

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 997**

51 Int. Cl.:

F24D 19/10 (2006.01)

H04L 12/403 (2006.01)

F24H 4/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2021** **PCT/EP2021/073591**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2022** **WO22043426**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2021** **E 21765946 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 4204740**

54 Título: **Sistema y método de control de una bomba de calor**

30 Prioridad:

27.08.2020 EP 20193167

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.01.2025

73 Titular/es:

FRONIUS INTERNATIONAL GMBH (100.00%)
Froniusstraße 1
4643 Pettenbach, AT

72 Inventor/es:

BRANDSTÖTTER, MARKUS y
MÜHLEGGGER, JOHANNES

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 993 997 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de control de una bomba de calor

La invención se refiere a un sistema, en particular a un sistema de gestión de la energía de un sistema energético, y a un método para controlar una bomba de calor integrada en el sistema de gestión de la energía del sistema energético.

Los documentos que tratan de la gestión de la energía en este sentido son: DE 10 2017 220414 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16 de mayo de 2019 (2019-05-16); DE 10 2008 019053 A1 (ENDRESS & HAUSER PROCESS SOLUT [CH]) 22 de octubre de 2009 (2009-10-22); DE 10 2017 203249 A1 (VIESSMANN WERKE KG [DE]) 30 de agosto de 2018 (2018-08-30); EP 1 978 715 A1 (KOPF DANIEL [AT]) 8 de octubre de 2008 (2008-10-08).

Los sistemas energéticos, especialmente los fotovoltaicos, pueden combinarse con bombas de calor. Un sistema fotovoltaico suministra energía solar, que la bomba de calor del sistema energético puede convertir en calor. Este calor convertido puede almacenarse en un depósito de agua caliente o de almacenamiento intermedio del sistema energético. Las temperaturas del medio de almacenamiento pueden elevarse durante el transcurso del día mientras se genera energía solar. Por la noche, las necesidades de calefacción y agua caliente pueden cubrirse inicialmente con el depósito de agua caliente y de almacenamiento intermedio. Durante su funcionamiento, una bomba de calor extrae calor del entorno, es decir, del aire, la tierra o las aguas subterráneas, y lo introduce en el sistema energético local. Combinando una bomba de calor con un sistema fotovoltaico, la electricidad fotovoltaica producida localmente puede utilizarse para la bomba de calor. El sistema fotovoltaico suministra energía solar a la bomba de calor, lo que permite reducir los costes de calefacción. Además, la bomba de calor aumenta la eficiencia del sistema fotovoltaico debido al mayor consumo de electricidad fotovoltaica producida localmente. La bomba de calor puede tener una unidad de evaporación, una unidad de compresión, una unidad de condensación y una unidad de expansión, y puede funcionar en ciclo. El sistema fotovoltaico comprende varios módulos solares, así como uno o varios inversores, que pueden convertir la corriente continua generada por los módulos solares en una tensión alterna. Esta tensión alterna generada puede utilizarse para hacer funcionar al menos una bomba de calor. Sin embargo, las bombas de calor convencionales pueden controlarse de diferentes maneras y, por tanto, tienen diferentes tipos de control. Por lo tanto, en los sistemas de energía convencionales resulta extremadamente difícil integrar o incorporar bombas de calor de distintos fabricantes y/o de distintos tipos de control en el sistema energético o en el sistema de gestión de la energía. Además, apenas es posible sustituir una bomba de calor implantada de un determinado tipo de control y/o de un determinado fabricante por otro tipo de bomba de calor de otro fabricante y/o de otro tipo de control.

En muchos casos, se debe introducir un sistema de gestión de la energía en un sistema energético existente con una bomba de calor ya instalada. Se puede crear un sistema de gestión energética, por ejemplo, con un inversor fotovoltaico moderno que disponga de un controlador de sistema con las capacidades de gestión energética necesarias. Sin embargo, la plena integración de la bomba de calor en el sistema de gestión energética suele fracasar debido a la falta de compatibilidad con la bomba de calor existente. Aunque en algunos casos un sistema de gestión de la energía puede realizar un simple encendido y apagado de la bomba de calor, no puede conseguirse una gestión eficaz de la energía y el encendido y apagado bruscos pueden sobrecargar innecesariamente los componentes de la bomba de calor y acortar así su vida útil.

En el estado de la técnica se conocen sistemas de gestión de la energía que también controlan las bombas de calor en función de la disponibilidad de una fuente de energía. La implementación difiere en cuanto al tipo de integración de la bomba de calor. Un tipo de control específico de una bomba de calor se integra de forma nativa en el código fuente del sistema de gestión de la energía, pero no a través de un archivo de configuración de la bomba de calor. Esto tiene la desventaja de que el código fuente debe adaptarse para implementar una bomba de calor diferente. Esto requiere un esfuerzo considerable y, por lo general, no es posible para el operador. El resultado es una compatibilidad limitada con las bombas de calor.

También se conoce en el estado de la técnica un sistema de gestión de la energía para edificios que puede leer y escribir registros a través de diversos protocolos, como MODBUS. El usuario tiene la posibilidad de configurar los registros mediante una herramienta. La posibilidad de leer y escribir registros de la bomba de calor no permite lograr la utilización prevista de las fuentes de energía, como el aumento del autoconsumo.

En consecuencia, una de las tareas de la presente invención es crear un sistema energético que permita integrar de forma flexible diferentes bombas de calor, en particular bombas de calor de diferentes tipos de control, en el sistema energético y su gestión energética, de modo que sea más fácil sustituir o actualizar una bomba de calor dentro del sistema energético.

Otra tarea de la presente invención es que un sistema energético que comprende al menos una bomba de calor puede ampliarse con un inversor que comprende un sistema de gestión de la energía, por lo que la conexión de

bombas de calor de diferentes tipos de control al inversor o a su sistema de gestión de la energía se hace posible de una manera sencilla.

5 Según la invención, esta tarea se resuelve mediante un sistema energético con las características especificadas en la reivindicación 1.

10 Por consiguiente, la invención proporciona un sistema energético con un inversor para convertir una tensión eléctrica continua en una tensión alterna, que puede utilizarse para alimentar unidades de consumo eléctrico del sistema energético y puede convertirse en calor mediante al menos una bomba de calor del sistema energético, en donde la bomba de calor puede ser controlada por un controlador del sistema energético a través de una interfaz de control de acuerdo con un archivo de configuración de la bomba de calor cargado en una memoria de datos del controlador del sistema, en donde una comunicación con un controlador de bomba de calor proporcionado para la bomba de calor puede establecerse de acuerdo con un archivo de configuración almacenado en el archivo de configuración de la bomba de calor, en donde la bomba de calor admite varios tipos de control de un grupo predefinido de tipos de control, en donde el grupo de tipos de control comprende los siguientes tipos de control:

15 un primer tipo de control (I) en el que la bomba de calor puede controlarse ajustando la potencia, un segundo tipo de control (II) en el que la bomba de calor puede controlarse ajustando la temperatura, un tercer tipo de control (III) en el que la bomba de calor puede controlarse mediante una especificación SG-Ready, y

20 un cuarto tipo de control (IV) en el que la bomba de calor puede controlarse simulando o emulando un contador de electricidad de la bomba de calor.

25 Además de la configuración de los registros, el archivo de configuración de la bomba de calor describe las posibles variantes de control de la bomba de calor para que el cliente no necesite un especialista para configurar los registros y programar el control de la bomba de calor.

En una posible realización, el sistema energético comprende un sistema fotovoltaico con módulos solares que generan una tensión continua que el inversor convierte en tensión alterna.

30 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el tipo de control de la bomba de calor comprende uno de los cuatro tipos de control predeterminados.

En el primer tipo de control, la bomba de calor puede controlarse ajustando la potencia.

35 En otro tipo de control, la bomba de calor puede controlarse ajustando la temperatura.

En un tercer tipo de control, la bomba de calor puede controlarse mediante una especificación SG-Ready.

40 En un cuarto tipo de control, la bomba de calor puede ser controlada por una unidad de medición de la corriente de la bomba de calor del sistema energético simulado o emulado por el controlador del sistema.

45 En una posible realización del sistema energético según la invención, al menos un parámetro especificado en el archivo de configuración de la bomba de calor especifica un protocolo de comunicación para la comunicación entre el controlador del sistema y el controlador de bomba de calor.

En una posible realización del sistema energético según la invención, el protocolo de comunicación especificado en el archivo de configuración de la bomba de calor tiene un protocolo de comunicación MODBUS, en particular un protocolo de comunicación MODBUS-TCP o un protocolo de comunicación MODBUS-RTU.

50 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el controlador del sistema de gestión de la energía se comunica con el controlador de bomba de calor a través de la interfaz de control y un bus del sistema energético según el protocolo de comunicación especificado en el archivo de configuración de la bomba de calor. La comunicación es preferiblemente bidireccional.

55 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el controlador del sistema energético se configura automáticamente como dispositivo maestro o esclavo en función de la temperatura establecida en el controlador de bomba de calor.

60 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor contiene una dirección de red del controlador de bomba de calor para la comunicación con el controlador del sistema energético según la información de puntos de datos especificada en el archivo de configuración de la bomba de calor.

65 En una posible realización del sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor tiene un formato JSON, XML, CSV o TXT.

En otra posible realización del sistema energético según la invención, el controlador del sistema está integrado en el inversor del sistema energético.

5 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el sistema energético está conectado a una red de suministro de energía a través de una unidad de medición de corriente, que suministra datos de medición al controlador del sistema o al sistema de gestión de energía del sistema energético.

10 En el sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor contiene parámetros de funcionamiento configurables para parametrizar el tipo de control y/o la bomba de calor.

