

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 409**

51 Int. Cl.:

F25B 21/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2011 E 11723546 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2567160**

54 Título: **Procedimiento y sistema de control de una bomba de calor de módulos termoelectrónicos**

30 Prioridad:

03.05.2010 FR 1053420

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

07.06.2016

73 Titular/es:

**ACOME SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE ET
PARTICIPATIVE SOCIÉTÉ ANONYME
COOPÉRATIVE DE PRODUCTION À CAPITAL
VARIABLE (100.0%)
52 rue du Montparnasse
75014 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DAVID, BENJAMIN;
RAMOUSSE, JULIEN;
AIT AMEUR, MEHDI y
LUO, LINGAI**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 573 409 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

Procedimiento y sistema de control de una bomba de calor de módulos termoeléctricos

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se relaciona con las instalaciones de calefacción o de refrigeración, y se refieren a un sistema de control de una bomba de calor de tipo termoeléctrico, es decir que incluye unos módulos termoeléctricos también denominados Células de efecto Peltier (CEP).

10

Estado de la técnica

Las CEP presentan cada una típicamente dos caras en las que una es de un primer tipo denominado "frío" y la otra de un segundo tipo denominado "caliente", pudiendo ejercerse una transferencia de calor de una cara a otra en función del sentido de la corriente eléctrica inyectada en la célula.

15

Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de control de una bomba de calor termoeléctrica que incluye un primer circuito de intercambio de calor, un segundo circuito de intercambio de calor y una pluralidad de unidades termoeléctricas de transferencia de calor que forman un primer grupo y que comprende cada una:

20

- un primer intercambiador;
- un segundo intercambiador;
- al menos un módulo termoeléctrico o Peltier adaptado para transferir el calor entre los dos intercambiadores;

25

comprendiendo el sistema de control al menos una unidad de alimentación eléctrica que permite alimentar eléctricamente cada una de las unidades termoeléctricas.

Las bombas de calor termoeléctricas pueden ser ventajosamente reversibles. En efecto se permite pasar en funcionamiento del modo calefacción, en el que las unidades termoeléctricas extraen unas calorías en uno de los circuitos (lado fuente, en este caso en la cara fría) para transferirlas al otro de los circuitos (lado útil, en este caso en la cara caliente), a un funcionamiento en modo refrigeración en el que las unidades termoeléctricas se alimentan con una corriente eléctrica inversa, de manera que extraen las calorías en sentido opuesto al del modo calefacción (en este caso, el lado fuente está unido a la cara caliente y el lado útil a la cara fría), por ejemplo para refrigerar un local de vivienda en verano evacuando hacia el exterior el calor.

30

35

Un inconveniente de las bombas de calor termoeléctricas es que el coeficiente de rendimiento (COP) real de los módulos termoeléctricos se degrada sustancialmente cuando cambian las condiciones de funcionamiento y principalmente cuando aumenta la diferencia de temperaturas de los fluidos que circulan en los dos circuitos. Asimismo, no se ha contemplado hasta el momento alcanzar un COP superior a 4, contrariamente a las últimas bombas de calor tradicionales que encuentran un gran éxito comercial. Como recordatorio, estas bombas de calor tradicionales utilizan un circuito cerrado en el que un fluido frigorífico como un hidrofluorocarburo sufre un ciclo de compresión/expansión entre un condensador y un evaporador.

40

45

Es conocida, por el documento JP2001330339 A, la utilización en un sistema de refrigeración de un circuito de control de conmutadores eléctricos para configurar la conexión de los módulos termoeléctricos, de manera que se haga variar la tensión de alimentación de los módulos. Con un control de ese tipo que permite alimentar eléctricamente unos módulos termoeléctricos según varios modos distintos, el dispositivo intercambiador puede ser modular y configurado en función de las necesidades de potencia para la mejora del COP. Sin embargo, este sistema destinado a la producción de frío no es utilizable para unas aplicaciones de calefacción doméstica que exigen generalmente una potencia de aportación de calor desde algunos kilovatios a 25 kW. Es conocida, por el documento DE102007053381B3, la utilización de un sistema de control de una bomba de calor termoeléctrica que comprende dos circuitos de intercambio de calor.

