

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 252**

51 Int. Cl.:

H02J 3/14 (2006.01)

F24D 13/00 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2011 PCT/EP2011/059679**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11154521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2011 E 11731288 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2580832**

54 Título: **Controlador de dispositivo de acumulación térmica**

30 Prioridad:

04.02.2011 GB 201101971

10.06.2010 GB 201009698

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

18.08.2017

73 Titular/es:

**BASIC HOLDINGS (100.0%)
c/o Glen Dimplex Group Old Airport Road
Cloghran
Dublin, IE**

72 Inventor/es:

MCDONALD, ALAN

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 630 252 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

Controlador de dispositivo de acumulación térmica.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a redes de distribución eléctrica y a la gestión de carga dentro de las mismas. La invención se refiere más particularmente a dispositivos de acumulación térmica proporcionados dentro de una red eléctrica y en particular a controladores para los mismos. Dentro del contexto de las presentes enseñanzas, el término dispositivo de acumulación térmica incluye unos acumuladores de calor eléctrico que proporcionan calentamiento de espacios y acumuladores de agua que se calientan utilizando un elemento eléctrico. La invención se refiere asimismo al control del funcionamiento de tales dispositivos de acumulación térmica en respuesta a variaciones en la carga esperada dentro de una red de distribución eléctrica.

15 Antecedentes

Con el desarrollo de las tecnologías ecológicas y la utilización de recursos renovables tales como la energía eólica y de las olas para la provisión de electricidad de la red principal cada vez más compañías eléctricas están considerando la utilización de tales recursos en la composición de su suministro.

Aunque estos recursos renovables presentan muchas ventajas, incluyendo su sostenibilidad, son afectados por su falta de contribución constante a la composición global del suministro de la red. Por ejemplo, los aerogeneradores sólo pueden proporcionar energía cuando está soplando viento y los convertidores de energía de las olas requieren un patrón de olas para proporcionar energía. Ambos presentan consideraciones meteorológicas y climáticas que no coinciden necesariamente con los requisitos de carga de la red.

Como resultado de la fluctuación en el suministro a partir de estos recursos de energía renovable, los operadores de red también proporcionan normalmente fuentes de energía tradicionales cuando definen la composición global del origen de la energía. Sin embargo estas fuentes de energía "basadas en carbono" normalmente no pueden activarse inmediatamente y requieren tiempo para ponerse en marcha para garantizar que la red de distribución no experimenta caídas de tensión o, de manera más crítica, una falta de energía completa. Para garantizar la existencia de energía suficiente para la carga en un momento cualquiera, las fuentes de alimentación predecibles normalmente siempre se hacen funcionar con la energía transitoria que está disponible durante el día a partir de los recursos renovables que se utilizan según estén disponibles y según se requiera. Sin embargo, cuando la energía disponible a partir de tales recursos supera la carga en la red, el operador de la compañía de red normalmente desecha esa energía desactivando la turbina eólica o similar con preferencia a la detención de la fuente de alimentación predecible. Este dilema de gestión de carga da como resultado que no se utilice toda la energía disponible a partir del recurso renovable.

Se han considerado diferentes soluciones para tales problemas incluyendo las consideradas generalmente como dispositivos de acumulación de energía de red de distribución en los que se acumula energía eléctrica en horas en las que la producción (a partir de centrales eléctricas) supera el consumo y las reservas se utilizan en horas en las que el consumo supera la producción. Las soluciones consideradas contemplan alimentar baterías para vehículos eléctricos, comprimir aire y la utilización de volantes de inercia. Todos los anteriores, aunque son útiles para abordar las variaciones en la carga mejorando de ese modo la eficiencia y disminuyendo las pérdidas de energía, requieren una conversión a una red de distribución de electricidad principal de acumulación de energía, lo que representa una solución muy costosa.

Por tanto, existe un problema en la gestión de tales cargas de red para garantizar que pueda optimizarse la utilización de recursos renovables dentro de una red de distribución interconectada.

El documento US5956462 da a conocer un sistema de distribución de energía eléctrica que utiliza señales de radio procedentes del distribuidor de energía a un aparato tal como un calentador de agua, para informar a través de un receptor, un microprocesador de la clasificación de prioridad de energía del distribuidor de energía. El calentador de agua presenta una disposición de sensores de temperatura que determina la temperatura promedio del tanque y permite que el microprocesador genere una clasificación de necesidades de energía para el calentador de agua. El microprocesador se programa con un algoritmo de decisión que utiliza las clasificaciones de necesidades y prioridad para o bien encender o bien apagar el aparato.

60 Sumario

Se abordan estos y otros problemas mediante un controlador de dispositivo de acumulación térmica según las enseñanzas de la presente invención.

La presente invención proporciona un controlador de acumulación térmica según las reivindicaciones siguientes. Un controlador de este tipo permite la activación selectiva de dispositivos de acumulación térmica que se distribuyen

dentro de una red eléctrica de modo que se correlacione su funcionamiento con la energía disponible a partir de recursos renovables.

5 Por lo tanto, la invención proporciona un controlador de dispositivo de acumulación térmica según la reivindicación 1. Se proporcionan unas formas de realización ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

Estas y otras características de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto haciendo referencia a los siguientes dibujos.

10 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describe a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 La figura 1 representa en forma esquemática una parte de una red de la red de distribución eléctrica según las presentes enseñanzas.

La figura 2 representa un controlador según las presentes enseñanzas.

20 La figura 3 representa en forma gráfica el efecto de elevar el punto dentro de un calentador de agua sobre la captación de energía disponible.

La figura 4 representa en forma gráfica una forma ejemplificativa de un cálculo de tiempo de retardo según las presentes enseñanzas.

25 La figura 5 representa un diagrama de bloques de un controlador alternativo según la presente memoria descriptiva.

La figura 6 representa una disposición de redes según las presentes enseñanzas.

30 Descripción detallada de los dibujos

35 Se describirán a continuación en la presente memoria unas disposiciones ejemplificativas proporcionadas según las presentes enseñanzas para ayudar a la comprensión de los beneficios de la presente invención. Se entenderá que tales disposiciones son ejemplificativas del tipo de controladores que podrían proporcionarse y no pretende limitar la presente invención a ninguna disposición específica ya que podrían introducirse modificaciones a lo descrito en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención.

40 Al abordar los problemas asociados con la gestión de carga dentro de una red de distribución eléctrica interconectada, los presentes inventores se han dado cuenta de que dentro de los dispositivos de acumulación térmica de red tales como acumuladores de calor eléctrico y acumuladores de agua podrían alimentarse selectivamente para que coincidan con la energía disponible dentro de la red de distribución.

45 Los acumuladores de calor se conocen bien y comprenden generalmente un núcleo que consiste en un medio de acumulación de calor ("elementos refractarios") en una carcasa aislada. Los elementos de calentamiento se disponen en medio de los elementos refractarios para calentar los elementos refractarios. Generalmente, los acumuladores de calor se controlan localmente de modo que los elementos de calentamiento se enciendan durante unas horas en las que el suministro de electricidad es más barato (horas "valle"), que es habitualmente durante la noche. Esto se ha programado convencionalmente en la instalación de los calentadores, coincidiendo el momento de activación de los elementos de calentamiento con unas horas anunciadas proporcionadas por el operador de red.

50 A partir de algunos proveedores de electricidad, pueden definirse uno o más periodos valle durante el día, de modo que, por ejemplo el día incluye dos o más periodos punta relativamente más cortos con periodos valle entre ellos. Durante el periodo valle, se calientan los elementos refractarios por los elementos de calentamiento, normalmente hasta una temperatura de aproximadamente 650°C de modo que se acumula calor en los elementos refractarios. El aislamiento garantiza que la tasa de pérdida de calor desde los elementos refractarios se reduzca hasta un nivel deseado. Durante el día, cuando la electricidad es más cara, los elementos de calentamiento se apagan y el calor de los elementos refractarios de acumulación de calor se irradia a la sala para calentar la sala. La cantidad de aislamiento afecta a la tasa de pérdida de calor desde el núcleo a la sala. Este método de calentamiento es ventajoso porque es relativamente sencillo y económico de instalar, limpio durante la utilización y relativamente económico de hacer funcionar. Sin embargo, existen varias desventajas.

60 Por ejemplo, dado que se acumula calor en los elementos refractarios durante el periodo valle (durante la noche), el núcleo alcanza su mayor temperatura por la mañana temprano, normalmente a las 7:00 a.m. aproximadamente. Por consiguiente, la potencia calorífica procedente del acumulador de calor es la mayor a esta hora. Esto no es lo ideal puesto que la mayor parte de las personas son más activas por la mañana temprano (preparándose para ir al trabajo o al colegio, etc.) y así se requiere menos calor. Después de alcanzar su temperatura máxima por la mañana, se

pierde calor del núcleo durante el día. La potencia calorífica disminuye de manera aproximadamente exponencial de modo que por la tarde, antes de que el núcleo se recargue con calor, la potencia calorífica puede ser bastante baja.

De modo análogo, se sabe cómo calentar agua dentro de un acumulador de agua caliente doméstico utilizando un elemento de calentamiento de inmersión. De manera deseable, tal calentamiento de agua es hasta un punto de consigna, normalmente de aproximadamente 60°C para abordar posibles problemas referentes a la contaminación por bacterias *Legionella*. Normalmente, los acumuladores de agua domésticos presentan una capacidad de aproximadamente 150 litros y al estar bien aislados pueden calentarse en cualquier momento durante el día en la anticipación de que a menos que se extraiga agua del acumulador, tal calor permanecerá en el acumulador hasta que se requiera. Se sabe que utilizar la demanda en horas valle proporciona tal calentamiento a través de la activación de la bobina eléctrica que forma parte del calentador de inmersión durante los periodos valle.

