una fecha, un caudal y/o presión de agua en una o más salidas de agua, un tiempo transcurrido desde que se abre una salida de agua, una temperatura del agua de red, una temperatura del agua en una o más salidas de agua, una cantidad y/o tasa de consumo de energía, una ubicación actual del usuario, o una combinación de los mismos.
- 60 En algunas ocasiones, la hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarche puede ser especialmente perjudicial para el suministro normal de agua caliente por parte del sistema de suministro de agua. Por ejemplo, la hora de inicio prevista puede ser una hora en la que se espera que la demanda de agua caliente o de energía sea alta, p. ej. a primera hora de la tarde. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el método puede comprender además ajustar la hora de inicio prevista del ciclo de desescarche a una hora de inicio ajustada basada en la hora de baja demanda y/o la hora de baja ocupación. De este modo, es posible reducir la interrupción causada por el siguiente ciclo de desescarche.
- 65 En algunas realizaciones, el método puede comprender además el funcionamiento de la bomba de calor para iniciar el siguiente ciclo de desescarche a la hora de inicio ajustada.
- 70 Otro aspecto de la presente tecnología proporciona un medio legible por ordenador que comprende un código legible por máquina que, cuando es ejecutado por un procesador, hace que el procesador realice el método descrito anteriormente.
- Otro aspecto de la presente tecnología proporciona un módulo de control configurado para controlar un sistema de suministro de agua, comprendiendo el módulo de control un procesador que ejecuta un algoritmo de aprendizaje automático entrenado para realizar el método descrito anteriormente.
- Cada una de las implementaciones de la presente tecnología tiene al menos uno de los objetos y/o aspectos mencionados anteriormente, pero no necesariamente todos ellos. Debe entenderse que algunos aspectos de la

presente tecnología que han resultado de intentar alcanzar el objeto anteriormente mencionado pueden no satisfacer este objeto y/o pueden satisfacer otros objetos no citados específicamente en el presente documento.

5 Características, aspectos y ventajas adicionales y/o alternativos de las implementaciones de la presente tecnología resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Las realizaciones de la presente divulgación se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Fig. 1 es una descripción general esquemática de un sistema de suministro de agua de ejemplo;
- la Fig. 2 muestra de forma esquemática una fase de entrenamiento de ejemplo de un MLA para establecer un patrón de uso;
- 15 la Fig. 3 muestra de forma esquemática un procesamiento de datos de ejemplo por un MLA para emitir una predicción de ocupación;
- la Fig. 4 muestra de forma esquemática un procesamiento de datos de ejemplo por un MLA para precargar un acumulador de calor;
- la Fig. 5 muestra de forma esquemática un procesamiento de datos de ejemplo por un MLA para activar una bomba de calor;
- 20 la Fig. 6 muestra de forma esquemática un procesamiento de datos de ejemplo por un MLA para iniciar un ciclo de desescarche de una bomba de calor;
- la Fig. 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para modificar el hábito de uso de agua de un usuario según una realización;
- la Fig. 8 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para modular el uso del agua según una realización;
- 25 la Fig. 9 es un diagrama de flujo de otro método de ejemplo para modular el uso del agua según una realización; y
- la Fig. 10 muestra de forma esquemática un procesamiento de datos de ejemplo por un MLA para emitir un aviso de fuga.

30 Las Figuras 4 y 6 describen un ejemplo de método de desescarche de una bomba de calor y un ejemplo de método de precarga de un acumulador de calor según la invención. Las Figuras 3, 5 y 7-10 describen otros modos de funcionamiento, que no forman parte de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 En vista de lo anterior, la presente divulgación proporciona varios enfoques para el suministro de agua calentada utilizando o con la ayuda de una bomba de calor y, en algunos casos, para modular el uso de los servicios públicos, incluyendo el agua y la energía para reducir el desperdicio de agua y energía. Los presentes enfoques pueden implementarse mediante el uso de uno o más algoritmos de aprendizaje automático (MLA) entrenados para controlar y modular el suministro de agua para un sistema de suministro de agua a través de un módulo de control basado en datos de sensores recibidos del sistema de suministro de agua. Por ejemplo, durante una fase de entrenamiento, el MLA puede supervisar el uso de agua calentada de un hogar en una configuración doméstica y establecer un patrón de uso normal. El MLA puede ser entrenado para reconocer diferentes tipos de uso del agua (p. ej. ducha, lavamanos, calefacción, etc.) basándose en una serie de datos como la hora del día, el día de la semana, la fecha, el tiempo, etc. En algunas realizaciones, el MLA puede recoger datos adicionales, por ejemplo, sobre el momento en que se enciende y se apaga una salida de agua del sistema, la duración del uso, la temperatura del agua configurada por el usuario y la temperatura real del agua cuando se proporciona agua calentada al usuario. En uso, el MLA puede utilizar el patrón de uso aprendido de diversas maneras para mejorar la eficiencia y la eficacia del suministro de agua calentada utilizando una bomba de calor o con su ayuda.

50 En algunas realizaciones, el MLA puede ser entrenado para implementar una o más estrategias de ahorro de energía cuando o antes de que se abra una salida de agua, y opcionalmente para implementar una o más estrategias interactivas para ayudar a modificar los hábitos de uso de agua y energía, p. ej. para reducir gradualmente el uso de agua y/o energía.

55 A continuación se ofrece un breve resumen de diferentes tipos de algoritmos de aprendizaje automático para realizaciones en las que se utilizan uno o más MLA. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el uso de un MLA para establecer un patrón de uso normal es sólo una manera de implementar las presentes técnicas, pero no es esencial; en algunas realizaciones, un módulo de control puede ser programado con funciones de software apropiadas para diana específica de uso de agua calentada, por ejemplo, el flujo excesivo de agua, y para responder de una manera predeterminada.

Visión general de los MLA

65 Existen muchos tipos diferentes de MLA conocidos en la técnica. En términos generales, existen tres tipos de MLA: MLA basados en el aprendizaje supervisado, MLA basados en el aprendizaje no supervisado y MLA basados en el aprendizaje por refuerzo.

70 El MLA con proceso de aprendizaje supervisado se basa en una diana - variable de (o variable dependiente), que debe predecirse a partir de un conjunto dado de predictores (variables independientes). Utilizando este conjunto de variables, el MLA (durante el entrenamiento) genera una función que relaciona las entradas con las salidas deseadas.

ES 3 015 760 T3

El proceso de formación continúa hasta que el MLA alcanza el nivel de precisión deseado en los datos de validación. Algunos ejemplos de MLA basados en el aprendizaje supervisado son: Regresión, Árbol de decisión, Bosque aleatorio, Regresión logística, etc.

- 5 El MLA de aprendizaje no supervisado no implica la predicción de una variable diana o de resultado *per se*. Este tipo de MLA se utiliza para agrupar una población de valores en diferentes grupos, lo que se utiliza ampliamente para segmentar a los clientes en diferentes grupos para una intervención específica. Algunos ejemplos de MLA de aprendizaje no supervisado son: Algoritmo a priori, K-medias.
- 10 El MLA de aprendizaje por refuerzo se entrena para tomar decisiones específicas. Durante el entrenamiento, el MLA se expone a un entorno de formación en el que se entrena continuamente utilizando el método de ensayo y error. El MLA aprende de la experiencia pasada e intenta captar el mejor conocimiento posible para tomar decisiones precisas. Un ejemplo de ALM de aprendizaje por refuerzo es un Proceso de Decisión de Markov.
- 15 Debe entenderse que pueden utilizarse distintos tipos de MLA con diferentes estructuras o topologías para diversas tareas. Un tipo concreto de MLA son las redes neuronales artificiales (RNA), también conocidas como redes neuronales (NN).

Redes neuronales (NN)

- 20 En términos generales, una NN dada consiste en un grupo interconectado de "neuronas" artificiales que procesan la información utilizando un enfoque conexionista de la computación. Las NN se utilizan para modelar relaciones complejas entre entradas y salidas (sin conocer realmente las relaciones) o para encontrar patrones en los datos. Las NN se acondicionan primero en una fase de entrenamiento en la que se les proporciona un conjunto conocido de "entradas" e información para adaptar la NN con el fin de generar salidas adecuadas (para una situación determinada que se intenta modelar). Durante esta fase de entrenamiento, la NN dada se adapta a la situación que se está aprendiendo y cambia su estructura de forma que la NN dada sea capaz de proporcionar salidas predichas razonables para entradas dadas en una nueva situación (basándose en lo aprendido). Así pues, en lugar de intentar determinar una disposición estadística compleja o algoritmos matemáticos para una situación dada, la NN dada pretende proporcionar una respuesta "intuitiva" basada en una "sensación" para una situación. La NN dada se considera así una "caja negra" entrenada, que puede utilizarse para determinar una respuesta razonable a un conjunto dado de entradas en una situación en la que lo que ocurre en la "caja" carece de importancia.