En otra posible realización del sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor puede seleccionarse y editarse a través de una interfaz de usuario del controlador del sistema o del sistema de gestión energética.

15 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor se carga desde un servidor web de una plataforma en la nube a través de una red de datos en la memoria de datos local del controlador del sistema energético.

20 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el archivo de configuración de la bomba de calor se carga desde un soporte de datos a la memoria de datos local del controlador del sistema energético mediante una unidad de lectura del controlador del sistema.

25 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el inversor recibe la tensión eléctrica continua de un módulo fotovoltaico y la convierte en una tensión alterna.

30 En otra posible realización del sistema energético según la invención, el controlador de bomba de calor tiene una memoria de datos local para almacenar uno o más archivos de configuración de la bomba de calor asociados, que pueden ser leídos a través del bus del sistema energético durante un proceso de inicialización del sistema energético y almacenados en la memoria de datos del controlador del sistema por el controlador del sistema energético.

En otra posible realización del sistema energético según la invención, el control de la bomba de calor está integrado en la bomba de calor.

35 En una realización alternativa, el controlador de bomba de calor se encuentra fuera de la bomba de calor y está conectada a ésta a través de una interfaz.

Según otro aspecto, la invención proporciona un método para controlar una bomba de calor.

40 A continuación, se explican con más detalle posibles realizaciones del sistema energético según la invención y del método según la invención para controlar una bomba de calor con referencia a las figuras adjuntas.

Se muestra en:

45 la Fig. 1a un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de una realización de un sistema energético según la invención;

la Fig. 2a un diagrama de flujo para la representación de un proceso de inicialización del sistema de gestión de la energía o del controlador del sistema;

50 la Fig. 3a otro diagrama de flujo que ilustra una realización del método de control de una bomba de calor del sistema energético;

55 las Figs. 4A, 4B tabulado un ejemplo de una realización de un archivo de configuración de bomba de calor;

la Fig. 5, ejemplos de posibles ajustes y entradas por interfaz de usuario basados en el archivo de configuración de bomba de calor de las Figs. 4A, 4B;

60 la Fig. 6 otro diagrama de bloques que ilustra una realización de un sistema energético según la invención con una bomba de calor de tipo de control IV y un contador inteligente de bomba de calor simulado para ella; y

65 la Fig. 7A un diagrama de flujo para ilustrar un ejemplo de una realización del método según la invención para controlar una bomba de calor.

Como puede verse en la Fig. 1, un sistema energético 1 comprende varios componentes principales. En el ejemplo de realización mostrado en la Fig. 1, el sistema energético 1 comprende un sistema fotovoltaico con módulos fotovoltaicos 2 que suministran una corriente fotovoltaica. Un inversor 3 del sistema energético 1 convierte la tensión eléctrica continua o corriente continua recibida en una tensión alterna. Esta tensión alterna puede utilizarse para alimentar las unidades de consumo eléctrico 4 (4-1, 4-2, 4-3) del sistema energético 1. Las unidades de consumo eléctrico 4 pueden ser diferentes unidades que requieren energía eléctrica. Las unidades de consumo eléctrico 4 pueden ser, por ejemplo, electrodomésticos o bombas eléctricas. Además, la unidad de consumo eléctrico 4-3 mostrada en la Fig. 1 es adecuada para conectar unidades de almacenamiento eléctrico, en particular baterías, al sistema energético 1. Por ejemplo, la batería de un vehículo 14 puede conectarse a través de la unidad 4-3 (wallbox) del sistema energético 1 para su carga. El sistema energético 1 también tiene una unidad de medición de corriente 5. Una red de suministro eléctrico 6 está conectada al sistema energético 1 a través de la unidad de medición de corriente 5. La unidad de medición de corriente 5 está conectada al controlador del sistema 10 a través de una línea de datos 15. El sistema energético 1 puede inyectar corriente eléctrica en la red de suministro eléctrico 6 a través de la unidad de medición de corriente 5 o extraerla de la red de suministro eléctrico 6. El sistema energético 1 tiene al menos una bomba de calor 7 con un controlador de bomba de calor 8 asociado. En una posible realización, el controlador de bomba de calor 8 puede estar integrado en la bomba de calor 7, como se muestra en la Fig. 1. Otra posibilidad es conectar un controlador de bomba de calor 8 externo a la bomba de calor 7 a través de una interfaz (no mostrada). Preferiblemente, la bomba de calor 7 está conectada a un acumulador de calor 9, que almacena temporalmente el calor generado por la bomba de calor 7. El acumulador de calor 9 puede estar formado por un depósito de almacenamiento intermedio (depósito de agua), calefacción por suelo radiante, el contenido de agua de una piscina o similar. El acumulador de calor 9 también puede estar formado por un acumulador de frío. La bomba de calor 7 también puede estar conectada a un dispositivo de refrigeración (no mostrado).

El sistema energético 1 tiene un controlador del sistema 10 con una memoria de datos 11. En una posible realización, la memoria de datos 11 puede estar integrada en el controlador del sistema 10, como se muestra en la Fig. 1. Alternativamente, la memoria de datos 11 está conectada al controlador del sistema 10 a través de una interfaz de datos o una red de datos local. Como se muestra en la Fig. 1, el controlador del sistema 10 con la memoria de datos 11 integrada está conectado al controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 a través de una interfaz de control 12. La bomba de calor 7 puede ser controlada por el controlador del sistema 10 del sistema energético 1 a través de la interfaz de control 12 de acuerdo con un archivo de configuración de la bomba de calor almacenado o cargado en la memoria de datos 11 del controlador del sistema 10. La comunicación tiene lugar con el controlador de bomba de calor 8 previsto para la bomba de calor 7 de acuerdo con un tipo de control de la bomba de calor 7 especificado en el archivo de configuración de la bomba de calor.

Un archivo de configuración WPK de la bomba de calor (como se muestra a modo de ejemplo en las Figs. 4A, 4B) conforma preferiblemente una selección de parámetros para otras entradas del usuario (como se muestra a modo de ejemplo en la Fig. 5). Por ejemplo, un usuario puede introducir o seleccionar un tipo MODBUS, parámetros MODBUS, otros parámetros de conexión, una estrategia de control y otros parámetros de control a través de una interfaz de usuario 13 del controlador del sistema 10 o del sistema de gestión de la energía si hay varias opciones disponibles para la selección de acuerdo con el archivo de configuración de la bomba de calor. La interfaz de usuario 13 es preferiblemente una aplicación, como un sitio web o una app, que puede iniciarse o llamarse desde un dispositivo conectado permanentemente o desde un dispositivo portátil, por ejemplo una tablet o un teléfono móvil. La interfaz de usuario 13 permite al usuario u operador del sistema energético 1 realizar determinados ajustes.

La memoria de datos 11 del sistema energético 1 se utiliza para el almacenamiento local de datos del archivo de configuración de bomba de calor WPK de la bomba de calor 7. En una posible realización, el archivo de configuración de bomba de calor WPK se carga desde un servidor web de una plataforma en la nube a través de una red de datos en la memoria de datos 11 local del controlador del sistema 10 del sistema energético 1. De forma alternativa, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor también puede cargarse desde un soporte de datos en la memoria de datos 11 local del controlador del sistema 10 del sistema energético 1 mediante una unidad de lectura del controlador del sistema 10. En una posible realización, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor 7 puede ser un archivo JSON, XML, CSV o TXT. En una posible realización, al menos un parámetro especificado en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor especifica un protocolo de comunicación para la comunicación entre el controlador del sistema 10 y el controlador de bomba de calor 8. En una posible realización, el protocolo de comunicación especificado en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor tiene un protocolo de comunicación MODBUS. Éste puede ser un protocolo de comunicación MODBUS-TCP o un protocolo de comunicación MODBUS-RTU. La interfaz de control 12 entre el controlador del sistema 10 del sistema energético 1 y el controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 dispone de un bus para transmitir señales de control y/o datos. En una posible realización del sistema energético 1 según la invención, la comunicación entre el controlador del sistema 10 y el controlador de bomba de calor 8 es bidireccional, es decir, mediante el intercambio de datos y señales de control en ambas direcciones. En una realización, la comunicación también puede tener lugar a través de una interfaz de radio entre el controlador de bomba de calor 8 y el controlador del sistema 10. En una posible realización, el controlador del sistema 10 del sistema energético 1 se configura automáticamente como dispositivo maestro o como dispositivo esclavo en función del tipo de control especificado en el archivo de

configuración WPK de la bomba de calor. En una posible realización, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor 7 contiene una dirección de red del controlador de bomba de calor 8 para la comunicación con el controlador 10 del sistema energético 1 en función de la información sobre los puntos de datos especificados en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor 7. El archivo de configuración WPK de la bomba de calor contiene preferiblemente parámetros de funcionamiento configurables para parametrizar el tipo de control de la bomba de calor y/o la bomba de calor 7 misma.

Las Figs. 4A, 4B muestran un ejemplo de archivo de configuración WPK de una bomba de calor en forma tabular. En la configuración mostrada en las Figs. 4A, 4B el archivo de configuración WPK contiene éstos parámetros de control, parámetros MODBUS e información de los puntos de datos.

En el ejemplo de la Fig. 4A, se muestra un control por especificación de potencia como tipo de control I (ControlSet-Potencia disponible) y un control por especificación SG-Ready como tipo de control III (ControlSetSGStatus disponible) como opción. Los otros dos tipos de control II y IV no están soportados por el controlador 8 de la bomba de calor correspondiente y, por lo tanto, no están disponibles para una selección o aplicación. Para garantizar que así sea, ControlSetTemperature y ControlRead- SurplusPower se establecen como no disponibles ("n.a.") en la Fig. 4A.