En el contexto de la presente invención se ha reparado en que en vez de alimentar los dispositivos en periodos predeterminados ajustados durante el día, alimentándolos selectivamente durante periodos de alto suministro de energía a partir de recursos renovables tales como aerogeneradores es posible maximizar la captación de la electricidad de fuentes renovables dentro de la red. Los poderes caloríficos típicos asociados con los acumuladores de calor son de 18 kW-hora al día. Considerando que existen aproximadamente 8 millones de acumuladores de calor en el Reino Unido, esto representa una carga disponible para la red de distribución de 100 MW-hora dentro de cada periodo de 24 horas.

Con el fin de proporcionar esta alimentación selectiva de los dispositivos, la presente invención proporciona un controlador que está configurado para interconectarse entre el suministro de electricidad de la red principal y los elementos de calentamiento de los dispositivos de acumulación térmica, definiendo el controlador el suministro de electricidad a los elementos de calentamiento y, como resultado, la carga captada por los dispositivos de acumulación térmica en cualquier periodo del día. De este modo, el controlador actúa como un conmutador o válvula entre la energía eléctrica de la red principal y los elementos de calentamiento. El controlador responde a una señal recibida desde el operador de red en cuanto a la disponibilidad de energía en exceso dentro de la red y está configurado para activar, con la recepción de la señal, los elementos de calentamiento para que absorban parte de esa carga en exceso.

Se apreciará que esta función de captación de carga del dispositivo de acumulación térmica representa una función secundaria del dispositivo. En el contexto ejemplificativo en el que el dispositivo de acumulación térmica es un acumulador de calor o un acumulador de agua, la función principal es proporcionar al usuario del dispositivo, respectivamente, calentamiento de espacios o agua caliente según se desee. Para ello, aunque es útil que la captación de energía disponible de la red pueda basarse en señales recibidas del operador de red, los presentes inventores se han dado cuenta de que es importante que dictaminar cuándo recibir energía y efectuar un calentamiento del dispositivo de acumulación térmica no dé como resultado una situación en la que el dispositivo de acumulación térmica no haya recibido la energía apropiada como para permitirle satisfacer su demanda esperada. Para ello, el controlador se configura de manera deseable para monitorizar la capacidad disponible del dispositivo de acumulación térmica para satisfacer las demandas esperadas a lo largo de un periodo de tiempo futuro para garantizar que la capacidad satisface por lo menos esa demanda. Cuando se determina que la capacidad no satisface la demanda esperada, el controlador puede estar configurado para activar selectivamente la alimentación del/de los elemento(s) de calentamiento, anulando cualquier señal recibida del operador de red para garantizar que se satisface la función principal del dispositivo de acumulación térmica. Esta función de anulación puede configurarse para establecer periodos futuros de alta carga esperada dentro de la red y garantizar que la alimentación de los elementos de calentamiento no coincide con esas altas cargas dentro de la red.

El controlador puede estar configurado además para seleccionar periodos de tiempo predeterminados dentro de cualquier ciclo temporal, por ejemplo una duración de 24 horas, como periodos de baja carga dentro de la red y activar selectivamente los elementos de calentamiento durante tiempos dentro de estos periodos de carga predeterminados independientemente de la recepción de señales procedentes de la red. Por ejemplo, se sabe cómo alimentar convencionalmente estos dispositivos de acumulación térmica durante las horas de las 00:00 a las 07:00 en las que la carga de red es convencionalmente baja. Un controlador dentro del contexto de las presentes enseñanzas también podría estar configurado para seleccionar periodos de tiempo dentro de estos periodos predeterminados para activar selectivamente los elementos de calentamiento de tal manera que dentro de cualquier ciclo temporal, por ejemplo 24 horas, los elementos de calentamiento se activarán durante un periodo mínimo para garantizar que el dispositivo de acumulación térmica nunca se agote hasta niveles completamente bajos.

La figura 1 representa una disposición de red 100 ejemplificativa según las presentes enseñanzas. Un proveedor de compañía de red 110 que simboliza la red de distribución de electricidad principal está configurado para proporcionar energía a uno o más usuarios dentro de la red de distribución según se requiera. En el esquema de la figura 1, se muestra un único usuario 115, pero se apreciará que este usuario es representativo de una pluralidad de usuarios de electricidad dentro de la estructura de la red de distribución. El usuario 115 comprende en esta disposición ejemplificativa dispositivos de acumulación térmica primero 130 y segundo 140. En este esquema ejemplificativo, los dispositivos primero 130 y segundo 140 se proporcionan como un acumulador de calor y un acumulador de agua, respectivamente, pero se apreciará que determinados usuarios poseerán múltiples de cada uno de estos

dispositivos y determinados usuarios no poseerán ninguno de ningún tipo particular. Se proporciona un controlador 120 en la trayectoria de energía entre los dispositivos 130, 140 para controlar la provisión de energía a los elementos de calentamiento dentro de cada uno de los dos dispositivos. Aunque esta forma de realización muestra un único controlador que controla cada uno de los dos dispositivos, se apreciará que cada dispositivo puede presentar su propio controlador dedicado.

La figura 2 representa con mayor detalle los componentes del controlador 120. El controlador presenta una interfaz de entrada 200 para recibir una señal procedente del operador de red referente a la disponibilidad de energía para la captación por los dispositivos de acumulación térmica. Esta señal puede proporcionarse en uno de varios tipos de señales diferentes. Por ejemplo la señal podría proporcionarse en un protocolo de comunicación por cable o inalámbrica. Los ejemplos de señales por cable incluyen utilizar las líneas de energía de red principal para transmitir una señal o incorporar un hilo piloto dedicado. Los ejemplos de señales inalámbricas incluyen las utilizadas para redes de telecomunicaciones móviles, señales de radiofrecuencia, WiMax (RTM) o similares. Se apreciará que podrían utilizarse uno o más de estos tipos de señales y no pretenden limitarse las presentes enseñanzas a un ejemplo específico cualquiera de tipo de transmisión de señales.

Podrían proporcionarse señales en una cualquiera de varias maneras diferentes. Por ejemplo, podría utilizarse una señal digital que comprende una pluralidad de bits para transmitir órdenes procedentes del operador de red al controlador. El controlador puede estar configurado para reconocer que una señal específica es apropiada para ese controlador o ese tipo de controlador. Una disposición de este tipo podría emplearse de la manera más útil cuando una pluralidad de controladores reciben simultáneamente señales procedentes del operador de red pero el operador desea activar selectivamente algunos controladores individuales de los controladores. Configurando inicialmente los controladores para reconocer y actuar sobre señales específicas, entonces podrían transmitirse una pluralidad de señales de manera concurrente, pero cada uno de los controladores actuaría según lo apropiado para la señal destinada para ese controlador. De este modo, la pluralidad de controladores podrían agruparse en grupos o subconjuntos similares, y cada subconjunto reaccionaría de manera diferente a la señal transmitida desde la red. De este modo, la carga tomada de la red podría controlarse selectivamente mediante activación temporizada de los subconjuntos específicos de dispositivos de acumulación térmica.

Con la recepción de una señal que confirma que se desea que el dispositivo de acumulación térmica se active tomando de ese modo energía disponible de la red, el controlador está configurado para, según sea apropiado y tal como se expone adicionalmente a continuación, activar uno o más de los dispositivos de acumulación que están acoplados a ese controlador. De manera deseable, esta activación es a través de un mecanismo de conmutación 210 que acopla selectivamente los elementos de calentamiento de los dispositivos de acumulación térmica acoplados a la energía disponible para energizar los mismos.

En una primera configuración, la energización de los elementos de calentamiento se efectúa inmediatamente con la recepción de una señal de orden procedente del operador de red. Sin embargo, una segunda configuración permite la energización selectiva dependiendo del estado actual del dispositivo de acumulación térmica. Tal como se expone anteriormente, cada dispositivo de acumulación térmica presenta normalmente un punto de consigna que define la capacidad de ese dispositivo. Calentar por encima de este punto de consigna puede provocar un daño al dispositivo a través de sobrecalentamiento. Por ejemplo, en un acumulador de calor térmico, normalmente requiere que se active el elemento de calentamiento durante un periodo de 7 horas en cualquier periodo de 24 horas para proporcionar el calentamiento necesario en las demás horas. Si el dispositivo de acumulación se calienta de manera constante, las temperaturas de los elementos refractarios de acumulación pueden superar su valor nominal.

En un acumulador de agua, una vez que la temperatura del agua ha alcanzado los 60 grados (o algún otro valor preajustado) el calentador normalmente no se activará para garantizar que el agua no se calienta excesivamente. En un entorno de calentamiento de agua en el que el agua va a utilizarse en un abastecimiento de agua doméstico, también es importante garantizar que el usuario no puede sufrir quemaduras a través de una provisión de agua que está demasiado caliente.

Siendo conscientes de estos dos posibles peligros, el controlador está configurado de manera deseable para monitorizar, con la recepción de una señal procedente del operador de red, si se requiere cualquier calentamiento adicional para satisfacer el punto de consigna preajustado. Si no se requiere calentamiento, por ejemplo cuando ya se han proporcionado 7 horas de calentamiento continuo o el dispositivo está a su máxima temperatura, el controlador puede elegir no activar los elementos de calentamiento independientemente de la orden recibida. Esta capacidad del controlador para anular instrucciones recibidas de manera remota garantiza el funcionamiento seguro del dispositivo. El controlador incluye un procesador 220 que está configurado para monitorizar la alimentación de los dispositivos de acumulación térmica a lo largo de un periodo predeterminado. Esta monitorización puede ser uno o ambos de registrar el funcionamiento temporizado de los elementos de calentamiento durante un periodo de tiempo histórico o establecer los parámetros operativos actuales de los dispositivos de acumulación térmica para establecer si se requiere calentamiento adicional para satisfacer las condiciones del punto de consigna o no. Esta última disposición puede requerir interrogar a los dispositivos reales por parte del controlador a través de señales bidireccionales en el momento de la decisión en cuanto a si enviar energía a los elementos de calentamiento o no. En otra disposición, un sensor ubicado conjuntamente con los dispositivos de acumulación térmica individuales

puede transmitir de manera periódica el estado del dispositivo al controlador. Este estado, por ejemplo una temperatura, puede almacenarse localmente en el controlador en una o más memorias intermedias 225. Las memorias intermedias también pueden proporcionar un almacenamiento de datos para tablas de consulta o similares cuando se define una relación entre la carga en porcentaje del dispositivo y la temperatura. De este modo, el controlador puede procesar la temperatura real con relación a la capacidad o el punto de consigna del dispositivo y definir el nivel de carga necesario para disponer del dispositivo a plena capacidad.