- 35 Las NN se suelen utilizar en muchas situaciones en las que sólo es importante conocer un resultado basado en una entrada determinada, pero la forma exacta en que se obtiene ese resultado es menos importante o carece de importancia. Por ejemplo, las NN se utilizan habitualmente para optimizar la distribución del tráfico web entre servidores y en el procesamiento de datos, incluidos el filtrado, la agrupación, la separación de señales, la compresión, la generación de vectores y similares.

40 Redes neuronales profundas

- En algunas realizaciones no limitantes de la presente tecnología, la NN puede implementarse como una red neuronal profunda. Debe entenderse que las NN pueden clasificarse en varias clases de NN y una de estas clases comprende las redes neuronales recurrentes (RNN).

45 Redes neuronales recurrentes (RNN)

- Las RNN están adaptadas para utilizar sus "estados internos" (memoria almacenada) para procesar secuencias de entradas. Esto las hace idóneas para tareas como el reconocimiento no segmentado de la escritura manuscrita y el reconocimiento del habla, por ejemplo. Estos estados internos de las RNN pueden controlarse y se denominan estados "cerrados" o memorias "cerradas".

- 55 Cabe señalar también que las RNN pueden clasificarse a su vez en varias subclases de RNN. Por ejemplo, las RNN comprenden redes de memoria a largo plazo (LSTM), unidades recurrentes controladas (GRU), RNN bidireccionales (BRNN) y similares.

- Las redes LSTM son sistemas de aprendizaje profundo que pueden aprender tareas que requieren, en cierto sentido, "recuerdos" de sucesos ocurridos durante etapas temporales muy cortas y discretas. Las topologías de las redes LSTM pueden variar en función de las tareas específicas que "aprenden" a realizar. Por ejemplo, las redes LSTM pueden aprender a realizar tareas en las que se producen retrasos relativamente largos entre eventos o en las que los eventos ocurren juntos a frecuencias bajas y altas. Las RNN con mecanismos de compuerta específicos se denominan GRU. A diferencia de las redes LSTM, las GRU carecen de "puertas de salida" y, por tanto, tienen menos parámetros que las redes LSTM. Las BRNN pueden tener "capas ocultas" de neuronas conectadas en direcciones opuestas, lo que permite utilizar información de estados pasados y futuros.

65 Red neuronal residual (ResNet)

- Otro ejemplo de NN que puede utilizarse para realizar realizaciones no limitantes de la presente tecnología es una red neuronal residual (ResNet).

70

ES 3 015 760 T3

Las redes profundas integran de forma natural características y clasificadores de nivel bajo/medio/alto en un modo multicapa de extremo a extremo, y los "niveles" de características pueden enriquecerse con el número de capas apiladas (profundidad).

- 5 En resumen, la implementación de al menos una parte de uno o varios ejes de acción en el contexto de la presente tecnología puede dividirse en dos fases: una fase de entrenamiento y una fase de utilización. En primer lugar, el MLA en cuestión se entrena en la fase de entrenamiento utilizando uno o más conjuntos de datos de entrenamiento apropiados de. Después, una vez que el MLA ha aprendido qué datos esperar como entradas y qué datos proporcionar como salidas, el MLA se ejecuta utilizando datos en uso en la fase de uso.

10

Sistema de suministro de agua

15 En realizaciones de las presentes técnicas, un sistema centralizado de suministro de agua proporciona agua fría y caliente a una pluralidad de salidas de agua, incluyendo grifos, duchas, radiadores, etc., para un edificio en una configuración doméstica o comercial. En la Fig. 1 se muestra un sistema de suministro de agua según una realización de ejemplo. En la presente realización, el sistema 100 de suministro de agua comprende un módulo 110 de control. El módulo de control 110 está acoplado comunicativamente a, y configurado para controlar, varios elementos del sistema de suministro de agua, incluyendo el control de flujo 130 por ejemplo en forma de una o más válvulas dispuestas para controlar el flujo de agua interno y externo al sistema, una bomba de calor 140 (fuente de tierra o
20 fuente de aire) configurada para extraer calor del entorno y depositar el calor extraído en un acumulador de energía térmica 150 para ser utilizado para calentar agua, y uno o más elementos calefactores eléctricos 160 configurados para calentar directamente agua fría a una temperatura deseada mediante el control de la cantidad de energía suministrada a los elementos calefactores eléctricos 160. El agua calentada, ya sea calentada por el acumulador de energía térmica 150 o calentada por los elementos calefactores eléctricos 160, se dirige entonces a una o más salidas de agua como y cuando sea necesario. En las realizaciones, la bomba de calor 140 extrae calor del entorno (p. ej., del aire ambiente en el caso de una bomba de calor aerotérmica, de la energía geotérmica en el caso de una bomba de calor geotérmica, o de una masa de agua en el caso de una bomba de calor hidráulica), calor que es absorbido por un refrigerante y transferido del refrigerante a un líquido de trabajo que, a su vez, transfiere calor a un medio de almacenamiento de energía térmica dentro del acumulador de energía térmica 150, donde se almacena preferiblemente como calor latente. La energía del medio de almacenamiento de energía térmica puede entonces utilizarse para calentar agua más fría, por ejemplo agua fría procedente de un suministro de agua, posiblemente una red de suministro de agua, a una temperatura deseada. El agua calentada puede entonces suministrarse a varias salidas de agua del sistema.

35 En la presente realización, el módulo de control 110 está configurado para recibir entradas de una pluralidad de sensores 170-1, 170-2, 170-3,..., 170-n. La pluralidad de sensores 170-1, 170-2, 170-3,..., 170-n puede incluir, por ejemplo, uno o más sensores de temperatura del aire dispuestos en el interior y/o el exterior, uno o más sensores de temperatura del agua, uno o más sensores de presión del agua, uno o más temporizadores, uno o más sensores de movimiento, y puede incluir otros sensores no vinculados directamente al sistema de suministro de agua 100, tal como un receptor de señal GPS, un calendario, una aplicación de previsión meteorológica, por ejemplo, en un teléfono inteligente llevado por un ocupante y en comunicación con el módulo de control a través de un canal de comunicación. El módulo de control 110 está configurado, en la presente realización, para utilizar la entrada recibida para llevar a cabo una serie de funciones de control, por ejemplo, controlar el flujo de agua a través del control de flujo 130 al acumulador de energía térmica 150 o a los elementos de calentamiento eléctricos 160 para calentar el agua. En la presente realización, se utiliza un algoritmo de aprendizaje automático (MLA) 120, que puede ejecutarse en un procesador (no mostrado) del módulo de control 110 o ejecutarse en un servidor que se comunica con el procesador del módulo de control 110 a través de un canal de comunicación. El MLA 120 puede entrenarse utilizando los datos de los sensores de entrada recibidos por el módulo de control 110 para establecer un patrón base de uso de agua y energía basado, por ejemplo, en la hora del día, el día de la semana, la fecha (p. ej., cambios estacionales, días festivos), la ocupación, etc. El patrón de uso aprendido puede entonces utilizarse para determinar, y en algunos casos mejorar, las diversas funciones de control realizadas por el módulo de control 110.

55 Aunque una bomba de calor suele ser más eficiente energéticamente para calentar agua que un calentador de resistencia eléctrica, su puesta en marcha lleva tiempo porque la bomba de calor tiene que someterse a comprobaciones/ciclos antes de alcanzar la plena potencia, y también se necesita tiempo para transferir una cantidad suficiente de energía térmica a un medio de almacenamiento de energía térmica para que el medio de almacenamiento alcance la temperatura de funcionamiento deseada antes de que pueda utilizarse para calentar agua; así pues, desde un punto de partida inicial, una bomba de calor tardará normalmente más tiempo en calentar la misma cantidad de agua a la misma temperatura que un calentador de resistencia eléctrica. Además, en algunas realizaciones, la bomba de calor 140 puede por ejemplo utilizar un material de cambio de fase (PCM), que cambia de sólido a líquido al calentarse, como medio de almacenamiento de energía térmica. En este caso, puede ser necesario un tiempo adicional para convertir el PCM de sólido a líquido, si se ha dejado solidificar, antes de que la energía térmica extraída por la bomba de calor tenga el efecto de elevar la temperatura del medio de almacenamiento térmico (hasta entonces la energía se almacena como calor latente). Aunque este enfoque para calentar el agua es más lento, consume menos energía para calentar el agua en comparación con los elementos calefactores eléctricos, por lo que, en general, se conserva energía y se reduce el coste de proporcionar agua calentada.