50

55

La sociedad ACOME ha propuesto en la solicitud de patente FR n.º 09 59196 un sistema de control que permite mejorar el funcionamiento de una bomba de calor alimentando de manera óptima los módulos termoeléctricos. El coeficiente de rendimiento (COP) real se mantiene entonces a alto nivel. Este sistema presenta una unidad de alimentación eléctrica con varias configuraciones de conmutación, gracias a lo que la gestión de las configuraciones de la alimentación eléctrica permite hacer funcionar los módulos termoeléctricos lo más cerca posible del punto de funcionamiento ideal, con la obtención de un COP global más elevado de la bomba de calor.

60

65

Para cubrir una gran gama de potencia, la bomba de calor equipada con un sistema de control de ese tipo presenta un gran número de modos de alimentación. En particular en modo calefacción, es interesante poder alimentar con al menos dos corrientes diferentes una misma unidad termoeléctrica para disponer de un número elevado de configuraciones adaptadas para responder a las necesidades diferentes de potencia, sin por ello requerir un número excesivamente elevado de unidades y de ramificaciones para alimentar de fluido los primeros intercambiadores a través del primer circuito por una parte, y alimentar con fluido los segundos intercambiadores a través del segundo

circuito por otra parte. La figura 1 de la solicitud de patente FR n.º 09 59196 describe de ese modo un sistema que controla cuatro unidades termoeléctricas conectadas hidráulicamente en paralelo.

5 Sin embargo, existe a una necesidad, en el contexto medioambiental y energético actual, para optimizar al máximo la gestión de una bomba de calor termoeléctrica.

Objeto de la invención

10 La presente invención tiene por objeto proponer un sistema de control de bomba de calor termoeléctrica reversible que permita utilizar de manera óptima unos módulos termoeléctricos.

15 Con este fin, la presente invención tiene por objeto un sistema de control del tipo antes mencionado, caracterizado por que la pluralidad de unidades termoeléctricas comprende una unidad de entrada cuyo primer intercambiador se conecta al primer circuito y una unidad de salida cuyo segundo intercambiador se conecta al segundo circuito, comprendiendo el sistema de control una pluralidad de válvulas asociadas a un dispositivo de control adaptado para parametrizar una configuración en cascada en la que el segundo intercambiador de la unidad de entrada se conecta a un primer intercambiador de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, y el primer intercambiador de la unidad de salida se conecta a un segundo intercambiador de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, y porque el dispositivo de control comprende una unidad de control electrónica que incluye:

- 20
- unos medios para parametrizar un número definido de puntos de funcionamiento predeterminados de los módulos termoeléctricos de la bomba de calor; y
 - un algoritmo adaptado para seleccionar uno de los puntos de funcionamiento predeterminados para los módulos termoeléctricos de dicho primer grupo y que permite activar una transferencia de calor generada por dicha configuración en cascada en función de la selección del punto de funcionamiento.
- 25

De ese modo, la bomba de calor presenta unas unidades termoeléctricas cuya configuración (habitualmente en paralelo entre dos circuitos) es modificable en función de la necesidad y permite la utilización de una configuración en cascada para optimizar los rendimientos de la bomba de calor. La parametrización de las configuraciones se obtiene ventajosamente con la ayuda de una pluralidad de válvulas y de una unidad de automatización. Se permite por tanto ajustar, típicamente con la ayuda de una modelización analítica que cubre una gama extensa de necesidades de transferencia de calor, el modo de funcionamiento de la bomba de calor con una precisión incrementada. En efecto, si una modelización permite determinar con precisión la intensidad óptima a proporcionar a una unidad termoeléctrica para no importa qué condición de funcionamiento, es muy ventajoso poder configurar unas unidades termoeléctricas en cascada con el fin de conservar un COP óptimo para unas condiciones de temperatura dadas. Este es el caso en particular cuando existe una demanda de potencia más reducida que la potencia óptima generada por una única unidad.

30 Esta configuración puede combinarse además con otras configuraciones. Por ejemplo, las válvulas pueden servir para realizar una conmutación entre una configuración en cascada y una configuración en paralelo y/o cortar la alimentación de las unidades configuradas en cascada, sabiendo que para responder a una necesidad elevada de potencia es necesaria una asociación en paralelo de al menos una parte de las unidades termoeléctricas para mantener un COP óptimo.