5

Tabla 1: Relación ejemplificativa entre el % de carga y la temperatura del núcleo de un acumulador de calor.

% de carga	Temperatura del núcleo (°C)
0	100
10	250
20	300
30	350
40	400
50	450
60	500
70	550
80	600
90	650
100	700

10

Tabla 2: Disposición ejemplificativa entre el % de carga y la temperatura del agua de un calentador de agua.

% de carga	Temperatura del agua (°C)
0	20
10	25
20	30
30	35
40	40
50	45
60	50
70	55
80	60
90	65
100	70

En una modificación de la disposición descrita anteriormente, el controlador puede estar configurado para cambiar el punto de consigna del dispositivo de acumulación térmica para permitir que el dispositivo reciba calentamiento adicional por encima de lo que se requiere para la utilización normal del dispositivo. Un ejemplo de una disposición de este tipo es cuando una caldera de agua presenta un primer punto de consigna de 60 grados centígrados y el agua dentro del acumulador está a 60 grados. El controlador puede estar configurado para proporcionar de manera temporal un segundo punto de consigna por encima del primer punto de consigna, por ejemplo 80 grados, y permitir un calentamiento del agua dentro del acumulador hasta esa temperatura para aumentar la carga dentro de la red para compensar la energía disponible a partir de los recursos renovables. Se apreciará que tales disposiciones pueden realizarse tras la recepción de señales específicas de la red. La figura 3 representa un ejemplo de una disposición de este tipo mediante la cual elevando la temperatura del punto de consigna del agua en 20°C, pueden acumularse 3,5 kWh adicionales de energía adicional al día en un acumulador de 150 litros típico.

15

20

25

Otro ejemplo es en el contexto de un acumulador de calor en el que el punto de consigna es un calentamiento durante 7 horas dentro de un periodo recomendado de 24 horas pero la utilización del dispositivo, por ejemplo durante el invierno, permite la activación de los elementos de calentamiento durante periodos de tiempo adicionales a medida que el calor acumulado se distribuye de manera activa durante el día. El controlador en esta configuración se optimiza para monitorizar la temperatura real del dispositivo de acumulación y permitir horas de calentamiento adicionales hasta una temperatura de punto de consigna en oposición a que se alcance la hora.

30

De manera deseable, el controlador también está configurado para garantizar que la función principal de los dispositivos de acumulación térmica se satisface siempre. Cabe recordar que estas funciones principales son la provisión de calentamiento de espacios y agua caliente doméstica según sea apropiado. Utilizando el ejemplo de calentamiento de espacios, con el fin de proporcionar calor durante el día, es importante que el dispositivo de acumulación se haya calentado previamente. En el caso en el que el calentamiento de los elementos se base únicamente en la provisión de una señal procedente del operador de red, es posible en horas de poco viento o similares que la capacidad de la red no sea tal como para requerir la activación de los dispositivos de acumulación térmica. En tal caso, el periodo de tiempo entre la activación de los dispositivos de acumulación térmica podría superar el requerido para que el dispositivo de acumulación mantenga suficiente calor para la distribución como

35

40

calentador de espacios. Para garantizar que esto no suceda, el controlador puede estar configurado para monitorizar la capacidad actual del dispositivo de acumulación térmica para proporcionar energía y el requisito esperado para el calor a lo largo de un periodo de tiempo futuro. Cuando el requisito esperado supera la capacidad, el controlador puede estar configurado para activar los elementos de calentamiento independientemente del hecho de que no se haya recibido ninguna señal desde la red que requiere activación.

Se apreciará que tal carga esperada puede solaparse con periodos de alta carga tradicional dentro de la red. Por ejemplo, los periodos de las 17:00-19:00 son normalmente horas de alta carga dentro de una red eléctrica cuando se activan simultáneamente múltiples dispositivos de cocción. Estas también son unas horas en las que se requiere calentamiento. Para garantizar que el dispositivo de acumulación térmica se carga apropiadamente para proporcionar el calentamiento necesario, el controlador puede estar configurado para monitorizar la capacidad y la carga futuras y realizar un calentamiento de los elementos de calentamiento basándose en este pronóstico. Este pronóstico puede garantizar que el calentamiento del dispositivo de acumulación térmica para satisfacer la función principal no se solape con periodos ya de alta carga dentro de la red, ayudando así a la gestión de carga de la red.

Se apreciará que con la recepción de una señal para activar los elementos de calentamiento en una pluralidad de dispositivos de acumulación térmica que la activación simultánea de esta pluralidad de dispositivos puede provocar un pico de tensión temporal en la frecuencia de la red. Para mejorar esto, cada uno de los controladores puede estar configurado para activar sus elementos de calentamiento respectivos tras el transcurso de un periodo de retardo para garantizar que no se proporciona una activación concurrente. Esto puede computarse basándose en una variable aleatoria, un tiempo fijo o similar. Tal cambio del momento de inicio de una pluralidad de dispositivos puede ayudar en la gestión de carga a nivel de red.

Hasta este momento, la activación de los elementos de calentamiento se ha descrito haciendo referencia a la recepción de una señal de inicio recibida desde la red en el controlador. Con la recepción de una señal de este tipo, el controlador está configurado para permitir el calentamiento hasta uno o más de la recepción de una señal de detención posterior desde la red, el que se alcance un punto de consigna que representa la capacidad del dispositivo, o por ejemplo en el contexto de un calentador de espacios cuando la temperatura ambiente haya alcanzado un nivel deseado. En una modificación de lo descrito hasta este momento, la señal de activación puede incluir un momento de inicio y uno de detención para el controlador o un momento de inicio con una petición de que se continúe con el calentamiento del dispositivo hasta que se alcance un nivel de acumulación recomendado.

La figura 4 muestra una disposición de este tipo ejemplificativa mediante la cual el controlador recibe una señal a las 16:00 que representa una petición para que el controlador proporcione al dispositivo de acumulación térmica a una carga del 65% a lo largo de un funcionamiento durante 4 horas (tiempo de carga). El controlador interroga al dispositivo y determina que su carga actual como porcentaje de la carga global en el núcleo del calentador a las 16:00 es del 55%.

El controlador de carga calculará entonces un momento de inicio de retardo basándose en una tabla de consulta (tal como se tabula, por ejemplo, a partir de la tabla 1 anterior). En este caso, la diferencia en el nivel de carga es del 10% (65%-55%) de modo que esto es igual a un tiempo de retardo de 10 min. El controlador iniciará entonces un temporizador de cuenta atrás ((CT, "countdown timer") en este caso 4 horas). El calentador no se cargará hasta que haya transcurrido el tiempo de retardo (10 min). Al concluir los 10 minutos, el controlador de carga comparará la temperatura ambiente frente al punto de consigna de temperatura ambiente. Como esto es un periodo de días 2, el punto de consigna de temperatura ambiente es el punto de consigna en la interfaz de usuario + 2°C (esto es para permitir un refuerzo en el periodo vespertino). Si la temperatura ambiente es <0,2°C por debajo de la temperatura ajustada, entonces se cargará el calentador. El calentador detendrá la carga si cualquiera de las siguientes condiciones es cierta:

- la temperatura ambiente es igual a la temperatura ajustada.
- la temperatura del núcleo está por encima de la temperatura objetivo
- ha transcurrido el tiempo de carga.

Se apreciará que un controlador según las presentes enseñanzas permite una interfaz flexible entre los requisitos del operador de red para equilibrar la carga disponible con la carga en la red activando selectivamente dispositivos de acumulación térmica dentro de la red y los requisitos del usuario para gestionar su calentamiento (ya sea de espacios o abastecimiento de agua doméstico). Convencionalmente, esta relación se definió mediante definiciones estáticas de cuándo podrían activarse los elementos de calentamiento, normalmente en horas de baja utilización de red tales como entre las 00:00 y las 07:00. Según las presentes enseñanzas, el controlador permite un equilibrio adicional durante periodos del día en los que la red presenta una capacidad adicional debido a la incorporación de fuentes de energía renovable basándose en condiciones meteorológicas favorables. Dado que el dispositivo de acumulación térmica puede comenzar a funcionar rápidamente para compensar la capacidad adicional, por ejemplo en un plazo de aproximadamente 10 segundos, esto representa un recurso rápido de gran capacidad para contrarrestar el aumento de energía disponible dentro de la red. Para garantizar que la activación selectiva de los elementos de calentamiento no da como resultado el deterioro en la función principal de estos dispositivos, el controlador se dota de una función de anulación para garantizar que los dispositivos de acumulación térmica se

5 alimentan adecuadamente en un periodo cualquiera para satisfacer sus requisitos de calentamiento futuros. Esto también podría realizarse en combinación con tiempos de carga fijos. Por ejemplo si la compañía de red proporciona un mínimo de 4 horas entre las 0:00 y las 7:00 y hasta 6 horas adicionales entre las 9:00 y las 24:00 (evitando de las 17:00 a las 19:00) el controlador puede optimizar la utilización de esa energía hasta un punto de consigna de carga durante 7 horas para garantizar confort durante los periodos de calentamiento principales.

Haciendo referencia a la figura 5 y las tablas 3 y 4, se describe una disposición de red 500 ejemplificativa adicional, con un proveedor de red u operador de red 110, un único usuario 515 y un controlador 520 según la presente memoria. Se apreciará que la disposición de red 500 es similar a la disposición de red 100 descrita anteriormente.