Materiales de cambio de fase

70 En las presentes realizaciones, puede utilizarse un material de cambio de fase como medio de almacenamiento

térmico para la bomba de calor. Una clase adecuada de materiales de cambio de fase son las ceras de parafina que tienen un cambio de fase sólido-líquido a temperaturas de interés para el suministro de agua caliente sanitaria y para utilizar en combinación con bombas de calor. Son especialmente interesantes las parafinas que se funden a temperaturas comprendidas entre 40 y 60 grados Celsius (°C), y dentro de este intervalo pueden encontrarse ceras que se funden a diferentes temperaturas para adaptarse a aplicaciones específicas. La capacidad calorífica latente típica se sitúa entre aproximadamente 180 kJ/kg y 230 kJ/kg y una capacidad calorífica específica de quizás $2,27 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ en la fase líquida, y de $2,1 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ en la fase sólida. Se puede observar que se pueden almacenar cantidades muy considerables de energía utilizando el calor latente de fusión. También se puede almacenar más energía calentando el líquido de cambio de fase por encima de su punto de fusión. Por ejemplo, cuando los costes de la electricidad son relativamente bajos durante los periodos valle, la bomba de calor puede funcionar para "cargar" el acumulador de energía térmica a una temperatura superior a la normal para "sobrecalentar" el acumulador de energía térmica.

Una cera adecuada puede ser una con un punto de fusión de alrededor de 48 °C, como el n-tricosano C_{23} , o la parafina $\text{C}_{20}\text{-C}_{33}$, que requiere que la bomba de calor funcione a una temperatura de alrededor de 51 °C, y es capaz de calentar el agua a una temperatura satisfactoria de alrededor de 45 °C para el agua caliente sanitaria general, suficiente, por ejemplo, para los grifos de la cocina, la ducha o el baño. Si se desea, puede añadirse agua fría a un flujo para reducir la temperatura del agua. Hay que tener en cuenta el rendimiento térmico de la bomba de calor. Por lo general, la diferencia máxima entre la temperatura de entrada y la de salida del fluido calentado por la bomba de calor se mantiene preferiblemente en el intervalo de 5 °C a 7 °C, aunque puede llegar a un valor tan alto como 10 °C.

Aunque las ceras de parafina son un material que se utiliza preferiblemente como medio de almacenamiento de energía térmica, también pueden utilizarse otros materiales adecuados. Por ejemplo, los hidratos de sal también son adecuados para sistemas de almacenamiento de energía térmica latente como los presentes. En este contexto, los hidratos de sal son mezclas de sales inorgánicas y agua, en las que el cambio de fase implica la pérdida de toda o gran parte de su agua. En la transición de fase, los cristales del hidrato se dividen en sal anhidra (o menos acuosa) y agua. Las ventajas de los hidratos de sal son que tienen conductividades térmicas mucho más altas que las ceras de parafina (entre 2 y 5 veces más altas), y un cambio de volumen mucho menor con la transición de fase. Un hidrato de sal adecuado para la aplicación actual es el $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, que tiene un punto de fusión de alrededor de 48 °C a 49 °C, y un calor latente de 200-220 kJ/kg.

Patrón de uso

La Fig. 2 ilustra una fase de entrenamiento de un MLA 2200, tal como el MLA 120, para establecer un patrón de uso de servicios básicos según una realización.

En la realización, el MLA 2200 recibe entradas de una pluralidad de sensores y otras fuentes durante un periodo de tiempo para conocer el patrón de uso, p. ej., del ocupante u ocupantes de una casa. Por ejemplo, un módulo de control, p. ej. el módulo de control 110, en el que se ejecuta el MLA 2200 puede comprender un reloj y el MLA 2200 puede recibir una hora del día 2101 y una fecha y día de la semana 2102 del reloj. La casa puede tener una pluralidad de sensores de movimiento instalados y el MLA 2200 puede recibir datos de ocupación 2103 de los sensores de movimiento. En otra realización descrita a continuación, la ocupación también puede predecirse basándose en una pluralidad de factores. El módulo de control puede estar en comunicación con uno o más sensores de temperatura exterior para que el MLA 2200 reciba una entrada del tiempo actual 2104. El módulo de control también puede estar en comunicación con uno o más sensores de temperatura interior para el MLA 2200 para recibir una temperatura interior 2105. Una pluralidad de sensores de temperatura, presión y flujo de agua pueden estar dispuestos en varias ubicaciones del sistema de suministro de agua, p. ej. en la entrada de agua de red para medir la temperatura de entrada del agua de red 2106, el caudal de red 2107 y la presión de flujo de red 2108, que pueden introducirse en el MLA 2200. Se puede colocar un sensor en una o más salidas de agua (o en una válvula que controle el flujo de agua a la salida de agua) para detectar cuándo se abre y cuándo se cierra la salida de agua respectiva, y la temperatura del agua en la salida de agua, y se pueden introducir en el MLA 2200 datos relacionados con el tiempo y la temperatura de uso del agua calentada/fría 2109 y el volumen de uso del agua calentada/fría 2110. El MLA 2200 también puede recopilar datos sobre el uso de energía 2111 por parte del sistema de suministro de agua, por ejemplo el tiempo de uso, la cantidad de energía utilizada y, en los casos en los que el módulo de control esté en comunicación con el proveedor de energía, la tarifa actual. El MLA 2200 también puede recopilar datos sobre el uso de la bomba de calor 2112, como el tiempo de uso, la duración del uso, etc. Cabe señalar que no es esencial que el MLA reciba, recopile y/o utilice todos los datos de los sensores de entrada descritos en el presente documento, y que la lista de datos de los sensores de entrada descrita en el presente documento no es exhaustiva, ya que el MLA también puede recibir, recopilar y/o utilizar otros datos de entrada según se desee. En particular, en realizaciones en las que el módulo de control está en comunicación con, por ejemplo, uno o más dispositivos inteligentes (p. ej., un teléfono inteligente) u ordenadores personales de uno o más ocupantes, el MLA puede recibir y utilizar otros datos personales o públicos obtenidos de estos dispositivos.

Durante la fase de entrenamiento, el MLA 2200 establece un patrón de uso de agua y energía para los ocupantes basándose en los datos de entrada recibidos. Por ejemplo, el patrón de uso 2300 puede incluir un patrón de uso de agua calentada, un patrón de uso de agua fría, un patrón de uso de energía, un patrón de uso de la bomba de calor, un patrón de ocupación que proporcione una línea de base del uso esperado en función, por ejemplo, de la hora del día, el día de la semana, la fecha, el nivel de ocupación, etc.

Predicción de ocupación

ES 3 015 760 T3

La Fig. 3 muestra de forma esquemática una realización de un MLA 3200 que se ejecuta en un módulo de control (p. ej. módulo de control 110) procesando un conjunto de datos de entrada para dar salida a una predicción de ocupación p. ej. para una casa. El MLA 3200 puede ser el mismo MLA que el MLA 2200 o puede ser un MLA diferente. El MLA 3200 puede ser entrenado utilizando un conjunto de datos de entrenamiento apropiado, por ejemplo basado en el nivel de ocupación y la programación de llegada de los ocupantes a la casa en el transcurso de un año.

El MLA 3200 recibe datos de entrada específicos de la casa y sus ocupantes, a través del módulo de control, de una pluralidad de fuentes, incluyendo uno o más sensores dispuestos alrededor de la casa, una o más interfaces de usuario (p. ej., paneles de control alrededor de la casa en comunicación con el módulo de control, dispositivos inteligentes, ordenadores personales, etc.), uno o más programas de software, una o más bases de datos públicas y privadas, etc. En la presente realización, el MLA 3200 recibe entradas de la hora actual 3101, la fecha 3102 y el día de la semana 3103 p. ej. de una función de reloj y calendario que se ejecuta en el módulo de control o de forma remota a través de una red de comunicación. El MLA 3200 recibe además información sobre eventos especiales o días festivos 3104, por ejemplo, de los ocupantes de la casa a través de una interfaz de usuario, obtenida automáticamente de una aplicación de calendario en el dispositivo inteligente de los ocupantes, u obtenida de un dominio público a través de la red de comunicación. A continuación, el MLA 3200 determina el nivel de ocupación previsto basándose en los datos de entrada y emite una predicción de ocupación 3300. Al determinar la ocupación prevista del edificio, es posible estimar o predecir la demanda probable de servicios públicos (p. ej. energía y agua).

En otra realización, el MLA 3200 recibe una entrada de las ubicaciones actuales 3105 de uno o más ocupantes cuando se determina que los ocupantes no están en la casa. Por ejemplo, los ocupantes pueden registrar uno o más dispositivos inteligentes (p. ej. teléfonos inteligentes) con capacidad GPS con el módulo de control o un servidor en comunicación con el módulo de control, entonces el MLA 3200 puede recibir la ubicación actual de cada ocupante mediante la obtención de una señal GPS recibida en un dispositivo inteligente registrado correspondiente a cada ocupante a través de una red de comunicación. A continuación, basándose en las ubicaciones actuales 3105 de los ocupantes y, opcionalmente, en otra información como las condiciones del tráfico obtenida del dominio público, el MLA 3200 determina una hora de llegada prevista 3106 a la casa para cada ocupante. La hora de llegada esperada 3106 de cada ocupante también puede determinarse basándose en otras entradas como la hora actual 3101, la fecha 3102, el día de la semana 3103 y el día del evento 3104. El MLA 3200 puede entonces utilizar la hora de llegada esperada 3106 para emitir una predicción de ocupación 3300 (nivel de ocupación en el futuro en lugar del nivel de ocupación actual) para la casa.