Para el control por ajuste de potencia según el tipo de control I, por ejemplo, se almacena en un registro del controlador de bomba de calor 8 el valor de una corriente o de una parte actualmente disponible de un excedente de potencia de un sistema energético 1 o de una red de suministro eléctrico 6. En el ejemplo de la Fig. 4B, esto corresponde al registro "SetPowerReg" con la dirección de registro 1000 y el valor de un exceso de potencia es adoptado por el controlador de bomba de calor 8 en unidades de vatio como un entero de 16 bits "int16". En caso de que tanto el sistema de gestión de la energía como el controlador de bomba de calor utilicen la misma unidad para un valor, por ejemplo, vatio "W", en el archivo de configuración de la bomba de calor de la Fig. 4B se introduce el factor de escala = 1. Utilizando los factores de escala para los registros de los controladores de la bomba de calor, se pueden armonizar fácilmente las diferentes unidades de valores entre cualquier controlador de bomba de calor 8 y el sistema de gestión de la energía del sistema energético 1. El exceso de potencia en un sistema energético 1 suele deberse a que la potencia de generación del inversor 3 supera el consumo. Para aumentar la eficiencia de un sistema fotovoltaico, se suele intentar utilizar la mayor parte posible de la energía generada en el propio sistema energético 1 en lugar de inyectarla a la red eléctrica. En función de la temperatura del acumulador de calor 9, el controlador de bomba de calor 8 puede decidir si se utiliza el exceso de energía suministrada y en qué medida.

En el segundo tipo de control II por especificación de temperatura, se introduce una temperatura de referencia en un registro de temperatura de referencia del controlador de bomba de calor 8 en correlación con el exceso de potencia actual. Esta temperatura deseada se refiere, por ejemplo, a un acumulador de agua caliente o de agua de calefacción 9. En el ejemplo de la Fig. 4B, esto corresponde al registro "SetTempWS". Dado que en el ejemplo la bomba de calor 7 según la Fig. 4A no admite el tipo de control II, el registro no está disponible ("n.a.") y, en consecuencia, no se introduce ninguna dirección de registro.

En el tercer tipo de control III, la bomba de calor se controla mediante una especificación SG-Ready. En correlación con la potencia excedente actual, se utiliza una especificación SG-Ready para cambiar a los estados de funcionamiento SG-Ready correspondientes. En el ejemplo mostrado en la Fig. 4B, la especificación SG-Ready se realiza a través de los registros "SGPin1" y "SGPin2" con las direcciones de registro 705 y 706. Los valores lógicos a emitir en "SGPin1" y "SGPin2" para el respectivo estado operativo de especificación SG-Ready se introducen en el archivo de configuración de la bomba de calor WPK de la Fig. 4A como "SGNORMAL" y "SGFORCED", por ejemplo. En "SGNORMAL" y "SGFORCED" se puede introducir también un valor, por ejemplo adicionalmente.

El cuarto tipo de control IV puede utilizarse con controles de bomba de calor 8 que, de acuerdo con el estado de la técnica, solicitan un exceso de potencia a un contador inteligente de bomba de calor especialmente coordinado con el respectivo control de bomba de calor 8.

En el cuarto tipo de control IV, el controlador de bomba de calor 8 consulta el exceso de potencia actual al controlador del sistema 10. El controlador del sistema 10 simula un contador inteligente de la bomba de calor para el controlador de bomba de calor 8. En este caso, el controlador de bomba de calor 8 es el maestro MODBUS. El controlador de sistema 10 configurado como esclavo MODBUS ocupa el lugar de un contador inteligente de bomba de calor configurado habitualmente como esclavo MODBUS y sustituye así al contador inteligente de bomba de calor.

Dado que el controlador del sistema 10 está conectado a la unidad de medición de corriente 5 a través de la línea de datos 15, puede transmitir los valores medidos de la unidad de medición de corriente 5 al controlador de bomba de calor 8 simulando un contador inteligente de la bomba de calor. En una realización particularmente ventajosa, el sistema de gestión de energía decide si un valor medido actual de la unidad de medición de la corriente 5, u otro valor ventajoso determinado por el sistema de gestión de energía, es proporcionado por el controlador del sistema 10 para el controlador de bomba de calor 8 simulando un contador inteligente de la bomba de calor. En el ejemplo

mostrado en la Fig. 4A, el tipo de control IV "ControlReadSurplusPower" no está disponible ("n.a."). En consecuencia, el registro para un valor de la potencia excedente "EnergyMeterEI" tampoco está disponible en la Fig. 4B.

- 5 En otra realización especialmente ventajosa, el controlador del sistema 10 está integrado en un inversor 3 o el controlador del sistema 10 está realizado funcionalmente por un inversor 3.

10 Como se muestra en la Fig. 4A, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor incluye otros parámetros de control, en particular una potencia máxima ("SetPowerMax"), una potencia mínima ("SetPowerMin") o una temperatura máxima del acumulador de calor 9 ("SetTemperatureMax"). Los parámetros de control también pueden incluir varias especificaciones SG-Ready para el tercer tipo de control III, como se muestra en la Fig. 4A. Además de los parámetros de control, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor contiene varios parámetros MODBUS, como se muestra en la Fig. 4A. En el ejemplo mostrado en la Fig. 4A, los protocolos de comunicación MODBUS-TCP y MODBUS-RTU se introducen como disponibles ("Modbus-TCP disponible" y "Modbus-RTU disponible"). La Fig. 4A muestra otros parámetros típicos para MODBUS-TCP y MODBUS-RTU con valores coordinados entre un controlador de sistema 10 y el controlador de bomba de calor 8 que se va a conectar, como "TCPPort" o "RTUBaudRate".

20 Además de los parámetros de control y los parámetros MODBUS, en la Fig. 4B, como continuación de la Fig. 4A, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor contiene información de puntos de datos. La información de puntos de datos especifica los registros para la comunicación. Estos registros pueden estar disponibles ("available") o no disponibles ("n.a.") para un tipo específico de bomba de calor. Para algunos registros, se asignan unidades a los valores; por ejemplo, el valor especificado en el registro "SetPowerReg" es una especificación en vatios (W). Las unidades son opcionales. Si un registro está "disponible", se requiere la siguiente información: Factor de escala, dirección del registro, tipo de datos, tipo de registro. Por lo tanto, se especifica un factor de escala para cada valor de un registro y una dirección de registro para varios registros en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor, como se muestra en las Figs. 4A, 4B. También se especifica un tipo de datos del registro correspondiente y un tipo de registro. Algunos registros pueden leerse y escribirse ("RW": Lectura/Escritura). Otros registros sólo se pueden leer ("R": Lectura).

30 Según la invención, para cada marca de bomba de calor o para cada tipo de bomba de calor se pueden definir los archivos de configuración WPK. Dependiendo del tipo y el modelo de la bomba de calor 7 pueden diferir en cuanto al contenido. Sin embargo, la estructura del archivo de configuración WPK sigue siendo la misma para que el controlador del sistema 10 del sistema energético 1 o un sistema de gestión de energía puedan acceder a él. De este modo, la programación del sistema de gestión de energía o del controlador del sistema 10 puede ser estandarizada y sencilla, ya que los ajustes necesarios de los parámetros y las teclas de control para el control de las distintas bombas de calor 7 pueden realizarse integrando un archivo de configuración WPK de la bomba de calor correspondiente. El sistema de gestión de energía determina, por ejemplo, el consumo de energía actualmente más favorable y proporciona una recomendación correspondiente a través del controlador del sistema 10, por ejemplo, de forma compatible con el controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7. En una posible realización, los archivos de configuración WPK de la bomba de calor constan esencialmente de tres partes, a saber, parámetros de control, parámetros MODBUS e información de puntos de datos, como se muestra a modo de ejemplo en las Figs. 4A, 4B.

45 En la interfaz de usuario 13, cada usuario u operador también tiene la opción de configurar individualmente el controlador del sistema 10 o el sistema de gestión de la energía de su sistema energético 1 dentro de un marco especificado por el WPK. Como muestra la Fig. 5, por ejemplo, pueden configurarse o modificarse parámetros relevantes para la conexión. Estos parámetros son esencialmente conocidos en el estado de la técnica e incluyen, en particular, el tipo MODBUS (MODBUS-TCP, MODBUS-RTU), sus parámetros MODBUS (puerto, off-set, direcciones esclavas, endian, velocidad en baudios, paridad, bit de parada) y otros parámetros de conexión (por ejemplo, direcciones de red o IP como IP del inversor, IP de la bomba de calor "Heatpump IP", ID del contador inteligente). Además, se puede configurar o seleccionar la estrategia de control (especificación de potencia o "ControlSetPower", especificación de temperatura o "ControlSetTemperature", control por especificación SG-Ready o "ControlSetSGStatus" y control por simulación de contador inteligente de bomba de calor o "ControlReadSurplusPower"). También se pueden establecer otros parámetros de control, por ejemplo intervalos de escritura "WriteInterval" para determinar la frecuencia con la que se debe enviar un valor, o límites de adquisición de energía "Threshold Purchase" para determinar la adquisición de energía de una red de suministro eléctrico por encima de la cual el sistema de gestión de energía debe tomar una medida para reducir el consumo de energía. Los valores introducidos individualmente a través de la interfaz de usuario 13 se añaden preferentemente al archivo de configuración WPK de la bomba de calor como parámetros o valores que se utilizarán para la inicialización (SO), conservándose los denominados valores por defecto de los parámetros ajustados. Si no se introduce un valor distinto del valor predeterminado para un parámetro a través de la interfaz de usuario 13, el valor predeterminado correspondiente se añade y se utiliza como parámetro o valor del archivo de configuración WPK para la inicialización (SO). En una realización preferida, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor se utiliza como base para ofrecer al usuario u operador una selección entre las posibles opciones de conexión y control en la interfaz de usuario 13, así como valores predeterminados preestablecidos como punto de partida.