10 En el esquema de la figura 5, se muestra un único usuario 515, pero se apreciará que este usuario es representativo de una pluralidad de usuarios de electricidad dentro de la estructura de la red de distribución. El usuario 515 comprende un primer dispositivo de acumulación térmica. En este esquema ejemplificativo, el primer dispositivo de acumulación térmica o aparato 600 es un acumulador de agua. Sin embargo, tal como se describió anteriormente, pueden utilizarse alternativamente diferentes dispositivos de acumulación térmica o pueden utilizarse en combinación, por ejemplo, los acumuladores de calor. Se apreciará además que determinados usuarios pueden presentar múltiples de cada uno de estos dispositivos y determinados usuarios no presentarán ninguno de ningún tipo particular. Un controlador 520 se proporciona en la trayectoria de energía entre la red y el dispositivo de acumulación térmica 600 para controlar la provisión de energía al dispositivo 600 y los elementos de calentamiento 601, 602 y 603 dentro del dispositivo.

20 El controlador 520, similar al controlador 120 descrito anteriormente, es operativo para recibir señales desde un operador de red 110 referentes a la disponibilidad de energía para la captación por el dispositivo de acumulación térmica y para proporcionar señales de control al dispositivo doméstico o aparato 600 para controlar el funcionamiento del mismo según se requiera.

25 El controlador 520 comprende varias entradas/medios de entrada. El controlador 520 está configurado para recibir señales de gestión de la demanda energética procedentes del operador de red mediante la interfaz 530 a la que se proporciona la señal 540. El controlador 520 está configurado además para monitorizar y recibir la temperatura/temperatura del agua y/o capacidad disponible en el dispositivo de acumulación térmica/acumulador de agua mediante la entrada/interfaz 560. El controlador 520 puede comprender adicionalmente unos medios para recibir y monitorizar señales/datos de respuesta de frecuencia de red principal y/o variación de respuesta de frecuencia mediante la entrada/interfaz 550.

35 Por tanto, de manera similar al controlador 120, el controlador 520 puede hacerse funcionar para proporcionar gestión de la demanda energética basándose en señales recibidas desde el proveedor de red y la monitorización de la capacidad disponible. Además, el controlador 520 puede proporcionar regulación de la respuesta de frecuencia mediante el control del/de los dispositivo(s) de acumulación térmica local(es) 600. Pueden proporcionarse regulaciones de la respuesta de frecuencia teniendo en cuenta las señales del proveedor de red. La regulación de la respuesta de frecuencia puede proporcionarse teniendo en cuenta otras entradas, concretamente la capacidad disponible 560 y entrada de respuesta de frecuencia 550.

40 En efecto, el controlador 520 está configurado para recibir datos/señales del proveedor de red y las otras entradas 550, 560, para interpretarlas, priorizarlas y enviar señales de control 580 mediante un conmutador 570 al dispositivo de acumulación térmica 600. El controlador 520 permite el funcionamiento del aparato 600 en diferentes modos y comprende medios para variar la entrada de energía al dispositivo de acumulación térmica 600 desde 0 hasta la carga máxima según se requiera. El controlador 520 está configurado para recibir e interpretar una señal del proveedor de red en un punto de consigna y entrada de energía y emitir una señal de control al dispositivo. Basándose en la señal de control 580 procedente del controlador 520, el dispositivo 600 puede hacerse funcionar a una entrada de energía de desde 0 hasta la carga máxima, según se requiera.

50 El controlador 520 comprende además unos medios para definir por lo menos dos puntos de consigna para el dispositivo de acumulación térmica 600, un punto de consigna por defecto/nominal y un punto de consigna máximo. En un primer ajuste por defecto o ajuste nominal, el acumulador de agua 600 se hace funcionar en un modo de "carga lenta" para mantener una temperatura interna constante. La temperatura interna se ajusta de tal manera que sea lo suficientemente alta como para garantizar que el aparato 600 puede proporcionar calentamiento de confort o agua caliente si se requiere pero, de manera importante, que todavía presente capacidad para aumentar la temperatura (demanda) si se requiere.

60 Este punto de consigna/ajuste por defecto o nominal proporciona ventajosamente flexibilidad en el funcionamiento del dispositivo de acumulación térmica y permite una respuesta en el caso de que el proveedor de red envíe una señal para aumentar el punto de consigna y la entrada de energía por ejemplo, si el proveedor de red indica que está disponible un excedente en la generación renovable. A la inversa, el ajuste por defecto o nominal también permite una respuesta en el caso de que la señal del proveedor de red indique que se requiere una reducción de carga y entrada de energía. Por tanto, el controlador está configurado para proporcionar señales de control al dispositivo de acumulación térmica basándose en los datos recibidos desde el proveedor de red. Las señales de control pueden incluir un aumento de la entrada de energía o una disminución de la entrada de energía. El modo de

funcionamiento por defecto o de carga lenta facilita una respuesta desde el único usuario y el controlador en el caso de una señal para aumentar el punto de consigna y la entrada de energía y en el caso de una señal para disminuir el punto de consigna y la entrada de energía.

- 5 Aunque en la forma de realización ejemplificativa, se proporcionan señales al controlador 520 del proveedor de red mediante la interfaz 530, se apreciará que en una disposición alternativa, el controlador 520 puede estar configurado para recibir señales del proveedor de red mediante Wi Fi o GSM y tal como se describió previamente, para interpretar las señales, priorizarlas y luego enviar señales de control al dispositivo de acumulación térmica 600.
- 10 En la disposición ejemplificativa de la figura 5, el dispositivo de acumulación térmica, en este caso un acumulador de agua 600, comprende múltiples elementos de inmersión y en este caso tres elementos de inmersión 601, 602 y 603. Se proporcionan múltiples elementos de inmersión para soportar y lograr una energía de entrada variable según se requiera y para evitar la conmutación rápida de altas cargas y los problemas de CEM asociados. Los elementos 601, 602 y 603 de la presente forma de realización son 2 x 750 vatios y 1 x 1500 vatios. Haciendo referencia a la tabla 3 a
- 15 continuación, se proporcionan escalones de carga de capacidad en exceso como ejemplo asociados con los elementos 601, 602 y 603.

Tabla 3 - Escalones de carga de capacidad en exceso

Escalones de energía	750 W	750 W	1500 W	Carga total
1	0	0	0	0
2	0,5	0	0	375
3	1	0	0	750
4	0,5	1	0	1125
5	0	0	1	1500
6	0,5	0	1	1875
7	1	0	1	2250
8	0,5	1	1	2625
9	1	1	1	3000

20 Se apreciará que para que actúen el sistema 500 y el usuario 515, el dispositivo de acumulación térmica 600 debe estar altamente aislado. Esto permite la acumulación a alta temperatura sin desperdiciar energía ni influir en la temperatura ambiental circundante. Se apreciará que aunque en la forma de realización descrita los elementos de inmersión se proporcionan como unidades independientes, en una disposición alternativa pueden combinarse en una unidad.

Tal como se menciona anteriormente, el controlador 520 puede comprender además medios para recibir datos y/o monitorizar la frecuencia y/o variación de frecuencia de la electricidad entrante de la red de distribución mediante la entrada 550. El controlador 520 puede estar configurado además para proporcionar una señal de salida para regular la energía del dispositivo de acumulación térmica en respuesta a la variación de frecuencia detectada. Una disposición de este tipo está configurada para soportar la regulación de frecuencia en la red. En la disposición ejemplificativa, el conmutador 570 se proporciona como un dispositivo de tipo TRIAC que puede hacerse funcionar para conmutar energía en proporción a la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

35 Aunque los generadores tradicionales presentan una respuesta de frecuencia incorporada en los mismos, esto garantiza que la frecuencia de la red de distribución se mantiene en 50 Hz +/- 0,5 Hz, la aerogeneración por ejemplo, no presenta tal respuesta de frecuencia. El controlador 520 está configurado para soportar la regulación de frecuencia dentro de una red energética mediante la regulación de energía del/de los dispositivo(s) de acumulación térmica 600 que están(n) utilizándose para acumular la energía. En un ejemplo, el controlador 520 regula apropiadamente la energía al dispositivo de acumulación térmica 600 mediante el conmutador 570 cuando la frecuencia de la red de distribución eléctrica se desvía de 50 Hz +/- 0,5 Hz. El controlador 520 está programado de tal manera que cuando la frecuencia de la red de distribución eléctrica se desvía de 50 Hz +/- 0,5 Hz, la carga del dispositivo de acumulación térmica 600 cambia gradualmente a lo largo de un periodo de tiempo. Por ejemplo, cuando disminuye la frecuencia de la red de distribución eléctrica, la carga del dispositivo de acumulación térmica 600 se reduce gradualmente en oposición a un cambio rápido que podría provocar inestabilidad en la red de distribución eléctrica.

La respuesta a los datos de frecuencia/variación de los datos de frecuencia proporcionada mediante la entrada 550 al controlador 520 puede ser dinámica porque la señal del proveedor de red puede ser un gradiente de una curva de frecuencia frente a energía. El controlador 530 puede estar configurado para almacenar diferentes gradientes y para responder en consecuencia.

El controlador 520 puede estar configurado en un primer modo de regulación de la respuesta de frecuencia para mantener una capacidad de respuesta de frecuencia en el dispositivo de acumulación térmica 600. En este modo, el dispositivo de acumulación térmica 600 no se apagará por completo cuando no existe demanda de calor pero se

conmutará por el controlador 520 a una carga que coincide con la pérdida de calor estática del dispositivo. Por ejemplo, un acumulador de agua 600 puede presentar una pérdida de calor estática en el intervalo de 75 a 90 vatios dependiendo de la temperatura del agua acumulada, por tanto se mantendrá la posición de “apagado” a 75 vatios por el controlador 520.