La predicción de ocupación 3300 es un indicador útil para el módulo de control a la hora de realizar diversas funciones de control del sistema de suministro de agua. Por ejemplo, el agua calentada puede dirigirse a los radiadores de un sistema de calefacción central instalado en la casa antes de que se espere la llegada de los ocupantes. Otro ejemplo consiste en activar la bomba de calor para que comience a almacenar energía térmica en el acumulador de energía térmica antes de que se espere la llegada de los ocupantes, y además la bomba de calor puede activarse en un momento basado en la hora de llegada prevista 3106 de los ocupantes, de manera que el acumulador de energía térmica esté "totalmente cargado" (haya alcanzado un cierto grado de licuefacción) antes de que se espere la llegada de los ocupantes.

Almacenamiento de energía térmica previo a la carga

En los enfoques convencionales, el calor extraído del ambiente (p. ej., el aire exterior) por una bomba de calor, y de la compresión del refrigerante, se transfiere directamente de un líquido de funcionamiento de la bomba de calor al agua (p. ej., de la red eléctrica), por ejemplo, almacenada en un tanque de almacenamiento aislado, y el agua calentada del tanque de almacenamiento se suministra entonces a varias salidas de agua cuando es necesario. Uno de los inconvenientes de estos enfoques convencionales es el tiempo necesario para que la bomba de calor transfiera una cantidad suficiente de calor al agua del depósito para que ésta alcance la temperatura deseada. Por ello, un calentador de agua con bomba de calor se instala generalmente junto con un calentador de agua de resistencia eléctrica convencional que lleva el agua a la temperatura deseada en momentos en que el agua no ha sido calentada suficientemente por la bomba de calor.

Según realizaciones de la presente tecnología, se proporciona un medio de almacenamiento de energía térmica en un acumulador de energía térmica 150 para almacenar el calor extraído por la bomba de calor 140, y el calor almacenado puede utilizarse para calentar agua cuando sea necesario. En la presente realización, el medio de almacenamiento de energía térmica puede precargarse mediante el funcionamiento de la bomba de calor para transferir calor al almacenamiento de energía térmica antes de que surja la demanda de agua calentada. Esto puede ser conveniente cuando la demanda de agua calentada y/o la demanda de electricidad fluctúan a lo largo del día, de modo que, por ejemplo, el funcionamiento de la bomba de calor y/o del calentador de agua por resistencia eléctrica cuando la demanda de agua calentada es alta puede no ser rentable y puede ejercer una presión adicional sobre la red de energía en un momento de alta demanda.

La Fig. 4 muestra de forma esquemática una realización de un MLA 4200 que se ejecuta en un módulo de control (p. ej. módulo de control 110) procesando un conjunto de datos de entrada para emitir una decisión de precargar el medio de almacenamiento de energía térmica para elevar su temperatura a una temperatura de funcionamiento deseada. El MLA 4200 puede ser el mismo MLA que el MLA 2200 y/o el MLA 3200, o puede ser un MLA diferente. El MLA 4200 puede ser entrenado utilizando un conjunto de datos de entrenamiento apropiado, por ejemplo basado en las demandas de agua calentada de la casa.

ES 3 015 760 T3

El MLA 4200 recibe datos de entrada específicos de la casa y sus ocupantes, a través del módulo de control, de una pluralidad de fuentes, incluyendo uno o más sensores dispuestos alrededor de la casa, una o más interfaces de usuario (p. ej., paneles de control alrededor de la casa en comunicación con el módulo de control, dispositivos inteligentes, ordenadores personales, etc.), uno o más programas informáticos, una o más bases de datos públicas y privadas, etc.

5 En la presente realización, el MLA 4200 recibe una entrada de la hora y fecha actuales 4101, por ejemplo, de un reloj y/o calendario del módulo de control, y datos de demanda de energía, tales como una tarifa actual 4102 que especifica un coste unitario de la energía, por ejemplo, obtenida del proveedor de energía que suministra energía a la vivienda durante el periodo de menor consumo, cuando el coste unitario de la energía es más bajo.

10 Alternativa o adicionalmente, el MLA 4200 puede derivar datos de demanda de energía del patrón de uso de servicios 2300 establecido como se ha descrito anteriormente y una predicción de ocupación 3300. Por ejemplo, si el uso actual de energía de la vivienda es inferior a un nivel medio durante el periodo de, p. ej., un día, entonces el uso actual de energía puede considerarse bajo; por el contrario, si el uso actual de energía de la vivienda es superior a la media, entonces el uso actual de energía puede considerarse alto.

15 A continuación, basándose en la información sobre tarifas 4102 recibida del proveedor de energía (y en cualquier otro dato sobre demanda de energía), el MLA 4200 puede determinar el nivel actual de demanda de energía y activa la bomba de calor para precargar el acumulador de energía térmica 4300 cuando se considera que la demanda actual de energía es baja, como preparación para proporcionar agua calentada antes de que surja la demanda de agua calentada, por ejemplo, cuando se espera que los ocupantes lleguen a la casa y/o cuando se espera que aumente la demanda de agua calentada por la tarde.

20 Además, al recibir la hora/fecha 4101 junto con el patrón de uso de servicios públicos 2300 y una predicción de ocupación 3300, el MLA 4200 puede predecir uno o más parámetros, tal como un nivel esperado de uso de agua calentada y un nivel esperado de uso de energía. Entonces, basándose en los parámetros predichos, el MLA 4200 puede determinar una cantidad de energía térmica a almacenar en el medio de almacenamiento de energía térmica. Por ejemplo, si se espera que el nivel previsto de uso de agua calentada sea alto y se mantenga alto durante un largo periodo de tiempo, el MLA 4200 puede hacer funcionar la bomba de calor durante un periodo de tiempo suficientemente largo antes del aumento previsto de la demanda a fin de precargar el medio de almacenamiento de energía térmica a una temperatura superior a la temperatura de funcionamiento normal configurada, p. ej., por un ocupante del instalador a fin de almacenar una cantidad suficiente de energía para un uso sostenido de agua calentada.

25 Al permitir que el sistema de suministro de agua se anticipe a la demanda prevista de agua calentada para preparar una fuente de calor de almacenamiento antes de que aumente la demanda, la presente realización permite utilizar una bomba de calor que, de otro modo, no tendría suficiente capacidad de respuesta si sólo se activara en el momento de la demanda. Además, utilizando la tarifa actual como dato de entrada, es posible utilizar la bomba de calor para precargar el acumulador de energía térmica durante un periodo de baja demanda energética, cuando el coste unitario de la energía es más bajo, y aliviar la presión sobre la red energética desplazando el uso de la energía de un periodo de alta demanda a otro de baja demanda. La presente realización es igualmente aplicable a un hogar autosuficiente, en el que las demandas de agua calentada y electricidad a menudo aumentan y disminuyen en paralelo a lo largo del día. Por lo tanto, desplazar el uso de electricidad para el funcionamiento de la bomba de calor a un momento de baja demanda de electricidad permite que un hogar autosuficiente funcione sin problemas. En general, la presente realización permite utilizar una forma más eficiente de proporcionar agua calentada, es decir, una bomba de calor, a un coste inferior y con pocos inconvenientes como consecuencia de los retrasos en calentar el agua hasta la temperatura deseada.

Predicción de la demanda de agua caliente

30 La Fig. 5 muestra de forma esquemática una realización de un MLA 5200 que se ejecuta en un módulo de control (p. ej. el módulo de control 110) entrenado para determinar si se activa la bomba de calor basándose en el uso de agua fría. El MLA 5200 puede ser el mismo MLA que el MLA 2200 y/o MLA 3200 y/o MLA 4200, o puede ser un MLA diferente.

35 El MLA 5200 recibe datos de entrada específicos de la casa, a través del módulo de control, de una pluralidad de entradas, incluidos uno o más sensores dispuestos alrededor de la casa, una o más interfaces de usuario (p. ej., paneles de control alrededor de la casa en comunicación con el módulo de control, dispositivos inteligentes, ordenadores personales, etc.), uno o más programas informáticos, una o más bases de datos públicas y privadas, etc. Durante una fase de entrenamiento, el MLA 5200 puede ser entrenado para reconocer una correlación entre el uso de agua calentada que sigue al uso de agua fría. Por ejemplo, el MLA 5200 puede ser entrenado para reconocer una correlación entre el uso de agua fría en un cuarto de baño (p. ej. para llenar la cisterna de agua de un inodoro) seguido de una demanda de agua calentada de un grifo del cuarto de baño (p. ej. para lavarse las manos). Así pues, durante la fase de entrenamiento, el MLA 5200 puede utilizar los datos de los sensores relativos al uso de agua calentada que sigue al uso de agua fría para establecer un grado de correlación entre ambos eventos. Los datos del sensor pueden incluir, por ejemplo, un tiempo transcurrido entre la recepción de los datos del primer sensor y la recepción de los datos del segundo sensor, una ubicación de la segunda salida de agua en relación con la primera salida de agua, una frecuencia de recepción de los datos del segundo sensor posterior a la recepción de los datos del primer sensor, una hora del día, un día de la semana, pero la lista no es exhaustiva.