45 Por supuesto, en la configuración en cascada, el segundo intercambiador de la unidad de entrada se conecta a un primer intercambiador distinto del primer intercambiador de la unidad de entrada y, de la misma manera, el primer intercambiador de la unidad de salida se conecta a un segundo intercambiador distinto del segundo intercambiador de la unidad de salida. El fluido que sale del segundo intercambiador de la unidad de entrada debe circular necesariamente a continuación en el primer intercambiador de otra unidad asociada en cascada con la unidad de entrada, antes de regresar a este segundo intercambiador. Se realiza de ese modo al menos un bucle cerrado que está aislado con relación a los distribuidores del primer y segundo circuitos.

Según una particularidad, la pluralidad de unidades termoeléctricas del primer grupo incluye además al menos una unidad intermedia que presenta:

- 55
- un primer intercambiador conectado en dicha configuración en cascada a un segundo intercambiador de otra unidad de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas; y
 - un segundo intercambiador conectado en dicha configuración en cascada a un primer intercambiador de otra unidad de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas.
- 60

De ese modo, la configuración en cascada puede utilizar un número elevado de unidades idénticas, lo que permite obtener una gama más extensa de funcionamiento. A título de ejemplo, cuando las unidades termoeléctricas presentan cada una 10 CEP, una asociación en cascada de cinco de estas unidades con una corriente de alimentación elegida para optimizar el COP puede corresponder a la aportación equivalente de dos CEP, mientras que una asociación en cascada similar de diez unidades puede corresponder a la aportación equivalente de una CEP. La ventaja de utilizar unas unidades termoeléctricas idénticas es la modularidad del sistema y la posibilidad de

65

ensamblar más fácilmente estas unidades termoeléctricas en una estructura de soporte y de conexión de fluidos de la bomba de calor.

Según otra particularidad, el dispositivo de control está adaptado además para parametrizar una configuración en paralelo en la que los primeros intercambiadores de la pluralidad de unidades termoeléctricas del primer grupo y/o de al menos una unidad termoeléctrica de la misma naturaleza que las unidades termoeléctricas del primer grupo y que pueden pertenecer al segundo grupo, se conectan al primer circuito y los segundos intercambiadores de las demás unidades termoeléctricas se conectan al segundo circuito, gracias a lo que unos primeros intercambiadores pueden conectarse al primer circuito en paralelo y unos segundos intercambiadores pueden conectarse al segundo circuito en paralelo.

En diversos modos de realización del sistema de control según la invención, se puede eventualmente recurrir además a una y/u otra de las disposiciones siguientes:

- 15 - el sistema de control comprende:
 - unos primeros órganos de bombeo adaptados para hacer circular un fluido caloportador, utilizado por el primer circuito, al menos en el primer intercambiador de la unidad de entrada y para hacer circular un fluido caloportador, utilizado por el segundo circuito, al menos en el segundo intercambiador de la unidad de salida;
 - 20 y
 - unos segundos órganos de bombeo adaptados para hacer circular en la configuración en cascada un fluido caloportador en un bucle cerrado que no atraviesa ni el primer intercambiador de la unidad de entrada ni el segundo intercambiador de la unidad de salida, comprendiendo el bucle cerrado al menos un primer intercambiador y al menos un segundo intercambiador de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas que forman el primer grupo.
- el sistema de control comprende un conjunto de sensores de temperatura adaptados para suministrar principalmente unas señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos de intercambio de calor, estando unido el dispositivo de control a un dispositivo de entrada de una temperatura de consigna, estando adaptado el algoritmo del dispositivo de control para seleccionar uno de los puntos de funcionamiento predeterminados en función de dicha consigna de temperatura y de las señales suministradas por dicho conjunto de sensores de temperatura, siendo parametrizada a continuación una configuración de dicha pluralidad de válvulas en función del punto de funcionamiento seleccionado (esta disposición permite la gestión de las transferencias de calor en función de la necesidad real, no impidiendo el funcionamiento óptimo una reactividad de la bomba de calor para un mejor confort del usuario). El algoritmo puede estar adaptado para efectuar una correlación, en función de dicha consigna de temperatura y de las señales suministradas por dicho conjunto de sensores de temperatura, entre unas necesidades de transferencia de calor y un único modo de funcionamiento, de manera que se fija el modo de funcionamiento que maximiza el coeficiente de rendimiento de la bomba de calor (pueden utilizarse ventajosamente una o varias tablas de correspondencia para determinar el punto de funcionamiento, teniendo en cuenta la necesidad de potencia y unas condiciones de temperatura);
- 30 - el dispositivo de control está adaptado para modificar la alimentación eléctrica y una alimentación hidráulica de cada una de las unidades termoeléctricas en función de la configuración parametrizada para la pluralidad de válvulas (esta disposición permite cortar eléctricamente y de fluido la alimentación de las unidades termoeléctricas no necesarias, como es el caso por ejemplo en unos modos de funcionamiento menos exigentes en transferencia de calor, e inversamente incrementar la tensión para una necesidad mayor de transferencia de calor. Por otro lado puede preverse un dispositivo inversor del sentido de la corriente para hacer funcionar la bomba de calor de manera reversible);
- 40 - la unidad de alimentación eléctrica comprende unos medios de ajuste para suministrar en la configuración en cascada unas corrientes diferentes a la unidad de entrada y a la unidad de salida (esta disposición permite ventajosamente adaptar la alimentación eléctrica de cada unidad para controlar la diferencia de temperatura entre las caras de cada una de las unidades termoeléctricas que constituyen el sistema global, pudiendo funcionar las unidades entonces con un mismo ΔT de manera que se conserve un COP óptimo (la experiencia muestra que hacer variar la intensidad más que la ΔT permite obtener unos COP más elevados, en particular cuando las temperaturas son muy diferentes en la cara fría y la cara caliente de las CEP);
- 50 - la unidad de control electrónico comprende un módulo de parametrización para parametrizar un número definido de modos de funcionamiento (cascada, paralelo, cascada-paralelo) predeterminados de la bomba de calor, que corresponden a unas necesidades diferentes de potencia de transferencia de calor, comprendiendo el módulo de parametrizado dicho algoritmo y dichos medios para parametrizar un número definido de puntos de funcionamiento predeterminados de los módulos termoeléctricos de la bomba de calor, permitiendo el algoritmo seleccionar uno de los modos de funcionamiento de la bomba de calor de manera que se minimice la potencia eléctrica total consumida por los módulos termoeléctricos mientras se responde a las necesidades de transferencia de calor (esta disposición permite obtener un funcionamiento realmente óptimo de la bomba de calor puesto que la configuración (vinculada al parametrizado del modo de funcionamiento) de las unidades y el número de unidades activadas permite obtener un funcionamiento optimizado que minimiza la potencia eléctrica consumida por cada una de las CEP);
- 60 - cada una de las unidades termoeléctricas del primer grupo comprende al menos una válvula adaptada para

5 cortar selectivamente la circulación de fluido caloportador en los intercambiadores de la unidad termoelectrica (de ese modo, se puede evitar hacer circular inútilmente el fluido caloportador en unas partes del circuito no activadas por el dispositivo de control. Pueden preverse dos moto-válvulas por unidad termoelectrica. La o las moto-válvulas pueden formar de ese modo ventajosamente un dispositivo de reducción de la transferencia de calor).

10 Se comprende que cada una de las disposiciones anteriores del presente documento contribuye a afinar el ajuste del punto de funcionamiento, sin complicar la parte de transferencia de calor de la bomba de calor termoelectrica y minimizando la potencia consumida. La duración útil de las unidades termoelectricas y de las unidades de alimentación asociadas puede incrementarse además mediante un funcionamiento selectivo de ese tipo según las necesidades.

15 La presente invención tiene igualmente por objeto proponer una bomba de calor termoelectrica de varias unidades termoelectricas cuyo funcionamiento puede gestionarse lo más cerca posible de las necesidades reales de transferencia de calor.

20 Con este fin, se propone una bomba de calor termoelectrica reversible, que comprende dos circuitos de intercambio de calor y una pluralidad de unidades termoelectricas de transferencia de calor de un primer grupo comprendiendo cada una:

- un primer intercambiador;
- un segundo intercambiador; y
- al menos un módulo termoelectrico o Peltier adaptado para transferir el calor entre los dos intercambiadores;

25 caracterizada por que comprende el sistema de control según la invención.