La Fig. 5 muestra un ejemplo de posibles configuraciones de usuario. En el ejemplo de la Fig. 5, MODBUS-TCP está configurado como tipo MODBUS. Se introduce una dirección de red o IP del controlador de bomba de calor 8 (Bomba de calor-IP). Se puede tratar de un valor por defecto o una entrada del usuario. En este sentido, otras direcciones IP, por ejemplo la de un inversor 3 pueden especificarse o editarse. Los posibles parámetros MODBUS incluyen un número de puerto "TCPPort = 502", un valor de offset de dirección de registro MODBUS "TCPOffset", una dirección de esclavo MODBUS "TCPSlaveAddress" y otros parámetros MODBUS, como se muestra en la Fig. 5. Los valores pueden proceder del archivo de configuración WPK de la bomba de calor. En la Fig. 5, los valores de los parámetros Modbus se toman de la Fig. 4A. En el ejemplo de la Fig. 5, se ha seleccionado el ajuste de potencia (ControlSetPower) como estrategia o tipo de control. Se han introducido 500 vatios como valor para el límite "ThresholdPurchase" como referencia de potencia de una red de suministro eléctrico 6.

En una posible realización, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor se almacena en una unidad del sistema energético 1. En el ejemplo de la Fig. 1, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor puede, por ejemplo, almacenarse en la memoria de datos 11 del controlador del sistema 10. También es posible que el archivo de configuración WPK de la bomba de calor se almacene en una memoria local de la bomba de calor 7 y se cargue en la memoria de datos 11 del controlador del sistema 10 según sea necesario. En una posible realización, la bomba de calor 7 puede tener ya almacenado de inicio un archivo de configuración WPK de la bomba de calor en una memoria de datos integrada asociada, que se carga automáticamente en el registrador de datos 11 del controlador del sistema 10 para su posterior funcionamiento durante o después de la instalación de la bomba de calor 7 en el sistema energético 1. En otra posible realización, por ejemplo, todos los datos disponibles de los archivos de configuración WPK se almacenan de fábrica en una memoria de datos local del inversor 3 para cargarlos en la memoria de datos 11 del controlador del sistema 10 cuando sea necesario. En una posible realización, el controlador de sistema 10 puede a su vez estar formado por el controlador de sistema del inversor 3 del sistema energético 1 o estar integrado en él. En otra posible realización, los archivos de configuración WPK de la bomba de calor pueden cargarse desde una base de datos en la memoria de datos a través de una plataforma en la nube.

En el sistema energético 1 según la invención, los archivos de configuración de bomba de calor WPK asociados se utilizan para controlar la al menos una bomba de calor 7 del sistema energético 1, en función del tipo de control de la bomba de calor 7. Esto puede posibilitar una señalización del inversor 3 a la bomba de calor 7 para hacer que la bomba de calor 7 utilice la energía de bajo coste de forma eficiente. Asimismo, puede tenerse en cuenta que los distintos fabricantes de bombas de calor, tipos de bombas de calor y modelos de bombas de calor ofrecen distintas formas de recibir o utilizar esta energía actualmente de bajo coste procedente, por ejemplo, de la energía sobrante del inversor 3 o de una tarifa eléctrica variable.

En una posible realización, el sistema energético 1 según la invención puede integrar bombas de calor 7 de diferentes tipos de control. Una bomba de calor convencional del tipo de control IV permite utilizar el exceso de energía fotovoltaica independientemente de un inversor 3. Sin embargo, esto requiere un contador de electricidad independiente para la bomba de calor 7 o un contador inteligente de bomba de calor en el punto de alimentación para garantizar la compatibilidad entre un controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 y un contador de electricidad. El sistema energético 1 según la invención permite la integración de una bomba de calor 7 del cuarto tipo de control IV sin tener que instalar un contador de electricidad de bomba de calor adicional, por ejemplo un contador inteligente de bomba de calor, en el sistema energético 1. En el sistema energético según la invención 1, tal contador de electricidad de la bomba de calor o contador inteligente de la bomba de calor para el controlador de bomba de calor 8 es simulado/emulado para el cuarto tipo de control IV por el controlador del sistema 10 de un inversor 3 a través de una interfaz de control 12, de modo que puede omitirse la instalación y configuración de un contador de electricidad adicional para la bomba de calor.

En una posible realización, tiene el inversor 3 o el controlador del sistema 10 y la bomba de calor 7 o el controlador de bomba de calor 8 del sistema energético 1 como interfaz o interfaz de control 12 una interfaz MODBUS. En esta realización, el sistema de gestión de energía del inversor 3 determina un valor de exceso de potencia actual en el punto de alimentación y transmite el valor de exceso de potencia actual o modificado a la bomba de calor 7 del sistema energético 1 a través de la interfaz de control 12. Además de ahorrar un contador de electricidad de la bomba de calor, esta variante ofrece la ventaja de que se puede transmitir a la bomba de calor 7 cualquier valor de exceso de potencia distinto del valor de exceso de potencia actual. Esto permite, por ejemplo, transmitir un valor de exceso de potencia a la bomba de calor 7 aunque actualmente no haya ningún exceso de potencia en el sistema energético 1. De este modo, el controlador de sistema 10 del inversor 3 puede hacer que la bomba de calor 7 extraiga energía de la red de suministro, especialmente si existen tarifas energéticas favorables.

En una posible realización del sistema energético 1 según la invención, el tipo de control de la bomba de calor 7 comprende un tipo de un grupo predeterminado de tipos de control. En una posible realización, el primer tipo de control I es un tipo de control en el que la bomba de calor 7 se controla mediante un ajuste de potencia. En otro segundo tipo de control II, la bomba de calor 7 se controla mediante un ajuste de temperatura. En otra posible realización, la bomba de calor 7 puede controlarse según un tercer tipo de control III mediante una especificación

de SG-ready. En otra posible realización, la bomba de calor 7 puede controlarse según un cuarto tipo de control IV mediante la simulación de un contador de electricidad de la bomba de calor. Otros tipos de control son posibles.

En una posible realización, el sistema energético 1 según la invención utiliza un protocolo de comunicación MODBUS. El protocolo de comunicación MODBUS se basa en una arquitectura maestro/esclavo. Cada participante del bus tiene una dirección única. Cada participante puede enviar mensajes a través del bus de comunicación compartido o de la interfaz. La comunicación suele iniciarla el maestro y la responde un esclavo direccionado. Posibles interfaces son, por ejemplo, RS485, RS232, WiFi o Ethernet. Los registros se utilizan para escribir y leer valores de datos. Para la bomba de calor 7 controlables con los tipos de control I, II, III son importantes los registros disponibles del respectivo controlador de bomba de calor 8. Al menos los registros del controlador de bomba de calor 8 necesarios para controlar una bomba de calor 7 se almacenan con sus direcciones de registro en el WPK. En el tipo de control IV, los registros del contador inteligente son simulados por el controlador del sistema 10 o el inversor 3 para el controlador de bomba de calor 8.

La bomba de calor 7 puede ser una bomba de calor preparada para la red inteligente. El controlador del sistema 10 puede dar a la bomba de calor 7 preparada para la red inteligente una recomendación de conexión relacionada con la potencia o la potencia de alimentación. Esto informa al controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 en qué momentos la bomba de calor 7 debe cargar el acumulador de calor 9 para que, por ejemplo, la mayor parte posible de la energía fotovoltaica generada por el sistema fotovoltaico 2 sea consumida por el sistema energético 1, realizando así lo que se conoce como optimización del autoconsumo. En este caso la bomba de calor 7 puede conmutarse a un funcionamiento con mayor potencia aumentando una temperatura de referencia de la bomba de calor 7, lo que incrementa el consumo de energía de la bomba de calor 7 y la temperatura de la bomba de calor 7. El requisito previo para el control Smart Grid Ready es que la bomba de calor 7 esté conectada al mismo punto de alimentación o de medición que el inversor 3. Esto también se aplica a los otros tipos de control de la bomba de calor mencionados.

Una bomba de calor 7 apta para Smart Grid Ready suele tener cuatro estados de funcionamiento SG Ready controlables. Según el estado de la técnica, estos estados se controlan a través de una interfaz SG Ready. La interfaz SG Ready del controlador de bomba de calor 8 consta de al menos dos entradas lógicas (SGPin1, SGPin2), a través de las cuales un controlador de sistema 10 de un sistema de gestión de energía puede especificar uno de los cuatro estados de funcionamiento. Especificaciones comunes SG Ready para bombas de calor 7 suelen describir los cuatro estados de funcionamiento siguientes:

En un primer estado de funcionamiento SGMIN, la bomba de calor 7 no puede funcionar, es decir, se encuentra en un estado de bloqueo. En un segundo estado de funcionamiento SG Ready SGNORMAL, la bomba de calor 7 funciona normalmente. En este estado de funcionamiento la bomba de calor 7 funciona en un modo normal energéticamente eficiente con un llenado proporcional del acumulador de calor. En un tercer estado operativo SG Ready SGFORCED, opera la bomba de calor 7 en funcionamiento intensificado para la preparación de agua caliente y/o la calefacción de espacios. No se trata de una orden directa de arranque, sino de una recomendación de conexión. En un cuarto estado de funcionamiento SG Ready SGMAX, el controlador de bomba de calor 8 recibe una orden de puesta en marcha definitiva.