40 En la presente realización, el MLA 5200 recibe entradas de una salida de agua fría que se activa 5101, y basándose

ES 3 015 760 T3

en el uso actual de agua fría en relación con el patrón de uso 2300 establecido de la utilidad y una predicción de ocupación 3300, el MLA 5200 puede determinar la probabilidad de una demanda de agua calentada que puede seguir al uso actual de agua fría según el grado de correlación para el uso actual de agua fría. Si se determina una demanda prevista de agua calentada, el MLA 5200 puede ordenar al módulo de control que active la bomba de calor 5300 en previsión de la demanda.

Con el fin de determinar si la probabilidad de una demanda de agua calentada que pueda derivarse del uso actual de agua fría es lo suficientemente alta como para merecer el gasto de energía para hacer funcionar la bomba de calor con el fin de precargar el medio de almacenamiento de energía térmica, el MLA 5200 puede establecer un umbral durante la fase de entrenamiento que indique cuándo la probabilidad merece una activación de la bomba de calor. En una realización, el umbral puede ser establecido manualmente por un ocupante o un instalador introduciendo manualmente los casos en los que es deseable una activación predictiva de la bomba de calor. En otra realización, el umbral puede ser establecido por el MLA 5200 basándose en el patrón de uso de los servicios públicos 2300 y/o en una predicción de ocupación 3300.

En otra realización, la determinación por parte del MLA 5200 de si se activa o no la bomba de calor puede basarse además en una entrada de la tarifa actual 5102, p. ej. obtenida del proveedor de energía. En la presente realización, el umbral puede determinarse basándose en la información sobre tarifas obtenida del proveedor de energía durante la fase de entrenamiento. Alternativa o adicionalmente, el umbral puede ser revisado durante el tiempo de ejecución basándose en la tarifa actual. Por ejemplo, si la tarifa actual 5102 indica una tarifa fuera de horas punta, lo que significa que los elementos calefactores eléctricos 160 pueden funcionar a bajo coste, y el MLA 5200 determina una baja correlación entre el uso actual de agua fría y una demanda esperada de agua calentada, el MLA 5200 puede determinar que no es necesario activar la bomba de calor para precargar el almacenamiento de energía térmica, ya que es poco probable que haya una demanda de agua calentada; en caso de que haya una demanda de agua calentada, los elementos calefactores eléctricos 160 pueden utilizarse para calentar agua. Por otro lado, si la tarifa actual 5102 indica una tarifa punta cuando el coste unitario de la energía es alto, lo que significa que calentar agua utilizando las resistencias eléctricas 160 será costoso, y si el MLA 5200 determina que sólo hay una baja correlación entre el uso actual de agua fría y una demanda esperada de agua calentada, el MLA 5200 puede determinar que es más rentable activar la bomba de calor para precargar el almacenamiento de energía térmica en preparación para una demanda de agua calentada a pesar de la baja correlación, a fin de evitar la opción más costosa de utilizar las resistencias eléctricas 160 para proporcionar agua calentada. En el segundo ejemplo, el MLA 5200 puede revisar el umbral para que sea inferior al umbral del primer ejemplo, de modo que la bomba de calor pueda activarse en el segundo ejemplo aunque las probabilidades en ambos casos sean las mismas.

Al preparar el sistema de suministro de agua antes de que se necesite agua calentada, es posible reducir los retrasos en el suministro de agua calentada, reduciendo así el desperdicio de agua limpia al reducir el tiempo que se deja abierta una salida de agua mientras el ocupante espera a que se caliente el agua. Además, al anticiparse a la demanda prevista de agua calentada y preparar de forma predictiva una fuente de calor de almacenamiento haciendo funcionar la bomba de calor antes de que se necesite el agua calentada, es posible utilizar una bomba de calor como forma fiable de suministro de agua calentada con menos retrasos o incluso sin retrasos inherentes.

Desescarche predictivo

Como se ha explicado anteriormente, una bomba de calor como la bomba de calor 140 comprende una unidad exterior con serpentines intercambiadores de calor que extraen calor del aire o del suelo exterior y lo transfieren a una unidad interior, ya sea directamente al interior de un edificio para calentarlo o a un medio de almacenamiento de energía térmica para almacenarlo y utilizarlo posteriormente. El proceso de extracción de energía térmica del aire exterior enfría los serpentines del intercambiador de calor de la unidad exterior, y la humedad del aire se condensa en los serpentines exteriores fríos. En condiciones exteriores frías, por ejemplo cuando el aire exterior está a 5 °C, los serpentines exteriores pueden enfriarse por debajo del punto de congelación, y puede formarse escarcha en los serpentines exteriores. A medida que se acumula escarcha en los serpentines exteriores, la bomba de calor pierde eficacia, ya que necesita una mayor diferencia de temperatura con el aire exterior para producir la misma potencia en comparación con los serpentines sin escarcha. Por lo tanto, es conveniente hacer funcionar una bomba de calor en un ciclo de desescarche, periódicamente y cuando se acumula escarcha, para eliminar la escarcha de los serpentines del intercambiador de calor de la unidad exterior de la bomba de calor.

Varios factores pueden influir en el momento en que una bomba de calor necesita un ciclo de desescarche, por ejemplo la temperatura y la humedad exteriores, la potencia de salida de la bomba de calor y el estado de la bomba de calor (p. ej., un sistema antiguo puede ser menos eficiente y necesitar desescarches más frecuentes). Por lo general, una bomba de calor realiza un ciclo de desescarche cada vez que se forma escarcha en los serpentines del intercambiador de calor exterior.

Durante un ciclo de desescarche, la bomba de calor funciona a la inversa, es decir, el refrigerante caliente se envía a la unidad exterior para desescarchar la batería del intercambiador de calor. Una bomba de calor puede funcionar en un ciclo de desescarche hasta que, por ejemplo, la batería alcance unos 15 °C. Una vez descongelado el serpentín del intercambiador de calor, la bomba de calor puede reanudar el ciclo normal de calentamiento. Evidentemente, mientras una bomba de calor esté funcionando en un ciclo de desescarche, no podrá realizar su función normal de transferir calor a la unidad interior (p. ej., al acumulador de energía térmica 150) hasta que el ciclo de desescarche se haya completado. Por lo tanto, puede ser conveniente preparar el sistema de suministro de agua y/o el edificio antes de que comience un ciclo de desescarche de la bomba de calor.

ES 3 015 760 T3

La Fig. 6 muestra de forma esquemática una realización de un MLA 6200 que se ejecuta en un módulo de control (p. ej. el módulo de control 110) procesando un conjunto de datos de entrada para predecir el siguiente ciclo de desescarhe de una bomba de calor (p. ej. la bomba de calor 140). El MLA 6200 puede ser el mismo MLA que el MLA 2200 y/o MLA 3200 y/o MLA 4200 y/o MLA 5200, o puede ser un MLA diferente.

El MLA 6200 recibe datos de entrada específicos de la vivienda, a través del módulo de control, procedentes de una pluralidad de entradas, incluidos uno o varios sensores situados alrededor de la vivienda, una o varias interfaces de usuario (p. ej., paneles de control alrededor de la vivienda en comunicación con el módulo de control, dispositivos inteligentes, ordenadores personales, etc.), uno o varios programas informáticos, una o varias bases de datos públicas y privadas, etc. Durante una fase de entrenamiento, el MLA 6200 puede ser entrenado para reconocer cuándo es necesario un ciclo de desescarhe, y establecer una escala temporal y un requisito energético medio para hacer funcionar la bomba de calor en un ciclo de desescarhe, basándose, por ejemplo, en las previsiones meteorológicas, las condiciones meteorológicas actuales, las temperaturas interiores y los datos recopilados de ciclos de desescarhe anteriores, con conocimiento del funcionamiento de la bomba de calor (p. ej., una producción media de energía térmica de la bomba de calor, una eficiencia o coeficiente de funcionamiento de la bomba de calor, y cualquier otra información o cantidades relacionadas con el funcionamiento de la bomba de calor).