5 Aunque esto puede parecer que es una carga muy baja con respecto a un único o unos pocos aparatos o dispositivos de acumulación térmica domésticos o locales, cuando se consideran tal como se describió anteriormente los aparatos domésticos locales en el contexto de una red global, entonces la carga global en la red puede considerarse como posiblemente de miles de dispositivos de acumulación térmica o aparatos domésticos y por tanto de manera global proporciona una respuesta de frecuencia significativa dentro de la red. Haciendo referencia a la tabla 4 a continuación, se presentan unos escalones de carga de frecuencia ejemplificativos.

Tabla 4 - Escalones de carga de frecuencia

Escalones de energía	750 W	Carga total
Apagado	0	0
1	1	75
2	1	150
3	1	225
4	1	300
5	1	375
6	1	450
7	1	525
8	1	600
9	1	675
10	1	750

15 El controlador 520 puede hacerse funcionar para ajustar el nivel operativo de energía del dispositivo de acumulación térmica 600 desde un primer nivel de energía hasta un segundo nivel de energía en una pluralidad de escalones a lo largo de un periodo de tiempo en el que cada escalón representa un ajuste de nivel de energía discreto. Por ejemplo, si se desea cambiar el nivel de energía del dispositivo de acumulación térmica 600 desde 1 kW hasta 500 W como resultado de que disminuya la frecuencia de la red de distribución eléctrica, el controlador 520 disminuye en escalones el nivel de energía operativo del dispositivo de acumulación 600 a lo largo de un periodo de tiempo. El tamaño de escalón puede ser cualquier tamaño nominal tal como 100 W, por tanto la reducción desde 1 kW hasta 500 W requeriría 5 escalones. La demora temporal entre escalones puede ser cualquier periodo de tiempo nominal, por ejemplo, puede producirse la conmutación a intervalos de 200 ms.

25 Se apreciará que aunque se han descrito diferentes características del controlador haciendo referencia a las diferentes formas de realización, las diferentes funciones pueden combinarse según sea apropiado o según se requiera dentro de una disposición de controlador individual. El controlador 520 proporciona varias ventajas en el mismo. El controlador está configurado para mantener la flexibilidad dentro del sistema y la red global. Al presentar un ajuste nominal o por defecto en el que el dispositivo de acumulación térmica se hace funcionar a una carga lenta, el sistema permite una respuesta en el caso de que un proveedor de red indique que existe una energía excedente y que la entrada de energía debe aumentarse pero también en el caso de que sea necesario disminuir la entrada de energía en respuesta a una señal del proveedor de red. De manera similar, el sistema soporta la regulación de frecuencia en la red, estando el sistema y el controlador configurados para mantener una capacidad de respuesta de frecuencia a través del funcionamiento del dispositivo de acumulación térmica a una carga que coincida con la pérdida de calor estática del dispositivo.

40 Haciendo referencia a la figura 6, se proporciona una disposición de red 700 adicional ejemplificativa. La disposición de red 700 incluye un proveedor de red u operador de red 710, una unidad incorporada 715 y un controlador 720. El circuito de suministro de electricidad de la unidad incorporada 715 incluye varios dispositivos de acumulación térmica 740 de los que se ilustra solamente uno por comodidad. El controlador 720 está configurado para interconectarse entre el suministro de electricidad de la red principal y los elementos de calentamiento 745 de los dispositivos de acumulación térmica 740. La energía a por lo menos un elemento de calentamiento 745 dentro del dispositivo de acumulación térmica se controla por el controlador 720 de tal manera que el dispositivo de acumulación térmica 740 se mantiene con una reserva de calor continua. Dicho de otro modo, se impide que el dispositivo de acumulación térmica 740 caiga por debajo de la temperatura umbral y permanezca por lo menos parcialmente cargado. El controlador 720 comprende una interfaz 725 para recibir una señal de control desde el operador de red remoto 710. Se proporciona un procesador 730 en el controlador 720 y está configurado para seleccionar, con la recepción de la señal de control, uno de una pluralidad de niveles de energía y para proporcionar una señal de carga asociada con el nivel de energía seleccionado. Puede proporcionarse un depósito de datos en el controlador 720 para almacenar la pluralidad de niveles de energía. Una unidad de carga 735 está en comunicación con el procesador 730 y está configurada para suministrar, con la recepción de la señal de carga, por lo menos un elemento de calentamiento 745 en el nivel de energía seleccionado de un suministro de red principal.

- El controlador 720 puede hacerse funcionar para proporcionar una gestión de la demanda energética basándose en señales de control recibidas desde el proveedor de red 710. Además, el controlador 720 puede proporcionar una rápida regulación de la respuesta de frecuencia aumentando o disminuyendo la energía a los dispositivos de acumulación térmica 740. Manteniendo el dispositivo de acumulación térmica 740 por lo menos parcialmente cargado se garantiza que está disponible de manera continua una reserva de calor reduciendo de ese modo el posible pico en la demanda como resultado de dispositivos de acumulación térmica que se encienden si las condiciones climáticas se deterioran repentinamente. Se apreciará que se requiere menos energía para cargar los dispositivos 740 con calor si los dispositivos se mantienen de manera constante parcialmente cargados en comparación con si estuvieran completamente vacíos. Los dispositivos 740 vacíos tampoco permiten que el operador 710 regule la respuesta de frecuencia de la red eléctrica disminuyendo la demanda de energía. Por tanto, disponiendo de dispositivos 740 parcialmente cargados, el operador 710 puede regular la respuesta de frecuencia en ambos sentidos aumentando o disminuyendo la demanda de energía.
- El controlador 720 puede funcionar como un cargador lento o un cargador de flotación. Cuando el controlador 720 funciona como cargador lento, la unidad de carga 735 proporciona una cantidad continua de energía a los dispositivos 740 de modo que se cargan con calor a una tasa similar a su tasa de calor de autodescarga. Dicho de otro modo, la unidad de carga 735 proporciona una carga que coincide con la pérdida de calor estática de los dispositivos de acumulación térmica. Cuando el controlador 720 funciona como cargador de flotación, la unidad de carga 735 proporciona energía a los dispositivos 740 de manera intermitente impidiendo de ese modo que el dispositivo de acumulación térmica se caliente más allá de un punto preajustado. La unidad de carga 735 puede detectar la temperatura del dispositivo de acumulación térmica y/o la temperatura del aire ambiental. Cuando se detecta una temperatura predeterminada por la unidad de carga 735, cesa temporalmente la energía al dispositivo 740. En una disposición, cuando la unidad de carga 735 detecta una determinada temperatura, se reanuda el suministro de energía a la acumulación térmica 740. La unidad de carga 735 puede incluir componentes eléctricos tales como un termostato y uno o más conmutadores. El nivel de energía en el que el controlador 720 hace funcionar el dispositivo 740 puede estar asociado con condiciones climáticas pronosticadas, condiciones climáticas en tiempo real, condiciones climáticas históricas, patrones de demanda históricos, demanda de electricidad predicha, demanda actual o estadísticas. Las condiciones climáticas pueden incluir por lo menos uno de temperatura, viento, precipitaciones, humedad, presión atmosférica y recuento de partículas atmosféricas. Además, los niveles de energía pueden estar asociados con una época particular del año, por ejemplo el mes o la estación. El controlador 720 puede estar configurado para ajustar la temperatura máxima del dispositivo 740 basándose en señales de control recibidas desde el proveedor de red 710. Estas señales de control también pueden relacionarse con las condiciones climáticas.
- El controlador 720 puede hacerse funcionar para leer una condición detectada tal como la temperatura del dispositivo de acumulación térmica y/o la temperatura del aire ambiental. La interfaz 725 puede incluir un enlace de comunicación bidireccional con el operador 710 para facilitar la transmisión de las condiciones detectadas al operador 710. El operador 710 si lo desea puede basar por lo menos parcialmente las señales de control que envía al controlador 720 en las condiciones detectadas recibidas desde el controlador 720. El controlador 720 también puede incluir un subsistema de comunicación que permita que el controlador interroge al operador de red para solicitar la señal de control.
- El controlador 720 proporciona varias ventajas en el mismo. El controlador está configurado para mantener la flexibilidad dentro del sistema y la red global. Controlando los dispositivos de acumulación térmica 740 para que presenten una reserva de calor continua manteniendo los dispositivos para que estén por lo menos parcialmente cargados permite una respuesta en el caso de que un proveedor de red indique que existe una energía excedente y que la entrada de energía debe aumentarse pero también en el caso de que sea necesario disminuir la entrada de energía en respuesta a una señal del proveedor de red. De manera similar, el sistema soporta la regulación de frecuencia en la red, estando el sistema y el controlador configurados para mantener una capacidad de respuesta de frecuencia a través del funcionamiento del dispositivo de acumulación térmica a una carga que coincida con la pérdida de calor estática del dispositivo. Las presentes enseñanzas también se refieren a una herramienta de gestión de carga de red de distribución eléctrica que incluye una pluralidad de controladores 720, permitiendo los controladores alimentar selectivamente una red de dispositivos de acumulación térmica 740 para proporcionar una reserva de calor. Se apreciará que puede utilizarse la herramienta para regular la respuesta de frecuencia de una red de distribución eléctrica aumentando o disminuyendo el nivel de energía a los dispositivos de acumulación térmica 740.
- En una disposición alternativa, las señales de control al controlador 720 procedentes del operador de red 710 pueden estar asociadas con información sobre tarifas. El nivel de energía al que el controlador 720 hace funcionar el dispositivo 740 puede estar asociado con información sobre el precio de la electricidad. Por ejemplo si el precio de una unidad de electricidad es < 5 p el controlador 720 ordenará al dispositivo 740 que se cargue si está disponible capacidad de acumulación. Sin embargo, si el precio de una unidad de electricidad es mayor de 5 p el controlador 720 ordenará al dispositivo 740 que no se cargue. El controlador 720 podría estar programado para reaccionar a una fluctuación del precio de la electricidad. En una disposición ejemplificativa, puede haber tres niveles de tarificación, por ejemplo < 5 p siempre hay carga, de 5 a 7 p hay carga si la temperatura del núcleo está por debajo de un

determinado nivel, >7 p nunca hay carga. En este caso, el dispositivo 740 puede hacerse funcionar como dispositivo de doble estado con un modo encendido y un modo apagado. El controlador 740 también puede hacerse funcionar para recibir información sobre el precio de la electricidad desde fuentes de terceros.