Un controlador de bomba de calor 8 puede ser controlado por el controlador del sistema 10 o el sistema de gestión de energía para optimizar el autoconsumo con un consumo de energía eléctrica predefinido.

Según una realización de la invención, una bomba de calor 7 apta para Smart Grid Ready es operada, en vez de a través de la interfaz SG Ready, a través de una interfaz de control 12, preferiblemente una interfaz Modbus de un inversor 3. Así, uno de los cuatro estados de funcionamiento SG Ready de la bomba de calor 7 se especifican a través de la interfaz Modbus o la interfaz de control 12.

El sistema energético 1 según la invención representado en la figura 1 incluye un controlador de sistema 10 con una interfaz de comunicación (por ejemplo, interfaz Modbus) para el funcionamiento de un sistema de gestión de energía, que puede configurarse mediante archivos de configuración de bomba de calor WPK como interfaz de control 12 universal para una o varias bombas de calor 7 o controladores de bomba de calor 8. Esto ofrece la ventaja de que el software de gestión de la energía para el controlador del sistema 10 sólo tiene que desarrollarse una vez, a saber, en una versión universal según la invención. La personalización, es decir, la descripción del registro y/o la estrategia de control, para la respectiva bomba de calor 7 puede llevarse a cabo utilizando el archivo de configuración WPK de la bomba de calor. En una posible realización, los archivos de configuración de la bomba de calor WPK pueden ponerse posteriormente a disposición del sistema de gestión de energía (por ejemplo, pueden ser descargados de una base de datos).

La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de proceso de inicialización de un controlador de sistema 10 o bomba de calor 7 de un sistema energético 1 según la invención. El proceso de inicialización (paso S0 "INIT") se inicia cuando un usuario confirma los parámetros y valores introducidos en la interfaz de usuario 13. En el paso S1 "LEER WPK", el controlador del sistema 10 lee el archivo de configuración WPK de la bomba de calor de la memoria de datos 11. El archivo de configuración WPK de la bomba de calor puede descargarse desde

un servidor web de una plataforma en la nube a la memoria de datos 11 local antes del proceso de inicialización, por ejemplo, o cargarse desde un soporte de datos a la memoria de datos 11 local mediante una unidad de lectura del controlador del sistema 10. En el paso S2, el archivo de configuración WPK de la bomba de calor proporciona información de puntos de datos para el controlador de bomba de calor 8 correspondiente en función de un tipo de control seleccionado, como se muestra en la Fig. 4B, por ejemplo. A continuación, el controlador del sistema sigue uno de los pasos S3-1, S3-2, S3-3, S3-4 en función del tipo de control seleccionado (I, II, III, IV). Si la bomba de calor 7 está en uno de los tres primeros tipos de control (I, II, III), el controlador del sistema 10 del sistema energético 1 se configura automáticamente como maestro MODBUS en el paso S6. Si la bomba de calor 7 puede controlarse simulando o emulando un contador de electricidad de bomba de calor (tipo de control IV), el controlador del sistema 10 se configura como esclavo MODBUS en el paso S5 para que un controlador de bomba de calor 8 lo reconozca como contador de electricidad de bomba de calor. Con la transferencia de todos los parámetros o valores aplicables del archivo de configuración WPK de la bomba de calor, el proceso de inicialización finaliza en el paso S6 "INIT DONE". A continuación, con los pasos S7-1 y S7-4 se inician otros dos procesos en paralelo.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo de una posible realización de un programa principal para controlar una bomba de calor 7 (S7-2 "CONTROL") una vez finalizado el proceso de inicialización mostrado en la Fig. 2. En un paso S16 "RECOMENDACIÓN DE EM", el sistema de gestión de la energía EM proporciona una recomendación. En el siguiente paso S17 se comprueba si el tipo de control IV está disponible y, por tanto, si el control se realiza simulando un contador de electricidad de la bomba de calor. Si este es el caso («T» TRUE), en el paso S18 la recomendación del paso S16 es escalada por el controlador del sistema 10 de acuerdo con el archivo de configuración WPK de la bomba de calor y puesta a disposición del controlador de bomba de calor 8 a través de la pestaña «EnergyMeterEl» del controlador del sistema 10. La dirección de registro del registro "EnergyMeterEl" se corresponde con la dirección de registro en la que el controlador de bomba de calor 8 como maestro MODBUS consulta un valor de un contador de electricidad de la bomba de calor. En la Fig. 4B, el registro "EnergyMeterEl" no está disponible. Sin embargo, en el caso de que un tipo de control IV estuviera disponible, estaría disponible y definido. Si el tipo de control IV no está disponible ("F" FALSE), entonces el paso S20-1 comprueba si se ha especificado el tipo de control I para la bomba de calor 7. Si se especifica el tipo de control I ("T" TRUE), la bomba de calor 7 se controla mediante la especificación de potencia -por ejemplo, mediante una potencia máxima de un sistema fotovoltaico- y en el paso S21 el controlador del sistema 10 envía la recomendación "T" TRUE del paso S16 escalada según el archivo de configuración WPK, a través de la interfaz de control 12, al controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7. El valor de la recomendación del paso S16 determinado por el sistema de gestión de energía 10 se multiplica por el factor de escala correspondiente para introducirse, en el ejemplo de la Fig. 4B, en el registro "SetPowerReg" con la dirección de registro "1000" como una potencia de referencia Psoll. Con el paso S30 "TIMER" se sucede un tiempo de espera en el que el sistema de gestión de energía supervisa el flujo de energía del sistema energético 1 para realizar una nueva recomendación en el paso S16 una vez transcurrido el tiempo de espera.

Si el paso S20-1 devuelve el resultado "F" (FALSE) porque no se ha especificado el tipo de control I, el paso S20-2 comprueba si la bomba de calor 7 corresponde al tipo de control II. Si se especifica el tipo de control II ("T" TRUE), la bomba de calor 7 se controla por ajuste de temperatura y el controlador del sistema 10 determina una temperatura de referencia para la bomba de calor 7 en el paso S22. La temperatura de referencia se determina de forma que corresponda a un consumo de potencia de la bomba de calor 7. Por ejemplo, el aumento deseado de la temperatura real del acumulador de calor 9 puede calcularse dividiendo la potencia de referencia Psoll por un aumento de potencia por Kelvin de una bomba de calor 7. La suma de la temperatura real y el aumento deseado corresponde entonces preferentemente a la temperatura de referencia determinada del acumulador de calor 9. Ésta no debe superar una temperatura máxima del acumulador de calor, por lo que en el paso S23 se realiza una consulta correspondiente. Si la temperatura de referencia determinada es inferior a la temperatura máxima "T" (TRUE), el valor de la temperatura de referencia no se modifica más. Si la temperatura de referencia determinada está por encima de la temperatura máxima "F" (FALSE), el valor de la temperatura de referencia se iguala con el valor de la temperatura máxima en el paso S25. En el paso S24, la temperatura de referencia se escala a través de la interfaz de control 12 de acuerdo con el archivo de configuración WPK de la bomba de calor y se envía o transmite al controlador 8 de la bomba de calor 7. Según el ejemplo de la Fig. 4B, la temperatura de referencia se introduce como especificación de temperatura en el registro "SetTempWS" con la dirección de registro correspondiente. En el ejemplo de la Fig. 4B, el registro "SetTempWS" no está disponible "n.a.". En el caso de disponibilidad de un control tipo II, sin embargo, estaría disponible y definido. En el paso S30 "TIMER" se sucede un tiempo de espera en el que el sistema de gestión de energía supervisa el flujo de energía del sistema energético 1 para emitir una nueva recomendación determinada en el paso S16 para la potencia de referencia Psoll una vez transcurrido el tiempo de espera.

Si el paso S20-2 devuelve el resultado "F" (FALSE) porque no se ha especificado el tipo de control II, el paso S20-3 comprueba si la bomba de calor 7 se controla según el tipo de control III. Si se especifica el tipo de control III ("T" TRUE), la bomba de calor 7 se controla mediante la especificación SG-ready y el controlador del sistema 10 puede comprobar en el paso S26 si la salida predeterminada es mayor o igual que un umbral de conexión especificado. (Un umbral de conexión correspondiente se muestra en la Fig. 5 como "SGThresholdForced" con el valor 1000 vatios. Sin embargo, este parámetro no es relevante para el ejemplo concreto de la Fig. 5. Para indicarlo, "SGThresholdForced" se muestra en cursiva). Si este es el caso, en el paso S27 el controlador de bomba de calor

8 de la bomba de calor 7 se ajusta al tercer estado operativo SG Ready "SGFORCED" a través de la interfaz de control 12 del controlador del sistema 10 para activar un mayor funcionamiento en el sentido del tercer estado operativo SG Ready. Por el contrario, si la potencia de referencia P_{soll} es inferior al umbral de conexión, esto se detecta en el paso S28 y el controlador del sistema 10 a través de la interfaz de control 12 pone el controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 se en el segundo estado de funcionamiento SG Ready SGNORMAL para activar un funcionamiento normal en el sentido del segundo estado de funcionamiento SG Ready.

Para establecer un estado de funcionamiento SG Ready, el controlador del sistema 10 utiliza el patrón especificado en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor para un estado de funcionamiento SG Ready, por ejemplo un patrón de SGPIn1 y SGPIn2 como se muestra en la Fig. 4A. Los patrones de los distintos estados de funcionamiento SG Ready no suelen estar normalizados para las bombas de calor de distintos fabricantes. Los pasos S27 y S29 van seguidos del paso de espera S30 descrito anteriormente.