En la presente realización, el MLA 6200 recibe información sobre la previsión meteorológica 6101, p. ej. obtenida del dominio público o de una aplicación meteorológica en un dispositivo inteligente registrado en el módulo de control, las condiciones meteorológicas actuales 6102, tales como la temperatura y la humedad, p. ej. obtenidas del dominio público o de uno o más sensores situados alrededor de la casa, la temperatura interior 6103, p. ej. obtenida de uno o más sensores de temperatura situados dentro de la casa, y datos relativos al último ciclo o ciclos de desescarhe 6104, cuando la bomba de calor se desescarchó por última vez. Basándose en la previsión meteorológica, las condiciones meteorológicas actuales y la temperatura interior, el MLA 6200 puede predecir cuándo puede esperarse el siguiente ciclo de desescarhe 6301, p. ej. cuando hay un largo periodo de baja temperatura y alta humedad puede necesitarse antes un ciclo de desescarhe, y puede estimar un periodo de tiempo necesario para desescarhar la bomba de calor. Además, utilizando el patrón de uso establecido 2300 y una predicción de ocupación 3300, el MLA 6200 puede estimar una demanda prevista de energía y agua calentada durante el tiempo en que se prevé un ciclo de desescarhe, y prepara el sistema de suministro de agua en previsión del ciclo de desescarhe previsto 6302, por ejemplo almacenando energía térmica adicional en el almacenamiento de energía térmica (almacenando energía como calor sensible además de calor latente en el PCM), calentando la casa a una temperatura superior a la temperatura preestablecida, etc. En particular, el módulo de control puede, basándose en la predicción del MLA 6200, empezar a hacer funcionar la bomba de calor para almacenar energía térmica en el acumulador de energía térmica para precargar el acumulador de energía térmica durante un tiempo suficiente para que el acumulador de energía térmica esté totalmente cargado (alcance una temperatura de funcionamiento predeterminada u óptima) antes de la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarhe. Además, dado que el MLA 6200 puede estimar el tiempo necesario para desescarhar la bomba de calor, el sistema de suministro de agua puede prepararse precargando el acumulador de energía térmica para garantizar que se almacena una cantidad suficiente de energía térmica para el suministro de agua caliente durante el ciclo de desescarhe.

Además, o como alternativa, el MLA 6200 puede prever cuándo la demanda de energía y agua calentada (p. ej., para grifos, duchas y/o calefacción central) es baja, y determinar un momento adecuado para desescarhar la bomba de calor que, por ejemplo, interrumpa menos el suministro de agua calentada a los ocupantes. Utilizando las entradas, el MLA 6200 puede determinar un periodo de tiempo en el que las demandas de agua y energía son bajas (p. ej. durante la noche) y/o en el que la ocupación es baja (p. ej. durante el horario escolar y laboral), y ajustar la hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarhe a la hora determinada de baja demanda y/o de baja ocupación. El MLA 6200 puede entonces ordenar al módulo de control que haga funcionar la bomba de calor para iniciar un ciclo de desescarhe 6301 a la hora de inicio ajustada. Por ejemplo, si el MLA 6200 predice que puede ser necesario un ciclo de desescarhe a primera hora de la tarde, cuando se espera que la demanda de energía y agua calentada sea alta, el MLA 6200 puede precargar el medio de almacenamiento de energía térmica haciendo funcionar la bomba de calor para que almacene más calor, p. ej. elevando la temperatura del medio de almacenamiento de energía térmica a una temperatura de funcionamiento más alta, así como desviando parte del calor para calentar el edificio antes del ciclo de desescarhe previsto, y/o el MLA 6200 puede ajustar la hora de inicio del ciclo de desescarhe a una hora más avanzada de la tarde, cuando se espera que la demanda sea menor. En otro ejemplo, si se prevé un ciclo de desescarhe durante el día, el MLA 6200 puede determinar, basándose en una predicción de ocupación y/o en el patrón de uso, que el siguiente ciclo de desescarhe se produzca durante un periodo de tiempo en el que las demandas de energía y agua calentada sean bajas, por ejemplo, cuando se espera que la ocupación de sea baja o nula, y determinar que no se requiere ninguna preparación o ajuste.

Al predecir el siguiente ciclo de desescarhe de la bomba de calor y preparar de forma predictiva el sistema de suministro de agua antes de que comience el ciclo de desescarhe, basándose, p. ej., en el rendimiento de la bomba de calor, las previsiones meteorológicas, las condiciones meteorológicas actuales, la temperatura interior actual, la ocupación prevista y la demanda de agua calentada, la presente realización permite que los ciclos de desescarhe necesarios de la bomba de calor se lleven a cabo de una forma que interrumpe menos el suministro de agua calentada y, por lo tanto, permite utilizar una bomba de calor como forma eficaz de proporcionar agua calentada.

Sugerencia de agua fría

En una realización, se proporcionan métodos y sistemas para controlar y modificar interactivamente los hábitos de consumo de agua de los ocupantes. Los métodos pueden ser implementados por un MLA 7200. El MLA 7200 puede

ES 3 015 760 T3

ser el mismo MLA que el MLA 2200 y/o MLA 3200 y/o MLA 4200 y/o MLA 5200 y/o MLA 6200, o puede ser un MLA diferente. Durante una fase de entrenamiento, se proporcionan al MLA 7200 datos relativos al uso del agua, p. ej. por parte de los ocupantes de la casa, para establecer un patrón normal de uso del agua, tal como se ha descrito anteriormente. Además, el MLA 7200 puede ser entrenado para reconocer o identificar casos en el patrón de uso normal cuando se abre una salida de agua para suministrar agua calentada a una temperatura T1 configurada por un ocupante, pero la salida de agua se cierra posteriormente antes de que el agua se caliente a T1. Esto es especialmente relevante cuando se utiliza una bomba de calor para proporcionar agua calentada, ya que puede haber casos en los que, al activar la bomba de calor, la energía extraída por la bomba de calor debe calentar primero un medio de almacenamiento de energía térmica hasta una temperatura de funcionamiento deseada antes de que el agua pueda calentarse suficientemente por el medio de almacenamiento de energía térmica. En los casos en que la bomba de calor se activa en respuesta a una demanda de agua calentada, pero la salida de agua se cierra antes de que el agua se caliente a la temperatura deseada, la energía (electricidad) utilizada para el funcionamiento de la bomba de calor se desperdicia, ya que el ocupante no recibió de hecho agua calentada. En vista de lo anterior, el MLA 7200 puede ser entrenado para emplear una o más estrategias de reducción de energía cuando se determina uno de estos casos de corta duración.

Haciendo referencia a la Fig. 7, en S7001, un ocupante ajusta la temperatura del agua en una salida de agua a T1 y abre la salida de agua. En S7002, el módulo de control determina que la salida de agua está abierta, por ejemplo detectando, mediante uno o más sensores, un cambio en la presión del agua o en el flujo de agua en una fuente de agua que suministra al sistema de suministro de agua, y el módulo de control en S7003 ejecuta el MLA 7200 para supervisar los cambios en la temperatura del agua en la salida de agua. Posteriormente, el módulo de control en S7004 determina que la salida de agua está cerrada, y el MLA 7200 en S7005 determina si, durante el periodo de tiempo en que la salida de agua está abierta, la temperatura del agua ha alcanzado T1 configurado por el usuario. En caso afirmativo, el método finaliza sin más acciones.

Si se determina en S7005 que la temperatura del agua no ha alcanzado T1 durante el periodo de tiempo en que la salida de agua está abierta, el MLA 7200 puede emplear una o más estrategias de reducción de energía. En una realización, el MLA 7200 inicia una función de software para generar una notificación para notificar al ocupante, en S7006, que el agua no ha alcanzado la temperatura preestablecida antes de que se cerrara la salida de agua. El MLA 7200 puede opcionalmente registrar el evento en S7007.

En un momento posterior, un ocupante puede volver a ajustar la temperatura del agua en la misma salida de agua a T1 y abrir la salida de agua. Antes o después de determinar que la salida de agua está abierta, en la presente realización, el MLA 7200 identifica este caso de uso del agua como un caso de corta duración en el que es improbable que la temperatura del agua alcance T1 antes de que el usuario cierre la salida de agua, y a continuación inicia una función de software para generar una señal de aviso para indicar al usuario que configure la temperatura del agua a una temperatura inferior T2 o que utilice agua fría en lugar de agua calentada. La señal de aviso puede ser, por ejemplo, una luz intermitente en la salida de agua o cerca de ella, la emisión de un sonido o tono predeterminado, un aviso verbal y/o visual (p. ej. reproduciendo un mensaje o una imagen), etc. El MLA 7200 puede determinar tales instancias de corta duración basándose en el patrón de uso establecido, o utilizar uno o más indicadores para identificar tales instancias de corta duración. Por ejemplo, el MLA 7200 puede utilizar como indicador la ubicación de la salida de agua o el momento en que se solicita agua calentada. Como otro ejemplo, el MLA 7200 puede determinar previamente una correlación entre una instancia de uso de agua fría antes de dicha instancia de uso de agua calentada de corta duración, como cuando se descarga un inodoro y luego se vuelve a llenar, y la posterior demanda de agua calentada para lavarse las manos, y utilizar dicho uso de agua fría como indicador.