5 El controlador 720 también puede incluir un elemento de conmutación 760 que puede hacerse funcionar para conmutar el dispositivo de acumulación térmica 740 a uno de una pluralidad de modos de funcionamiento, presentando cada modo de funcionamiento una temperatura del núcleo por defecto asociada. En una disposición
10 ejemplificativa, el dispositivo de acumulación térmica puede conmutarse selectivamente entre un primer modo de funcionamiento, un segundo modo de funcionamiento y un modo de funcionamiento en espera. En el modo de funcionamiento en espera, el dispositivo de acumulación térmica 740 se apaga eficazmente pero puede activarse a demanda. Las temperaturas del núcleo por defecto asociadas con los modos de funcionamiento primero y segundo pueden ajustarse en anticipación de temperaturas estacionales esperadas. Por ejemplo; el primer modo de
15 funcionamiento puede estar asociado con la época invernal, ajustándose la temperatura del núcleo por defecto del dispositivo de acumulación térmica a 550°C. El segundo modo de funcionamiento puede estar asociado con la época primaveral, ajustándose la temperatura del núcleo por defecto del dispositivo de acumulación térmica a 400°C. La temperatura del aire ambiental durante la época primaveral será normalmente mayor que durante la época invernal y, como consecuencia, los requisitos de calentamiento de espacios durante la época primaveral serían normalmente menores que durante la época invernal. Por tanto conmutando activamente la temperatura del núcleo por defecto del dispositivo de acumulación térmica 740 entre temperaturas por defecto mayor y menor se permite que se ahorre
20 energía cuando el dispositivo de acumulación térmica se hace funcionar a la menor temperatura por defecto. La temperatura del núcleo por defecto del dispositivo de acumulación térmica puede conmutarse seleccionando activamente el modo de funcionamiento del dispositivo de acumulación térmica. Aunque se han descrito dos temperaturas del núcleo por defecto en la disposición ejemplificativa, los expertos en la materia apreciarán que puede proporcionarse cualquier número deseado de temperaturas del núcleo por defecto/modos de funcionamiento.
25 Por ejemplo, en determinados entornos puede ser deseable disponer de una temperatura por defecto/modo de funcionamiento asociado con cada mes del año natural. El elemento de conmutación 760 puede ser un dispositivo inteligente que responde a una señal de control desde el operador de red remoto 710 para conmutar selectivamente el dispositivo de acumulación térmica a un modo de funcionamiento predeterminado. Alternativamente, el elemento de conmutación puede hacerse funcionar manualmente para conmutar entre los modos. El elemento de conmutación 760 y su funcionamiento también pueden incorporarse en el controlador de las figuras 2 y 5.
30

Los términos comprende/que comprende cuando se utilizan en la presente memoria son para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes establecidos pero no excluye la presencia o
35 adición de uno o más de otras características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

REVINDICACIONES

- 5 1. Controlador (120, 520, 720) para gestionar la activación de por lo menos un elemento de calentamiento dentro de un dispositivo de acumulación térmica (600, 740), comprendiendo el controlador (120, 520, 720):
- 10 a. una primera interfaz (200, 530) para recibir una señal desde un operador de red remoto (710) en relación con la disponibilidad de potencia dentro de una red de distribución de electricidad para la captación por el dispositivo de acumulación térmica (600, 740);
 - 15 b. un procesador (220, 730) configurado en la recepción de la señal para determinar si conmutar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) para captar la potencia disponible y proporcionar una señal de activación en respuesta positiva de dicha determinación;
 - c. un conmutador (210, 710) en comunicación con el procesador y configurado en la recepción de la señal de activación para energizar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745),
- caracterizado por que el controlador (120, 520, 720) está configurado para:
- 20 ajustar un punto de consigna preestablecido del dispositivo de acumulación térmica (600, 740) para permitir que el dispositivo reciba un calentamiento adicional por encima de lo que se requiere para la utilización normal del dispositivo;
 - 25 energizar selectivamente el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) dependiendo del estado actual del dispositivo de acumulación térmica (600, 740); y
 - 30 interrogar sobre los parámetros de funcionamiento actuales del dispositivo de acumulación térmica (600, 740) para establecer si se requiere un calentamiento adicional para satisfacer el punto de consigna preestablecido y para interactuar en una interacción de señal bidireccional con el dispositivo de acumulación térmica (600, 740) en el momento de la decisión en cuanto a si energizar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745),
 - 35 estando el procesador (220) configurado para monitorizar, en la recepción de la señal desde el operador de red (710), si se requiere la activación del elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) para satisfacer el punto de consigna preestablecido del dispositivo de acumulación térmica (600, 740).
- 35 2. Controlador según la reivindicación 1, en el que en la determinación de que no se requiere calentamiento, el controlador (120, 520, 720) está configurado para seleccionar no activar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) independientemente de la señal recibida.
- 40 3. Controlador según la reivindicación 1 o 2, en el que el controlador (120, 520, 720) está configurado para registrar el funcionamiento temporizado del elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) a lo largo de un periodo de tiempo histórico para determinar si se requiere un calentamiento adicional.
- 45 4. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador (120, 520, 720) está configurado para recibir una señal periódica desde un sensor ubicado conjuntamente con el dispositivo de acumulación térmica (600, 740) en relación con un estado del dispositivo, estando el controlador configurado además para utilizar esta señal periódica en el momento de la decisión en cuanto a si energizar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745).
- 50 5. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende por lo menos una memoria de datos (225) que proporciona una relación definida entre una carga en porcentaje del dispositivo de acumulación térmica (600, 740) y la temperatura.
- 55 6. Controlador según la reivindicación 5, configurado para procesar una temperatura real detectada con relación a la capacidad o punto de consigna del dispositivo y definir el nivel de carga necesaria que debe presentar el dispositivo a plena capacidad.
- 60 7. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está configurado de por lo menos una de las maneras siguientes:
- 60 configurado para monitorizar la capacidad actual del dispositivo de acumulación térmica (600, 740) para proporcionar energía y el requisito esperado en el dispositivo para proporcionar calor a lo largo de un periodo de tiempo futuro; y
 - 65 configurado para generar una demora al proporcionar la señal de activación en respuesta positiva de dicha determinación para conmutar el elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) para captar la potencia disponible.

8. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal recibida de la red (100) incluye por lo menos uno de los siguientes:

5 un momento de inicio y detención indicados para el controlador (120, 520, 720) o un momento de inicio con una petición de que se prolongue el calentamiento del dispositivo hasta que se alcanza un nivel de acumulación prescrito, estando el controlador (120, 520, 720) configurado para interrogar la señal y determinar una acción apropiada; o

10 una pluralidad de señales para diferentes controladores (120, 520, 720), estando el controlador (120, 520, 720) configurado para determinar una señal correcta para ese controlador.

9. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para efectuar la activación de dicho por lo menos un elemento de calentamiento en unos momentos predeterminados.

15 10. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, acoplado a y que controla una pluralidad de dispositivos de acumulación térmica (600, 740).

20 11. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador (220) puede hacerse funcionar en la recepción de la señal de control para seleccionar uno de una pluralidad de niveles de potencia y para proporcionar una señal de carga asociada con el nivel de potencia seleccionado.

25 12. Controlador según la reivindicación 11, que comprende además una unidad de carga (735) en comunicación con el procesador (220, 730) y configurada en la recepción de la señal de carga para alimentar dicho por lo menos un elemento de calentamiento (601, 602, 603, 745) al nivel de potencia seleccionado de una alimentación de red garantizando así que el dispositivo de acumulación térmica (600, 740) se mantiene por lo menos parcialmente cargado.

30 13. Controlador según la reivindicación 11 o 12, que está configurado de por lo menos una de las maneras siguientes:

el controlador (720) comprende además un termostato;

35 la unidad de carga (735) comprende por lo menos un conmutador (710);

comprendiendo además un depósito de datos para almacenar la pluralidad de niveles de potencia;

40 los niveles de potencia están asociados con condiciones climáticas pronosticadas, condiciones climáticas en tiempo real o condiciones climáticas históricas que incluyen por lo menos uno de viento, humedad, precipitación, presión atmosférica y recuento de partículas atmosféricas;

configurado para leer una condición detectada;

45 configurado para leer una temperatura detectada del dispositivo de acumulación térmica (600, 740); y

configurado para leer una temperatura ambiental detectada.

50 14. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, ubicado conjuntamente con el dispositivo de acumulación térmica (600, 740) que controla.

55 15. Herramienta de gestión de carga de red de distribución eléctrica que comprende una pluralidad de controladores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, permitiendo los controladores la activación selectiva de una red de dispositivos de acumulación térmica (600, 740) para absorber la capacidad en exceso dentro de la red de distribución o para proporcionar una reserva de calor.