La Fig. 6 muestra un controlador de sistema 10, que está integrado en un inversor 3 o que puede ser el controlador de sistema 10 de un inversor 3. Lo mismo se aplica a la memoria de datos 11. Las restantes unidades 2, 5, 6, 7, 8, 9 de la Fig. 6 corresponden a la disposición mostrada en la Fig. 1.

La Fig. 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de una realización de un método para controlar una bomba de calor 7 según la invención. El método para controlar la bomba de calor 7 tiene esencialmente dos pasos principales en el ejemplo de realización mostrado.

En un primer paso S_A , el archivo de configuración WPK se carga en una memoria de datos 11 de un controlador de sistema 10 de un sistema de gestión de energía 1. A continuación, en el paso S_B , el controlador de sistema 10 del sistema energético 1 se comunica con un controlador de bomba de calor 8 proporcionado para la bomba de calor 7 de acuerdo con un tipo de control especificado en el archivo de configuración WPK de la bomba de calor. De este modo, la bomba de calor 7 se integra en un sistema de gestión de la energía del sistema energético 1. La comunicación S_B entre el controlador de bomba de calor 8 y el controlador del sistema 10 es preferiblemente bidireccional. La comunicación tiene lugar a través de la interfaz de control 12, como se muestra en la Fig. 1. El controlador de bomba de calor 8 puede estar integrado en la bomba de calor 7 o conectado localmente a la bomba de calor 7 a través de una interfaz. El controlador de bomba de calor 8 controla la bomba de calor 7 localmente y, preferiblemente, se comunica en segundo plano con el controlador del sistema 10 a través de la interfaz de control 12. El archivo cargado de configuración WPK de la bomba de calor especifica preferiblemente al menos un protocolo de comunicación para la comunicación entre el controlador del sistema 10 y el controlador de bomba de calor 8. Por consiguiente, la comunicación bidireccional entre el controlador del sistema 10 y el controlador de bomba de calor 8 de la bomba de calor 7 tiene lugar a través de la interfaz de control 12 de acuerdo con el protocolo de comunicación creado para la bomba de calor 7 por el archivo de configuración WPK de la bomba de calor asociado, y que se ha cargado en la memoria de datos 11 del controlador del sistema 10. En una posible realización, el protocolo de comunicación especificado tiene un protocolo de comunicación MODBUS, en particular un protocolo de comunicación MODBUS TCP o un protocolo de comunicación MODBUS RTU. El control de la bomba de calor asociada 7 por parte del controlador de bomba de calor 8 durante la comunicación en el paso S_B puede, en una posible realización, tener lugar de manera que se optimice el autoconsumo o se aumente la eficiencia con respecto al autoconsumo o al consumo de energía. En una posible realización, puede llevarse a cabo una configuración personalizada de la bomba de calor a través de una interfaz de usuario dentro de un marco o formato especificado por el archivo de configuración WPK de la bomba de calor. Por ejemplo, se pueden editar y parametrizar valores.

El sistema de gestión de la energía o controlador del sistema 10 de un sistema energético 1 según la invención puede utilizarse para controlar la bomba de calor 7 para diferentes tipos de bombas de calor, que se controlan de forma diferente. De este modo, se pueden integrar fácilmente bombas de calor 7 de diferentes tipos en el sistema energético 1 según la invención. También es posible sustituir simplemente una bomba de calor 7 existente por otra bomba de calor de un tipo de control diferente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema energético (1) con al menos una unidad de consumo eléctrico (4) y al menos una bomba de calor (7) que tiene un controlador de bomba de calor (8), donde la bomba de calor (7) admite uno o más tipos de control de un grupo predeterminado de tipos de control, donde el grupo de tipos de control comprende los siguientes tipos de control:
- 10 un primer tipo de control (I) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante un ajuste de potencia, un segundo tipo de control (II) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante un ajuste de temperatura, un tercer tipo de control (III) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante una especificación SG-ready, y
- 15 un cuarto tipo de control (IV) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse simulando un contador de electricidad de la bomba de calor;
- un inversor (3) para convertir una tensión eléctrica continua en una tensión alterna, que pueda utilizarse para alimentar la al menos una unidad de consumo eléctrico (4) y pueda convertirse en calor mediante la al menos una bomba de calor (7),
- 20 un controlador del sistema (10) con una memoria de datos (11), en la que se carga un archivo de configuración de bomba de calor (WPK) para distintos tipos de bombas de calor (7), en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) especifica al menos un tipo de control admitido por la bomba de calor (7) y contiene parámetros de funcionamiento configurables para parametrizar el tipo de control y/o la al menos una bomba de calor (7); en donde la al menos una bomba de calor (7) es controlable por el controlador del sistema (10) a través de una interfaz de control (12) de acuerdo con el archivo de configuración de bomba de calor (WPK), y
- 25 en donde el controlador del sistema (10) se comunica con el controlador de bomba de calor (8) de acuerdo con al menos un tipo de control de la bomba de calor (7) especificado en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK).
- 30 2. El sistema energético según la reivindicación 1, en donde en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) se proporciona al menos un protocolo de comunicación para la comunicación entre el controlador del sistema (10) y el controlador de bomba de calor (8), en donde el protocolo de comunicación especificado en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) comprende un protocolo de comunicación MODBUS, en particular un protocolo de comunicación MODBUS-TCP o un protocolo de comunicación MODBUS-RTU.
- 35 3. El sistema energético según la reivindicación 2, en donde el controlador del sistema (10) se comunica con el controlador de bomba de calor (8) bidireccionalmente a través de la interfaz de control (12) o un bus del sistema energético (1) de acuerdo con un protocolo de comunicación especificado en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK).
- 40 4. El sistema energético según la reivindicación 2 ó 3, en donde el controlador del sistema (10) se configura automáticamente en función del tipo de control especificado en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) como dispositivo maestro o como dispositivo esclavo.
- 45 5. El sistema energético según las reivindicaciones 3 ó 4, en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) contiene una red o dirección IP del controlador de bomba de calor (8) para la comunicación con el controlador del sistema (10) del sistema energético (1) según una información de puntos de datos especificada en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) de la bomba de calor (7), en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) de la bomba de calor (7) comprende un archivo JSON, XML, CSV o TXT.
- 50 6. El sistema energético según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el controlador del sistema (10) está integrado en el inversor (3) del sistema energético (1), o en donde el controlador del sistema (10) está diseñado para formar un sistema de gestión de la energía mediante el control del inversor (3).
- 55 7. El sistema energético según la reivindicación 6, en donde la interfaz de control (12) está formada por una interfaz MODBUS del inversor (3) y de la bomba de calor (7).
8. El sistema energético según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema energético (1) está conectado a una red de suministro eléctrico (6) a través de una unidad de medición de corriente (5) que suministra datos de medición al controlador del sistema (10) o a un sistema de gestión de la energía del sistema energético (1).
- 60 9. El sistema energético según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) se puede seleccionar y ampliar a través de un interfaz de usuario (13) del controlador del sistema (10) o de un sistema de gestión de la energía del sistema energético (1).
- 65

10. El sistema energético según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) se carga por un servidor web de una plataforma en la nube a través de una red de datos en la memoria de datos (11) local del controlador del sistema (10) del sistema energético (1), o en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) se carga por una unidad de lectura del controlador del sistema (10) desde un soporte de datos a la memoria de datos (11) local del controlador del sistema (10) del sistema energético (1).

11. Método para controlar una bomba de calor (7) con los pasos:

Carga (S_A) de un archivo de configuración de bomba de calor (WPK) para diferentes tipos de bombas de calor (7) en una memoria de datos (11) de un controlador del sistema (10) de un sistema energético (1), en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) especifica al menos un tipo de control admitido por la bomba de calor (7) e incluye parámetros de funcionamiento configurables para parametrizar el tipo de control y/o la bomba de calor (7); y

Comunicación (S_B) del controlador del sistema (10) del sistema energético (1) con un controlador de bomba de calor (8) provisto para la bomba de calor (7) de acuerdo con el tipo de control especificado en el archivo de configuración de bomba de calor (WPK), a través de la cual la bomba de calor (7) se ajusta a un sistema de gestión de la energía del sistema energético (1), en donde la bomba de calor (7) admite uno o más tipos de control de un grupo predeterminado de tipos de control, y en el que los tipos de control comprenden

un primer tipo de control (I) en el que la bomba de calor (7) se controla mediante un ajuste de potencia,

un segundo tipo de control (II) en el que la bomba de calor (7) se controla mediante un ajuste de temperatura,

un tercer tipo de control (III) en el que la bomba de calor (7) se controla mediante una especificación SG-ready, y

un cuarto tipo de control (IV) en el que la bomba de calor (7) se controla mediante simulación o emulación de un contador de electricidad de la bomba de calor.

12. El método según la reivindicación 11, donde en el archivo cargado de configuración de la bomba de calor (WPK) se especifica además al menos un protocolo de comunicación para la comunicación entre el controlador del sistema (10) y el controlador de bomba de calor (8), y la comunicación entre el controlador del sistema (10) y el controlador de bomba de calor (8) tiene lugar de acuerdo con el protocolo de comunicación especificado, en donde el protocolo de comunicación comprende un protocolo de comunicación MODBUS, en particular un protocolo de comunicación MODBUS-TCP o un protocolo de comunicación MODBUS-RTU.