De este modo, según la presente realización, se avisa al usuario de los casos en que solicita agua calentada pero no la ha utilizado durante un tiempo suficiente para que el agua se caliente. Además, se pide al usuario que utilice agua a baja temperatura o agua fría en lugar de agua calentada en el siguiente caso en que es probable que sea de corta duración, de modo que el usuario tiene la opción de evitar el derroche de energía mediante la demanda de agua calentada del sistema de suministro de agua cuando puede que no sea necesario. Por lo tanto, la presente realización permite la modificación interactiva de los hábitos de uso de agua calentada de los ocupantes para reducir el consumo de energía.

En otra realización complementaria o alternativa mostrada en la Fig. 8, un ocupante vuelve a ajustar la temperatura del agua a T1 en S8001 y abre la salida de agua. Antes o después de que el módulo de control determine en S8002 que la salida de agua está abierta, el MLA 7200 identifica este caso de uso de agua como un caso de corta duración y emplea una estrategia de reducción de energía adicional o alternativa haciendo que el módulo de control cambie el ajuste de temperatura de la salida de agua de T1 a una temperatura más baja T2. La temperatura T2 puede ser inferior a la de T1 pero aún caliente, o T2 puede representar agua fría sin calentar procedente de la red. Bajo el control del módulo de control, el sistema de suministro de agua envía agua a la temperatura T2 a la salida de agua en S8003.

Así pues, según la presente realización, el módulo de control reduce proactivamente la temperatura del agua cuando el MLA 7200 identifica un caso de corta duración. Al reducir la temperatura del agua, se requiere menos energía para calentar el agua. De este modo, la presente realización reduce el consumo de energía cuando el agua calentada no es necesaria.

En otra realización complementaria o alternativa mostrada en la Fig. 9, un ocupante vuelve a ajustar la temperatura del agua a T1 en S9001 y abre la salida de agua. Antes o después de que el módulo de control determine en S9002 que la salida de agua está abierta, el MLA 7200 identifica este caso de uso de agua como un caso de corta duración

ES 3 015 760 T3

y emplea una estrategia de reducción de energía adicional o alternativa haciendo que el módulo de control ajuste el flujo de la salida de agua a un flujo menor. Bajo el control del módulo de control, el sistema de suministro de agua envía agua con un caudal inferior a la salida de agua en S9003.

5 Así pues, según la presente realización, el módulo de control reduce proactivamente el flujo de agua cuando el MLA identifica un caso de corta duración. Esta realización es especialmente importante cuando el agua se calienta, por ejemplo, mediante resistencias eléctricas, ya que, al reducir el flujo de agua, es necesario calentar menos agua y menos energía para calentar la cantidad de agua utilizada. De este modo, la presente realización reduce tanto el consumo de agua como el de energía.

10

Aviso de fuga

La Fig. 10 muestra de forma esquemática una realización de un MLA 1200 que se ejecuta en un módulo de control (p. ej. el módulo de control 110) procesando un conjunto de datos de sensores para emitir un aviso de fuga para un edificio determinado. El MLA 1200 puede ser el mismo MLA que el MLA 2200 y/o el MLA 3200 y/o el MLA 4200 y/o el MLA 5200 y/o el MLA 6200 y/o el MLA 7200, o puede ser un MLA diferente.

15

El MLA 1200 recibe datos de entrada específicos de la casa, a través del módulo de control, de una pluralidad de entradas, incluyendo uno o más sensores situados alrededor de la casa, una o más interfaces de usuario (p. ej., paneles de control alrededor de la casa en comunicación con el módulo de control, dispositivos inteligentes, ordenadores personales, etc.), uno o más programas de software, una o más bases de datos públicas y privadas, etc. En la presente realización, el MLA 1200 recibe la hora y la fecha actuales 1101, por ejemplo, de una función de reloj y calendario que se ejecuta en el módulo de control o de forma remota a través de una red de comunicación, a continuación, utilizando el patrón de uso de servicios públicos establecido 2300 y una predicción de ocupación 3300, el MLA 1200 puede estimar un uso esperado de agua para la hora y fecha actuales. Además, el MLA 1200 recibe datos sobre la temperatura de entrada del agua de la red 1102, el caudal del agua de la red 1103 y la presión del agua de la red 1104, p. ej. medidos por los sensores adecuados en la entrada del agua de la red de la casa, y determina un consumo de agua en tiempo real. El MLA 1200 puede entonces determinar, basándose en el uso esperado y en el uso en tiempo real, si el uso actual del agua es el esperado o no, y si el uso actual del agua excede el uso esperado, el MLA 1200 emite un aviso de fuga de agua 1300. El MLA 1200 puede estar previamente entrenado para reconocer si los casos en los que el uso actual de agua supera el uso previsto se correlacionan con una fuga de agua en el sistema o con un aumento inesperado de la demanda, por ejemplo un cambio en el tiempo o un aumento de la ocupación. En algunas realizaciones, se puede proporcionar al MLA 1200 un umbral por encima del cual el nivel de uso de agua que supera el uso previsto se considera una fuga. El MLA 1200, alternativamente, puede establecer dicho umbral durante una fase de entrenamiento, o ajustarlo mientras se utiliza, p. ej. basándose en los comentarios del usuario.

20

25

30

35

Si se establece un patrón de uso de los servicios públicos y se controla el consumo actual de agua con respecto a dicho patrón, es posible detectar una posible fuga de agua en el sistema y avisar con antelación a los ocupantes para que tomen medidas correctoras o reparadoras antes de que la fuga se agrave.

40

Los diferentes MLA descritos anteriormente pueden referirse al mismo o a diferentes MLA. Si se implementan múltiples MLA, uno o algunos o todos los MLA pueden ejecutarse en el módulo de control 110, y uno o algunos o todos los MLA pueden ejecutarse en un servidor (p. ej. un servidor en la nube) en comunicación con el módulo de control 110 a través de un canal de comunicación adecuado. Los expertos en la técnica entenderán que las realizaciones anteriores pueden implementarse en cualquier combinación, en paralelo o como estrategias alternativas, según se desee.

45

Como podrá apreciar un experto en la técnica, las presentes técnicas pueden realizarse como un sistema, un método o un producto de programa informático. En consecuencia, las presentes técnicas pueden adoptar la forma de una realización totalmente de hardware, una realización totalmente de software o una realización que combine software y hardware.

50

Además, las presentes técnicas pueden adoptar la forma de un producto de programa informático incorporado en un medio legible por ordenador que contenga un código de programa legible por ordenador. El medio legible por ordenador puede ser un medio de señalización legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible por ordenador. Un medio legible por ordenador puede ser, por ejemplo, pero sin limitación, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor, o cualquier combinación adecuada de los anteriores.

55

El código del programa informático para llevar a cabo las operaciones de las presentes técnicas puede estar escrito en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluidos los lenguajes de programación orientados a objetos y los lenguajes de programación de procedimientos convencionales.

60

Por ejemplo, el código de programa para llevar a cabo los funcionamientos de las presentes técnicas puede comprender código fuente, objeto o ejecutable en un lenguaje de programación convencional (interpretado o compilado) como C, o código en conjunto, código para configurar o controlar un ASIC (Circuito integrado de aplicación específica) o FPGA (Matriz de puertas programable en campo), o código para un lenguaje de descripción de hardware como VerilogTM o VHDL (Lenguaje de descripción de hardware de circuitos integrados de muy alta velocidad).

65

El código del programa puede ejecutarse íntegramente en el ordenador del usuario, en parte en el ordenador del

70

ES 3 015 760 T3

usuario y en parte en un ordenador remoto o íntegramente en el ordenador o servidor remoto. En este último caso, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red. Los componentes del código pueden encarnarse como procedimientos, métodos o similares, y pueden comprender subcomponentes que pueden adoptar la forma de instrucciones o secuencias de instrucciones en cualquiera de los niveles de abstracción, desde las instrucciones directas de máquina de un conjunto de instrucciones nativo hasta construcciones de lenguaje compilado o interpretado de alto nivel.

También estará claro para un experto en la técnica que todo o parte de un método lógico según las realizaciones preferidas de las presentes técnicas puede encarnarse adecuadamente en un aparato lógico que comprende elementos lógicos para realizar las etapas del método, y que tales elementos lógicos pueden comprender componentes tales como puertas lógicas, por ejemplo, en una matriz lógica programable o un circuito integrado de aplicación específica. Dicha disposición lógica puede además incorporarse en elementos habilitadores para establecer temporal o permanentemente estructuras lógicas en dicha matriz o circuito utilizando, por ejemplo, un lenguaje descriptor de hardware virtual, que puede almacenarse y transmitirse utilizando medios portadores fijos o transmisibles.