30 Una bomba de calor de ese tipo puede presentarse bajo la forma de un aparato que se conecta a la red de distribución eléctrica y que puede instalarse directamente en un edificio mediante la conexión a un sistema de calefacción central existente o nuevo que forma el primer circuito, como por ejemplo un sistema de calefacción por piso, y un sistema de intercambio de calor con el medio exterior que forma el segundo circuito. El sistema de intercambio con el exterior puede ser además de tipo red o depósito enterrado en el suelo, o un sistema de intercambio con el aire o una masa de agua.

35 Según una particularidad, la bomba de calor puede presentar además otra pluralidad de unidades termoelectricas de transferencia de calor de un segundo grupo que comprende cada una:

- un primer intercambiador;
- un segundo intercambiador;
- al menos un módulo termoelectrico o Peltier adaptado para transferir el calor entre los dos intercambiadores;

40 estando adaptado el dispositivo de control para hacer funcionar los grupos de unidades termoelectricas en al menos una configuración en paralelo. Esta configuración en paralelo puede elegirse entre:

- una configuración en la que todas las unidades termoelectricas alimentadas eléctricamente están en paralelo entre ellas; y
- una configuración en la que una parte de las unidades termoelectricas alimentadas eléctricamente están en una configuración en cascada en el interior del primer grupo de unidades termoelectricas (mixto cascada-paralelo).

50 Se puede obtener un conjunto de unidades termoelectricas que pueden asociarse según numerosas configuraciones (asociaciones en cascada, paralelo y mixtas) en función de la demanda de potencia, gracias a una red de circulación del fluido (por ejemplo de agua) equipada con válvulas controladas de manera centralizada. El dispositivo de control está adaptado para parametrizar un número de unidades termoelectricas en cascada entre ellas de 0 a N, en donde N es un número entero superior o igual a dos, y superior o igual a cuatro en unos modos de realización preferidos. La concepción de la bomba de calor puede simplificarse integrando un número elevado de módulos termoelectricos, por ejemplo superior o igual a dos, en cada una de las unidades de transferencia de calor. Se comprende en efecto que es interesante prever un número restringido de unidades termoelectricas (por ejemplo inferior a 15 y preferentemente inferior o igual a doce) para limitar las conexiones hidráulicas en la bomba de calor y utilizar por el contrario un número elevado de CEP por unidad (por ejemplo superior o igual a 4).

60 Teniendo en cuenta estas limitaciones de concepción y de volumen, la modularidad es particularmente ventajosa cuando es necesario proporcionar un aporte o un complemento de potencia poco elevado (conservando un funcionamiento óptimo). En efecto, es suficiente configurar en cascada varias de las unidades termoelectricas de la bomba de calor para proporcionar la aportación o complemento requerido.

65 La presente invención tiene igualmente por objeto proponer un procedimiento de control de una bomba de calor termoelectrica que permita adaptar el nivel de consumo eléctrico a las necesidades reales de transferencia de calor.

Con este fin, se propone un procedimiento de control de una bomba de calor termoeléctrica, en el que se hace circular un fluido caloportador respectivamente en dos circuitos de intercambio de calor de la bomba de calor termoeléctrica que comprende una pluralidad de unidades termoeléctricas de transferencia de calor que forman un primer grupo y que comprende cada una:

- un primer intercambiador;
- un segundo intercambiador;
- al menos un módulo termoeléctrico o Peltier adaptado para transferir el calor entre los dos intercambiadores;

comprendiendo el procedimiento las etapas que consisten esencialmente en:

- conectar un primer intercambiador de una unidad de entrada de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas a un primer circuito de los dos circuitos;
- conectar un segundo intercambiador de una unidad de salida de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas a un segundo circuito de los dos circuitos;
- alimentar a partir de una fuente de corriente eléctrica al menos la unidad de entrada y la unidad de salida de dichas unidades termoeléctricas mediante al menos una unidad de alimentación eléctrica que presenta una pluralidad de conexiones de salida y/o al menos una unidad termoeléctrica de transferencia de calor que forma parte de un segundo grupo;
- introducir una consigna de temperatura;
- suministrar, mediante un conjunto de sensores de temperatura, unas señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos de intercambio de calor;
- seleccionar un modo de funcionamiento predeterminado de la bomba de calor para responder a unas necesidades de transferencia de calor, pudiendo seleccionarse cada uno de los modos de funcionamiento (paralelo, cascada o cascada-paralelo) como resultado de una utilización de los módulos termoeléctricos de la bomba de calor en unos puntos de funcionamiento predeterminados; y
- para permitir una utilización de los módulos termoeléctricos de dicho primer grupo en unos puntos de funcionamiento que minimicen la potencia eléctrica consumida mientras se contribuye a responder a las necesidades de transferencia de calor, transferir el calor mediante una configuración en cascada en la que el segundo intercambiador de la unidad de entrada se conecta a un primer intercambiador de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, y el primer intercambiador de la unidad de salida se conecta a un segundo intercambiador de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas.

Según una particularidad, se controla además la alimentación eléctrica de las unidades termoeléctricas del primer grupo y se hace circular un fluido caloportador en unas canalizaciones idénticas o simétricas del primer y segundo intercambiadores de cada unidad termoeléctrica eléctricamente alimentada, de manera que se conserve una diferencia de temperatura sustancialmente constante entre las caras de los módulos termoeléctricos de dicho primer grupo.

Según otra particularidad, el procedimiento incluye las etapas siguientes:

- cerrar dos válvulas conectadas al segundo intercambiador de la unidad de entrada para desconectar del segundo circuito el segundo intercambiador de la unidad de entrada;
- cerrar dos válvulas conectadas a un primer intercambiador determinado de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, distinto del primer intercambiador de la unidad de entrada, para desconectar del primer circuito dicho primer intercambiador determinado;
- abrir dos válvulas conectadas al segundo intercambiador de dicha unidad de entrada para hacer circular un fluido caloportador entre el primer intercambiador determinado y el segundo intercambiador de la unidad de entrada; y
- opcionalmente cuando el primer grupo comprende al menos tres unidades termoeléctricas, abrir dos válvulas conectadas al primer intercambiador de la unidad de salida para hacer circular un fluido caloportador entre un segundo intercambiador del primer grupo, distinto del segundo intercambiador de la unidad de salida, y el primer intercambiador de la unidad de salida.

De ese modo, gracias a una red apropiada de circulación de fluido, las unidades termoeléctricas se activan de manera diferente en función de la demanda de potencia. Los intercambiadores pueden presentar cada uno una única entrada y una única salida y se comprende que se asocia al menos un par de válvulas con cada uno de los intercambiadores que pueden conectarse a otro de los intercambiadores. Para obtener un bucle de circulación del fluido cerrado entre dos intercambiadores, se corta la comunicación con los circuitos principales gracias a dos pares de válvulas asociadas y se abren por tanto las dos válvulas formadas en los dos conductos de conexión directa entre las entradas y salidas respectivas de los dos intercambiadores. Con unas electroválvulas o válvulas similares conectadas a una unidad de automatización, no es necesaria ninguna intervención humana durante el paso de una configuración a otra.

Según una particularidad del procedimiento, la transferencia de calor entre dos intercambiadores de una unidad termoeléctrica no alimentada eléctricamente se reduce al menos en un modo de calefacción de la bomba de calor

termoeléctrica reversible. Esta reducción se puede obtener mediante la detención de una circulación del fluido caloportador a la altura de una o varias de las unidades termoeléctricas, por ejemplo aquellas que no están alimentadas eléctricamente. En el modo de calefacción de la bomba de calor, esto permite minimizar la pérdida desfavorable de calor por entropía. En efecto, el calor se difunde desde el fluido que circula en las unidades termoeléctricas no alimentadas eléctricamente hacia el medio ambiente. Alternativamente, puede preverse un accionador para reducir la conductividad térmica de la interfaz entre el fluido caloportador y la superficie de intercambio, permitiendo el accionador por ejemplo separar o aproximar las zonas de intercambio de calor de los módulos termoeléctricos.