13. Controlador de sistema (10) para un sistema energético (1) con al menos una bomba de calor (7), en donde la bomba de calor (7) admite uno o más tipos de control de un grupo predeterminado de tipos de control, donde el grupo de tipos de control comprende los siguientes tipos de control:

un primer tipo de control (I) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante un ajuste de potencia,

un segundo tipo de control (II) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante un ajuste de temperatura,

un tercer tipo de control (III) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante una especificación SG-ready, y

un cuarto tipo de control (IV) en el que la bomba de calor (7) puede controlarse mediante simulación o emulación de un contador de electricidad de la bomba de calor, en donde el controlador del sistema (10) incluye:

una memoria de datos (11) en la que se carga un archivo de configuración de bomba de calor (WPK) para una bomba de calor (7), en donde el archivo de configuración de bomba de calor (WPK) puede configurarse para diferentes tipos de bombas de calor (7), donde al menos un tipo de control es admitido por la bomba de calor (7) e incluye parámetros de funcionamiento configurables para parametrizar el tipo de control y/o la bomba de calor (7);

y

una interfaz de control (12) a través de la cual el controlador del sistema (10) se comunica con un controlador de bomba de calor (8) provisto para la bomba de calor (7) de acuerdo con el tipo de control especificado en el archivo cargado de configuración de la bomba de calor (WPK) para integrar la bomba de calor (7) en el sistema de gestión de energía.