Los ejemplos y el lenguaje condicional que se citan en el presente documento tienen por objeto ayudar al lector a comprender los principios de la presente tecnología y no limitar su alcance a los ejemplos y condiciones específicamente citados. Se apreciará que los expertos en la técnica pueden idear diversas disposiciones que, aunque no se describan o muestren explícitamente en el presente documento, no obstante incorporan los principios de la presente tecnología y están incluidas dentro del alcance de la misma según se define en las reivindicaciones adjuntas.

Además, para facilitar la comprensión, la descripción anterior puede describir implementaciones relativamente simplificadas de la presente tecnología. Como comprenderán los expertos en la técnica, diversas implementaciones de la presente tecnología pueden ser más complejas.

En algunos casos, también pueden exponerse lo que se consideran ejemplos útiles de modificaciones de la presente tecnología. Esto se hace simplemente como ayuda para la comprensión y, de nuevo, no para limitar el alcance o establecer los límites de la presente tecnología. Estas modificaciones no constituyen una lista exhaustiva, y un experto en la técnica puede realizar otras modificaciones sin alejarse del ámbito de la presente tecnología. Además, la ausencia de ejemplos de modificaciones no debe interpretarse como la imposibilidad de introducir modificaciones y/o como que lo que se describe es la única forma de implementar ese elemento de la presente tecnología.

Además, todas las afirmaciones contenidas en el presente documento sobre principios, aspectos e implementaciones de la tecnología, así como ejemplos específicos de los mismos, pretenden abarcar equivalentes estructurales y funcionales de los mismos, tanto si se conocen actualmente como si se desarrollan en el futuro. Así pues, por ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que cualquier diagrama de bloques en el presente documento representa vistas conceptuales de circuitos ilustrativos que incorporan los principios de la presente tecnología. Del mismo modo, se apreciará que cualesquiera diagramas de flujo, diagramas de transición de estados, pseudocódigo y similares representan diversos procesos que pueden representarse sustancialmente en medios legibles por ordenador y ejecutarse así por un ordenador o procesador, se muestre o no explícitamente dicho ordenador o procesador.

Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras, incluido cualquier bloque funcional etiquetado como "procesador", pueden proporcionarse mediante el uso de hardware especializado, así como hardware capaz de ejecutar software en asociación con el software apropiado. Cuando son proporcionadas por un procesador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único procesador especializado, por un único procesador compartido o por una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden ser compartidos. Además, el uso explícito del término "procesador" o "controlador" no debe interpretarse como una referencia exclusiva al hardware capaz de ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, circuito integrado de aplicación específica (ASIC), matriz de puertas programables en campo.

(FPGA), memoria de sólo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM) y almacenamiento no volátil. También puede incluirse otro hardware, convencional y/o personalizado.

Los módulos de software, o simplemente los módulos que implícitamente son software, pueden representarse en el presente documento como cualquier combinación de elementos de diagrama de flujo u otros elementos que indiquen la ejecución de etapas del proceso y/o descripción textual. Tales módulos pueden ser ejecutados por hardware que se muestra expresa o implícitamente.

- 5 1. Un método implementado por ordenador para desescarchar una bomba de calor (140) de un sistema de suministro de agua (100) para un edificio, comprendiendo el sistema de suministro de agua (100) la bomba de calor (140) configurada para transferir energía térmica desde el exterior del edificio a un medio de almacenamiento de energía térmica (150) en el interior del edificio y un módulo de control (110) configurado para controlar el funcionamiento de la bomba de calor (140), estando configurado el sistema de suministro de agua (100) para proporcionar agua calentada por el medio de almacenamiento de energía térmica (150) a un ocupante del edificio en una o más salidas de agua, realizándose el método por el módulo de control (110) y comprendiendo:
- 10 determinar, basándose en el rendimiento de la bomba de calor (140), una hora prevista de inicio de un siguiente ciclo de desescarche de la bomba de calor (140); y
 preparar el sistema de suministro de agua (100) antes de la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche de la bomba de calor (140) haciendo funcionar la bomba de calor (140) durante un periodo de
 15 tiempo predeterminado antes de la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche de la bomba de calor (140) para precargar el medio de almacenamiento de energía térmica (150) con el fin de almacenar energía térmica en el medio de almacenamiento de energía térmica (150) de tal manera que el medio de almacenamiento de energía térmica (150) alcance una primera temperatura superior a su temperatura de funcionamiento normal antes de la hora de inicio prevista.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en donde el método es realizado, al menos parcialmente, por un primer algoritmo de aprendizaje de máquina, MLA, que se ejecuta en el módulo de control, habiendo sido entrenado el primer MLA para predecir un próximo ciclo de desescarche.
- 25 3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el rendimiento de la bomba de calor comprende una producción media de energía térmica de la bomba de calor, un rendimiento de la bomba de calor, un coeficiente de rendimiento de la bomba de calor o una combinación de los mismos.
- 30 4. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además recibir datos meteorológicos, en donde la hora prevista de inicio del siguiente ciclo de desescarche se determina además basándose en los datos meteorológicos, preferiblemente en donde los datos meteorológicos comprenden uno o más de pronósticos meteorológicos, condiciones meteorológicas actuales, una temperatura interior del edificio, o una combinación de los mismos.
- 35 5. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además la recogida de datos relativos a uno o más ciclos de desescarche anteriores de la bomba de calor, en donde la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche se determina además basándose en los datos recogidos.
- 40 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el periodo de tiempo predeterminado se establece basándose en la primera temperatura y el rendimiento de la bomba de calor y/o los datos meteorológicos.
- 45 7. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera temperatura es superior a una temperatura de funcionamiento preestablecida por el ocupante.
- 50 8. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema de suministro de agua comprende un sistema de calefacción central para elevar la temperatura interior del edificio, en donde la preparación del sistema de suministro de agua comprende elevar la temperatura interior del edificio antes de la hora de inicio prevista haciendo funcionar la bomba de calor para suministrar agua caliente al sistema de calefacción central, preferiblemente en donde el sistema de suministro de agua comprende uno o más elementos de calefacción de resistencia eléctrica, y en donde el aumento de la temperatura interior del edificio comprende hacer funcionar uno o más elementos de calefacción por resistencia eléctrica para suministrar agua caliente al sistema de calefacción central, preferiblemente además en donde el aumento de la temperatura interior del edificio comprende el aumento de la temperatura interior del edificio de una temperatura actual a una segunda temperatura, en donde la segunda temperatura es preferiblemente superior a una temperatura interior preestablecida por el ocupante.
- 55 9. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la precarga del medio de almacenamiento de energía térmica se realiza basándose en una demanda esperada de agua caliente determinada a partir de un patrón de uso de servicios públicos establecido por un segundo MLA para el sistema de suministro de agua basándose en los datos del sensor obtenidos del sistema de suministro de agua, preferiblemente en donde la primera temperatura la determina el segundo MLA basándose en el patrón de uso de servicios públicos.
- 60 10. El método de la reivindicación 9, en donde el patrón de uso de servicios públicos comprende un uso esperado de agua fría con respecto a la hora, el día y/o la fecha, un uso esperado de agua caliente con respecto a la hora, el día y/o la fecha, un uso esperado de energía con respecto a la hora, el día y/o la fecha, o una combinación de los mismos.
- 65 11. El método de la reivindicación 9 o de la reivindicación 10, que comprende además determinar, basándose en el patrón de uso de servicios públicos, una hora de baja demanda cercana a la hora de inicio prevista del siguiente ciclo de desescarche cuando una demanda prevista de agua calentada es baja, y que comprende además ajustar la hora de inicio prevista del ciclo de desescarche a una hora de inicio ajustada basándose en la hora de baja demanda.
- 70

ES 3 015 760 T3

- 5 12. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la precarga del medio de almacenamiento de energía térmica se realiza basándose en una ocupación esperada del edificio determinada por un tercer MLA para el sistema de suministro de agua basándose en datos de sensor obtenidos del sistema de suministro de agua, comprendiendo preferiblemente además determinar, basándose en la ocupación esperada, una hora de baja ocupación cercana a la hora de inicio esperada del ciclo de desescarche cuando la ocupación esperada del edificio es baja, y comprendiendo además ajustar la hora de inicio esperada del ciclo de desescarche a una hora de inicio ajustada basándose en la hora de baja ocupación.
- 10 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde los datos del sensor comprenden una hora del día, un día de la semana, una fecha, un caudal de agua y/o presión en una o más salidas de agua, un tiempo transcurrido desde que se abre una salida de agua, una temperatura del agua de red, una temperatura del agua en una o más salidas de agua, una cantidad y/o tasa de consumo de energía, una ubicación actual del usuario, o una combinación de los mismos.
- 15 14. Un medio legible por ordenador que comprende un código legible por máquina que, cuando es ejecutado por un procesador, hace que el procesador realice el método de cualquier reivindicación anterior.
- 20 15. Un módulo de control configurado para controlar un sistema de suministro de agua, comprendiendo el módulo de control un procesador que tiene un algoritmo de aprendizaje automático, que se ejecuta en el mismo, entrenado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

