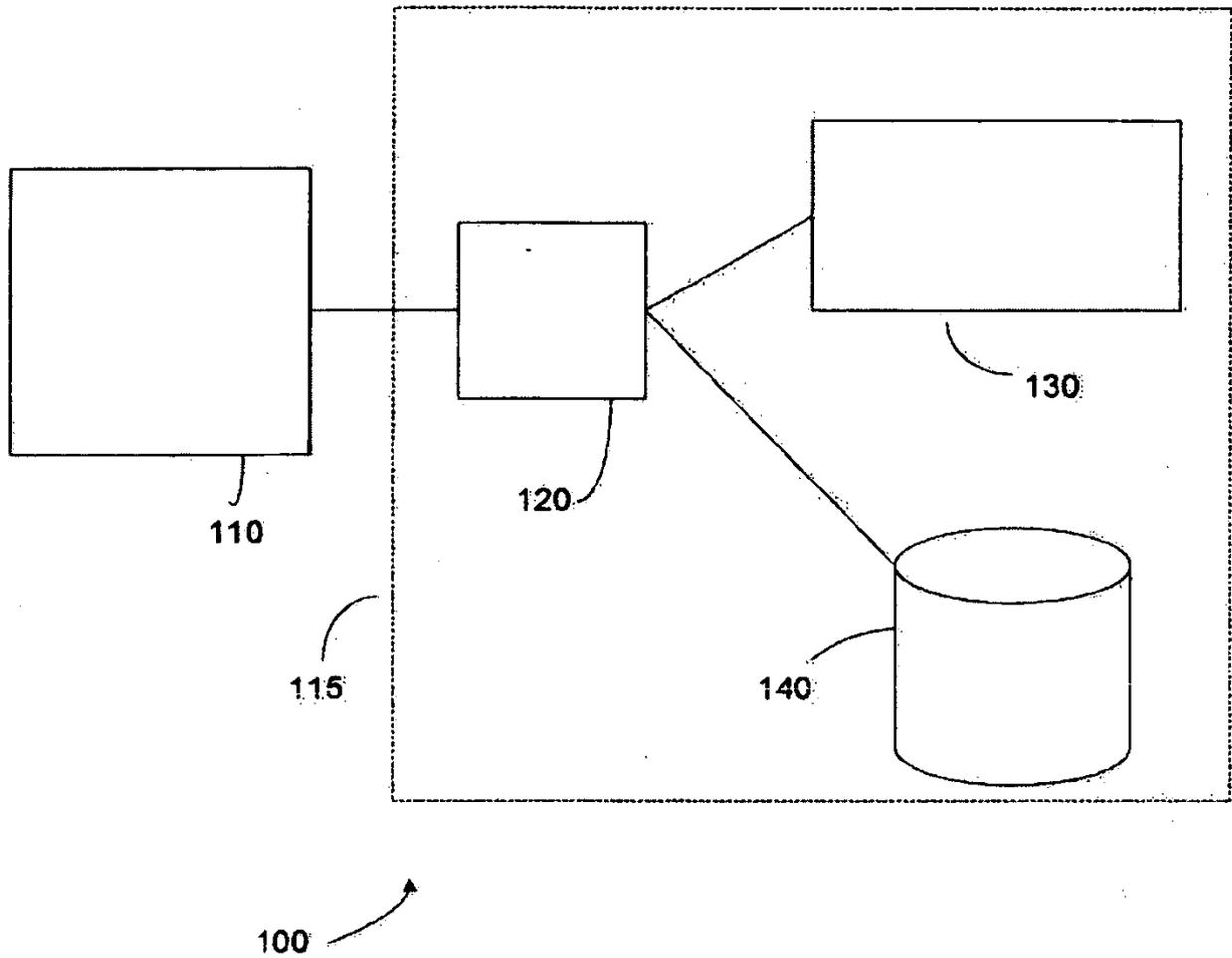


Figura 1

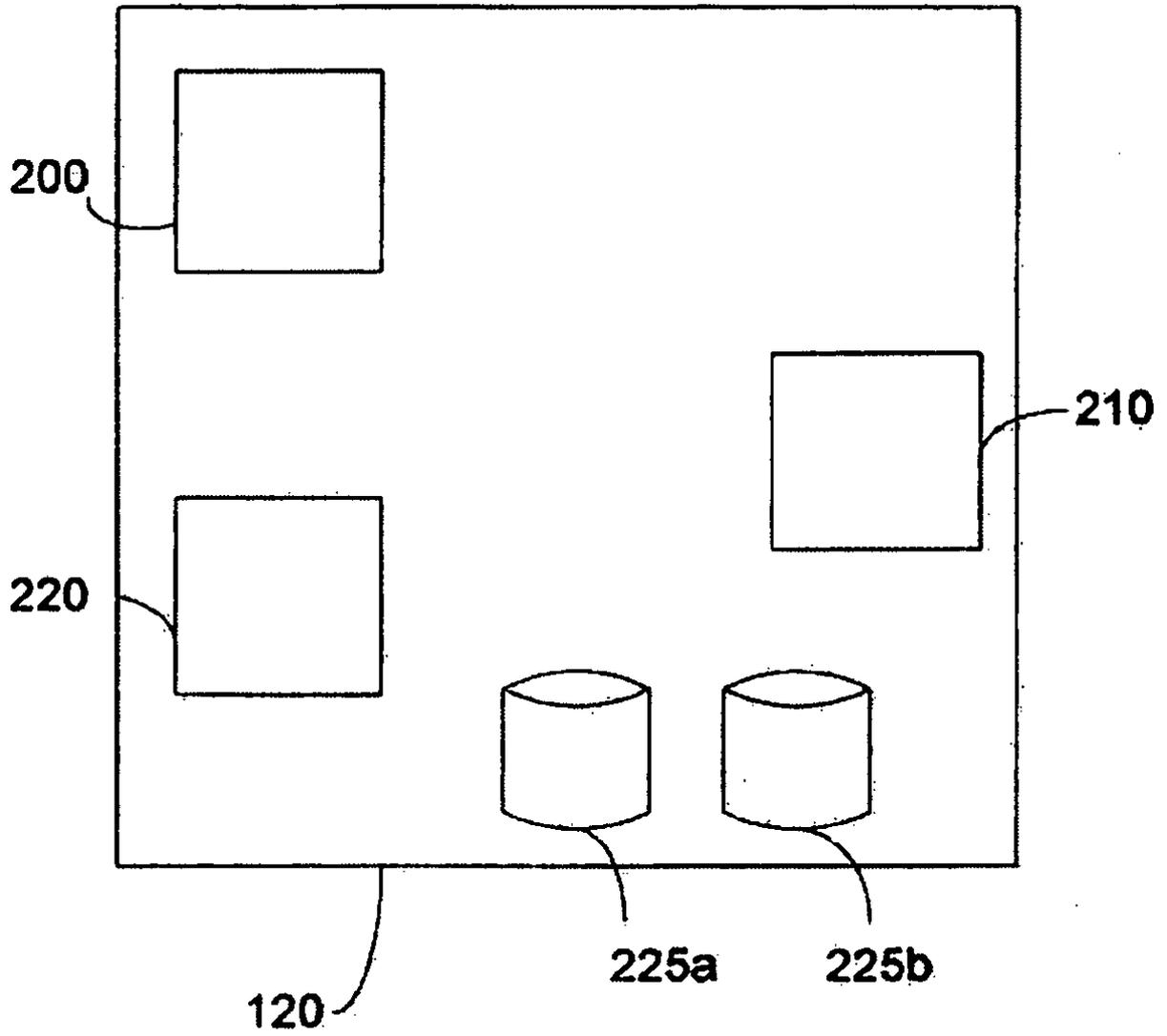


Figura 2

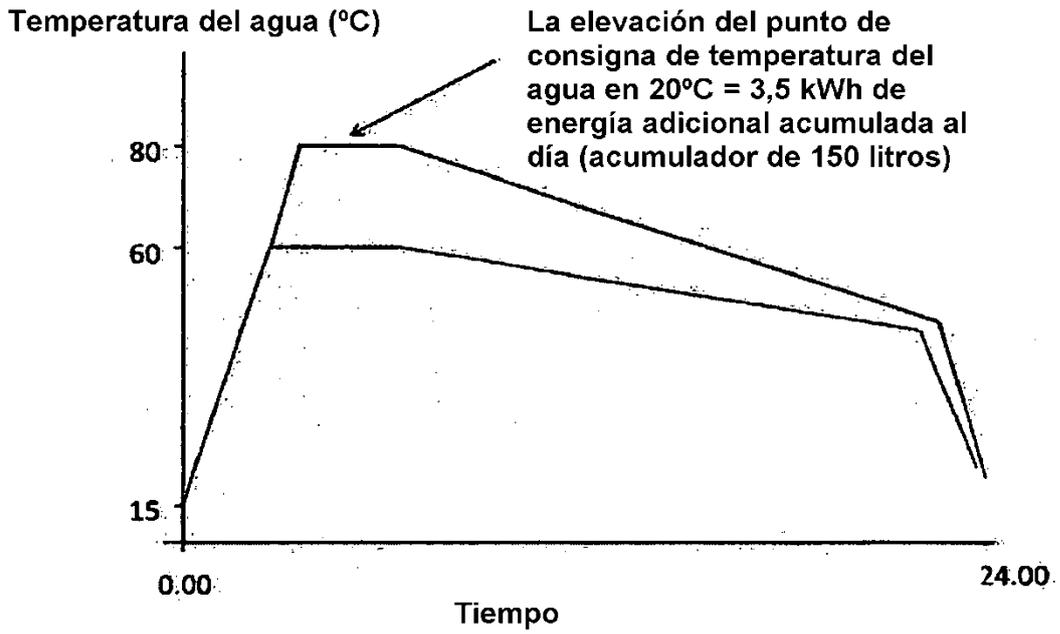


Figura 3.