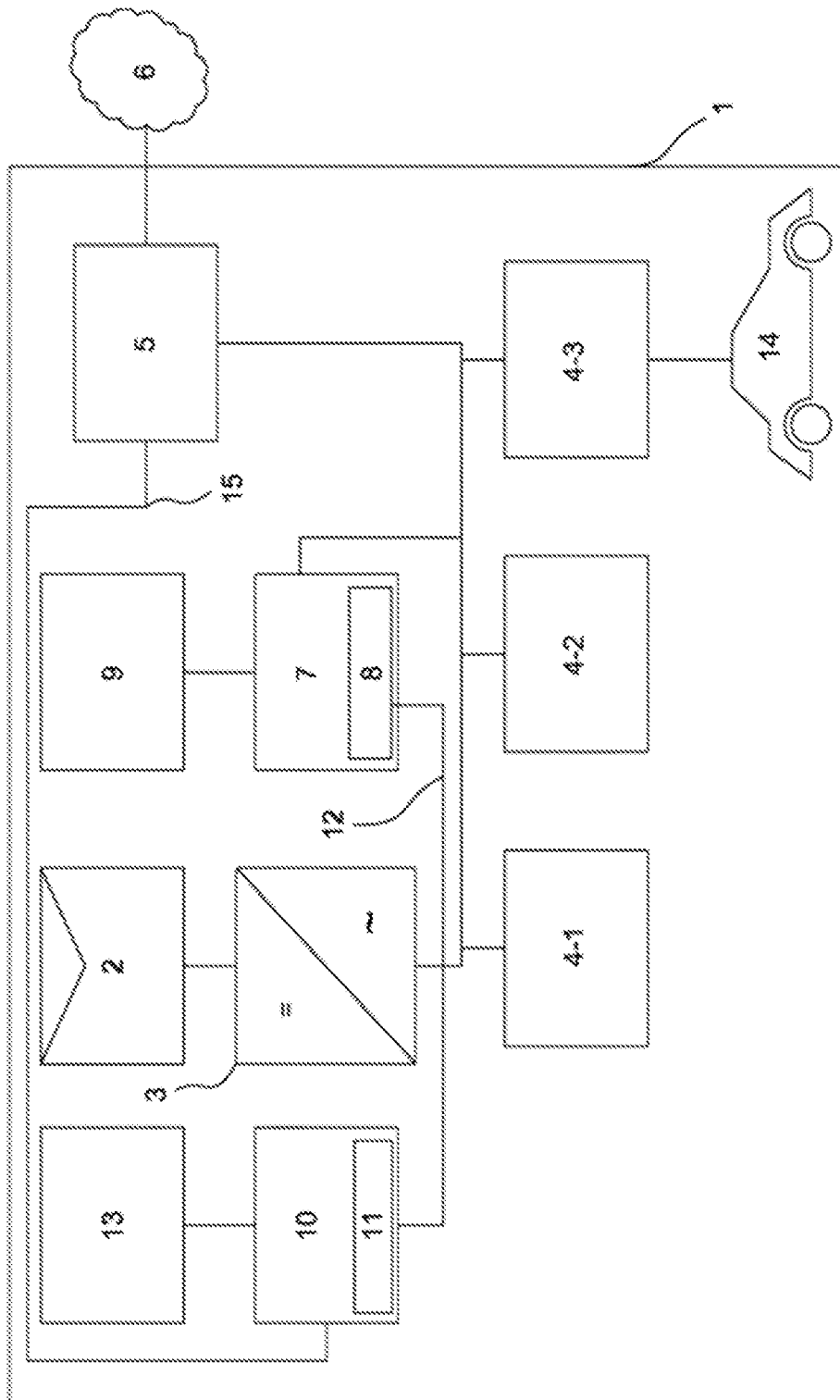


FIG. 1

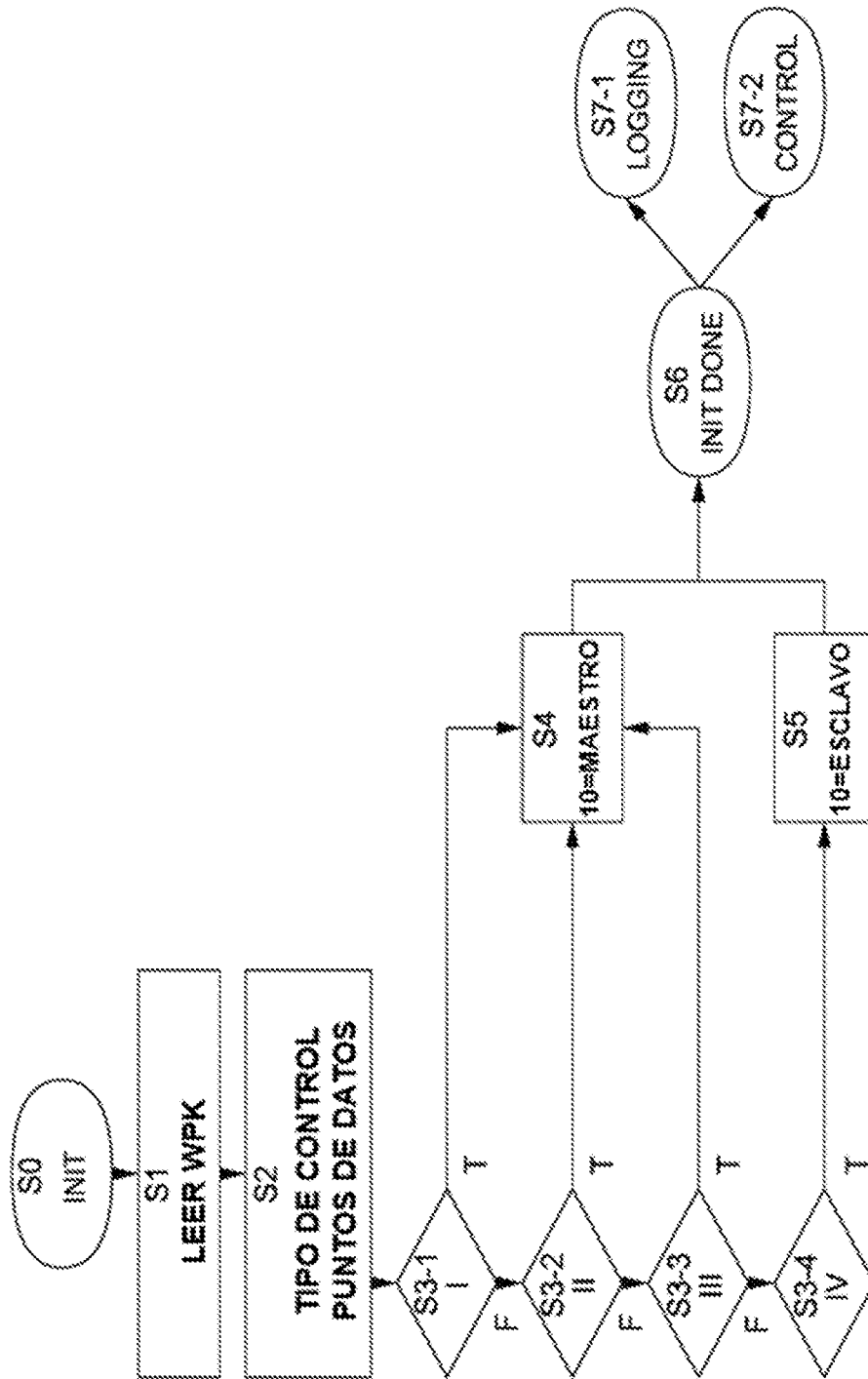


FIG. 2

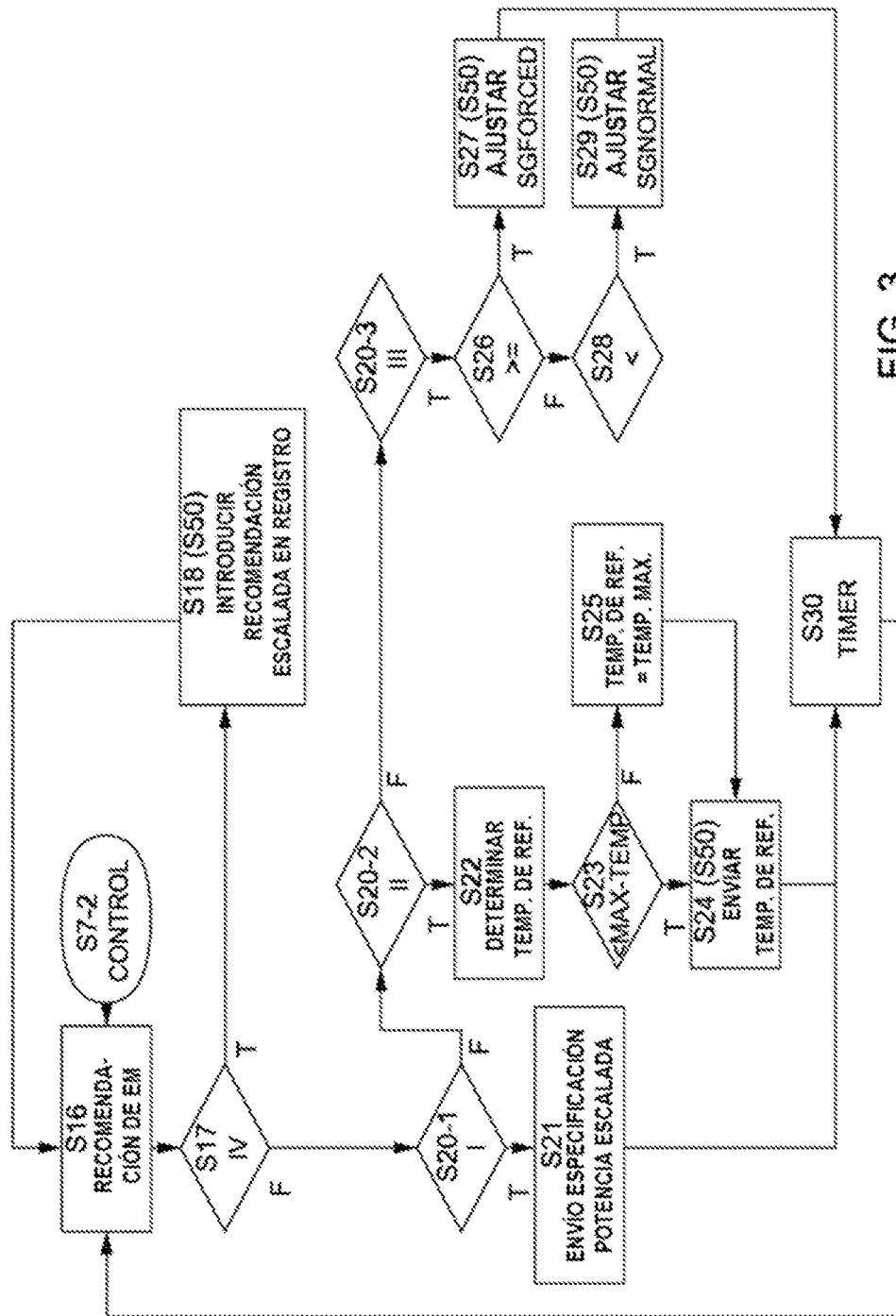


FIG. 3

	Parámetro	Valor	Unidad
Parámetro de control	ControlSetPower (I)	available	
	ControlSetTemperature (II)	n.a.	
	ControlSetSGStatus (III)	available	
	ControlReadSurplusPower (IV)	n.a.	
	SetPowerMax (I)	4000	W
	SetPowerMin (I)	1000	W
	SetTemperatureMax (I, II, III)	70	C
	SGMIN (III)	n.a.	
	SGNORMAL (III)	available	
	SGFORCED (III)	available	
	SGMAX (III)	n.a.	
	SGNORMAL (III)		
	- SGPin1	1	
	- SGPin2	0	
	SGFORCED (III)		
	- SGPin1	0	
	- SGPin2	1	
Parámetro Modbus	ModbusTCP	available	
	- TCPPort	502	
	- TCPOffset	0	
	- TCPSlaveAddress	1	
	- TCPByteEndian	big	
	- TCPWordEndian	big	
	ModbusRTU	available	
	- RTUOffset	0	
	- RTUSlaveAddress	1	
	- RTUBaudRate	9600	
	- RTUParity	none	
	- RTUStopBit	1	
	- RTUByteEndian	big	
	- RTUWordEndian	big	

FIG. 4A

Información de puntos de datos						
Registro	Valor	Unidad	Factor escala	Direcc. Registro	Tipo de datos	Tipo de registro
HeatPumpState	available		1	703	int16	Holding Register (RW)
SetPowerReg	available	W	1	1000	int16	Discrete Inputs (R)
TempWWS0	available	C	0.1	401	int16	Coil (RW)
SetTempWS	n.a.					
SGActivate	n.a.					
SGPin1	available		1	705	int16	Discrete Inputs (R)
SGPin2	available		1	706	int16	Input Register (R)
SGStatus	n.a.					
TempAmbientAir	available	C	0.1	1502	int16	Holding Register (RW)
CumEnergyHeat	available	kWh	1	701	int16	Holding Register (RW)
CumEnergyEI	available	kWh	1	702	int16	Holding Register (RW)
EnergyMeterEI	n.a.					

FIG. 4B

	Parámetro	Valor	Unidad
Estrategia de control	ControlType	ControlSetPower (I)	
Otros parámetros de control	ThresholdPurchase	500	W
	WriteInterval	120	s
	AverageInterval	120	s
	SGThresholdForced	1000	W
Otros parámetros Modbus	HeatpumpIP	192.168.0.1	
	ModbusType	ModbusTCP	
parámetros Modbus (valores por defecto de archivo de configuración)	TCPPort	502	
	TCPOffset	0	
	TCPSlaveAddress	1	
	TCPByteEndian	big	
	TCPWordEndian	big	

FIG. 5

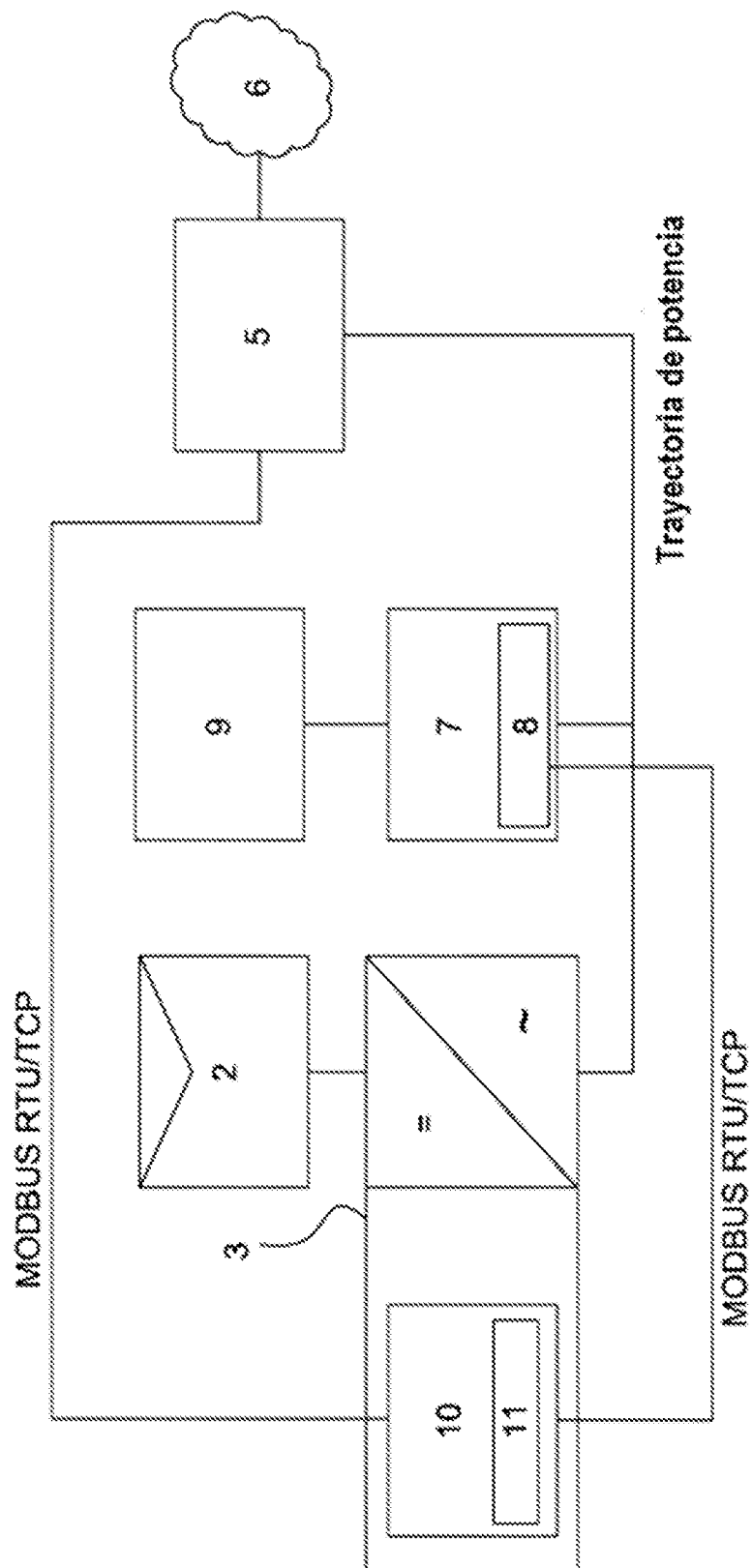


FIG. 6

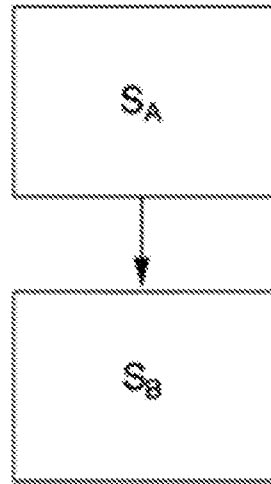


FIG. 7