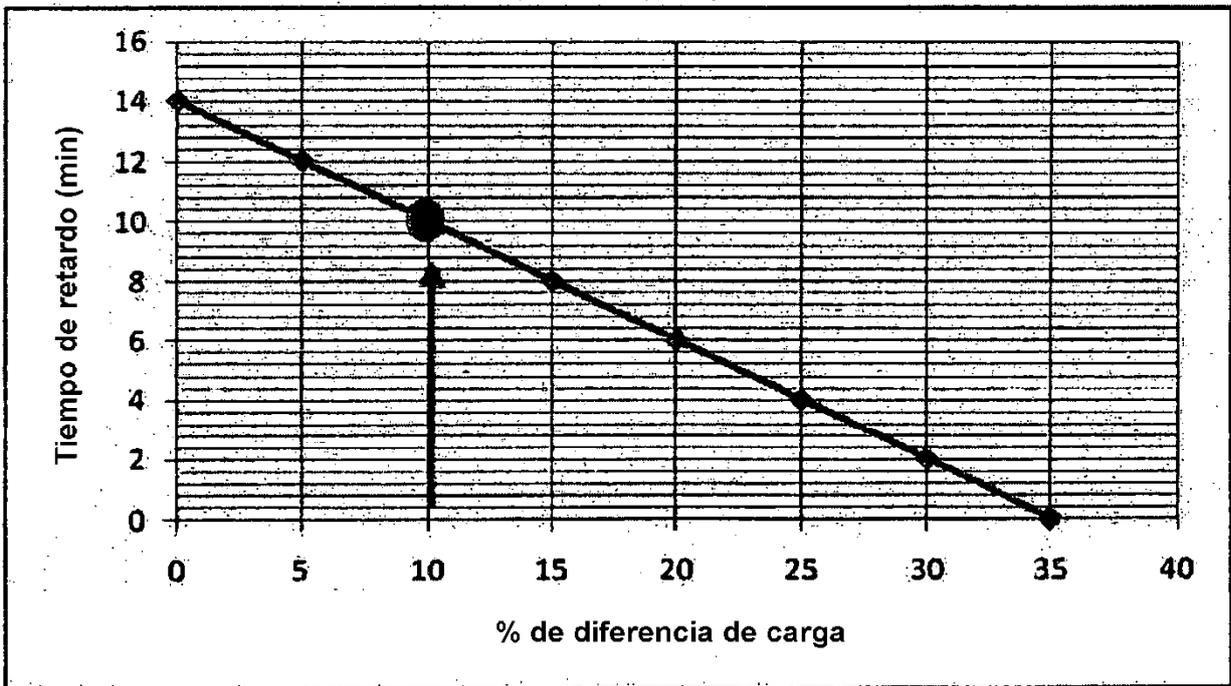


Figura 4

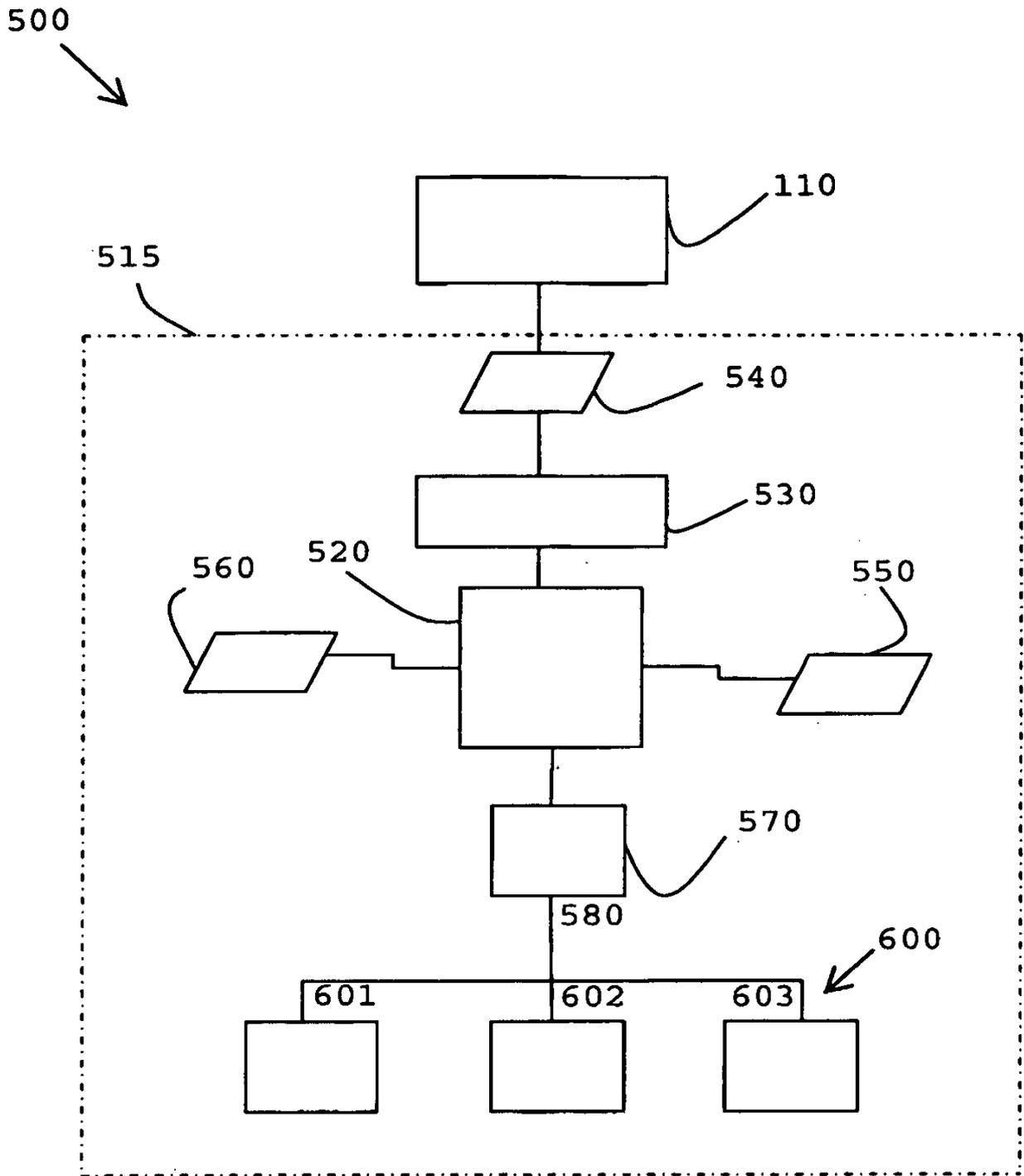


Fig. 5

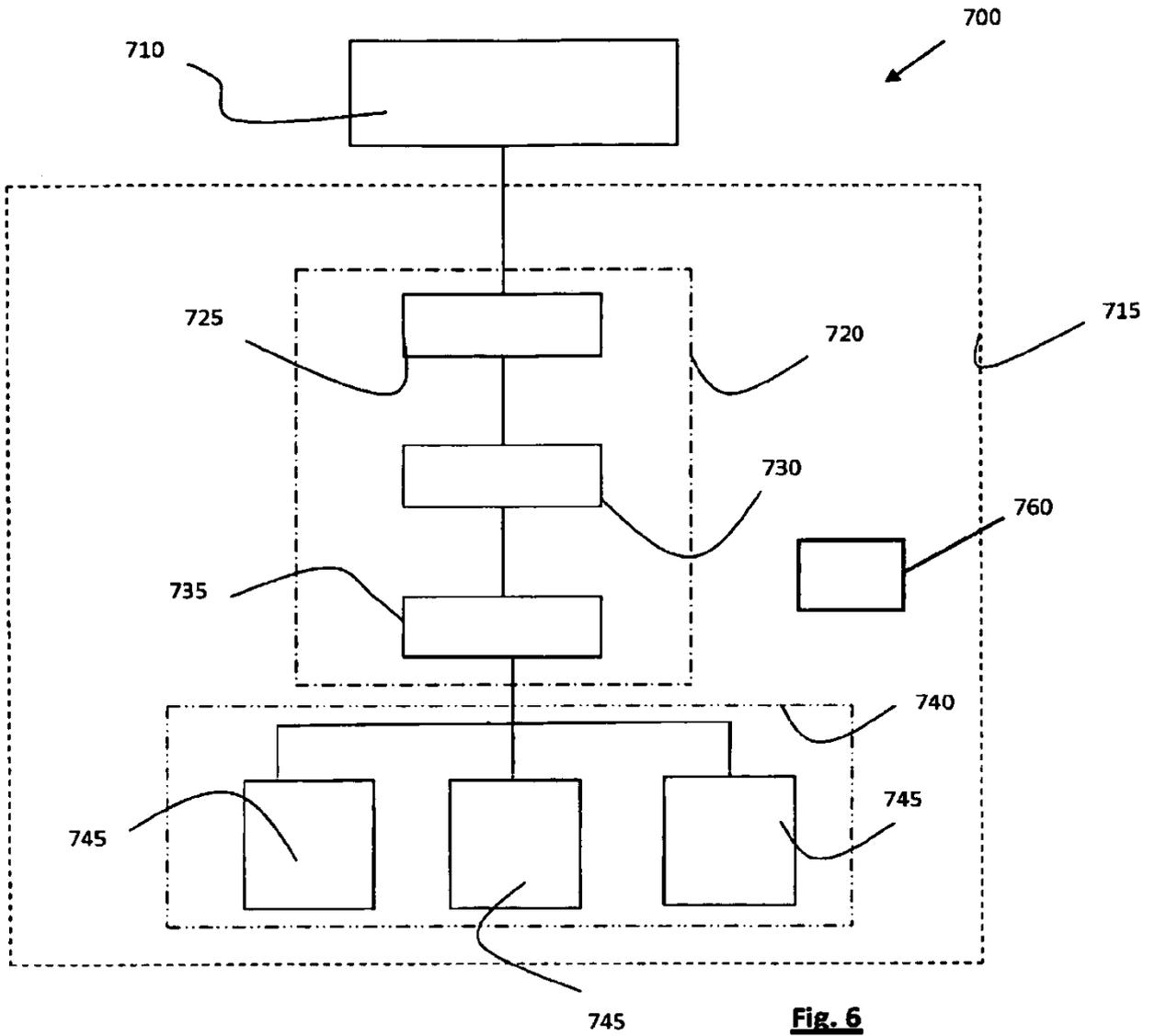


Fig. 6