10 **Descripción de las figuras**

Surgirán otras características y ventajas de la invención en el curso de la descripción que sigue de varios modos de realización, dados a título de ejemplo no limitativo, en relación a los dibujos adjuntos en los que:

- 15 - la figura 1 es una vista esquemática del sistema de control de una bomba de calor reversible de varias unidades termoeléctricas, según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 muestra un grupo de unidades termoeléctricas que pueden asociarse, en cascada, en paralelo o en una combinación mixta, según un segundo modo de realización de la invención;
- 20 - la figura 3 representa el grupo de unidades termoeléctricas de la figura 2, en una configuración "todo paralelo";
- la figura 4 representa el grupo de unidades termoeléctricas de la figura 2, en una configuración "todo cascada";
- la figura 5 representa el grupo de unidades termoeléctricas de la figura 2, en una configuración mixta;
- la figura 6 es un esquema que ilustra un ejemplo de unidad termoeléctrica utilizable en una bomba de calor según la invención;
- 25 - la figura 7 muestra un gráfico que ilustra unos dominios de configuraciones óptimas para un conjunto de unidades termoeléctricas, en función del par temperatura del fluido / potencia útil deseada;
- la figura 8 muestra un diagrama de etapas que permiten determinar un modo de calefacción óptimo.

Descripción detallada de la invención

30 En las diferentes figuras, las mismas referencias designan unos elementos idénticos o similares.

En la figura 1, se representa un modo de realización del sistema de control 2 para gestionar unas células de efecto Peltier (CEP) o módulos termoeléctricos 3 de transferencia de calor. El sistema de control 2 presenta una unidad 10 de alimentación eléctrica, que corresponde en este caso a un sistema modular de salidas múltiples de corriente continua, conectado por ejemplo a una fuente de corriente alterna típicamente de 230 V. Pueden utilizarse de ese modo varios sistemas modulares de salidas múltiples de corriente continua. Los módulos termoeléctricos 3 se disponen por grupos de seis en unas unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46 respectivas que definen un sistema intercambiador 4 de la bomba de calor. Por supuesto, el número de módulos termoeléctricos 3 no está fijado y puede ser variable, por ejemplo y de manera no limitativa comprendido entre dos y diez por unidad termoeléctrica 41, 44, 45, 46. La bomba de calor equipada con el sistema de control 2 ilustrado en la figura 1 es reversible gracias a la posibilidad de invertir la corriente de alimentación para todas o parte de las unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46.

En el ejemplo de las figuras 1 a 5, cada una de las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44, 45, 46 comprende un primer intercambiador 41a, 42a, 43a, 44a, 45a, 46a que puede estar unido a un primer circuito C1 de intercambio de calor, así como un segundo intercambiador 41b, 42b, 43b, 44b, 45b, 46b que puede estar unido a un segundo circuito C2 de intercambio de calor. Uno o varios módulos termoeléctricos 3 permiten transferir el calor entre los dos intercambiadores. Alternativamente, una o varias unidades termoeléctricas pueden disponerse en posición intermedia entre una unidad denominada de entrada 41 y una unidad 44 de salida, sin estar necesariamente conectadas a los circuitos C1 y C2. En referencia a la figura 2, se comprende de ese modo que las unidades termoeléctricas 42 y 43 podrían no funcionar más que en una configuración en cascada entre la unidad 41 de entrada y la unidad 44 de salida, suprimiéndose en este caso las válvulas V5-V8 y V11-V14 y los conductos de conexión hacia los colectores respectivos N1-N4.

En el ejemplo de la figura 1, en el estado cerrado de las válvulas V1-V2 y V5-V6 y en el estado abierto de las válvulas V3-V4, se permite una circulación de fluido en bucle cerrado mediante un par de conductos intermedios que unen el primer intercambiador 44a de la unidad de salida al primer intercambiador 41b de la unidad 41 de entrada. Las calorías de un fluido caloportador se extraerán en este caso en el primer circuito C1 (figura 2) al que está unido el primer intercambiador 41a de la unidad 41 de entrada y la zona útil se calienta con la ayuda del segundo circuito C2 (figura 2) al que está unido el segundo intercambiador 44b de la unidad 44 de salida. El sistema de control 2 puede incluir más generalmente una pluralidad de válvulas V1-V20, como es visible en la figura 2. Un dispositivo del sistema de control 2 controla estas válvulas V1-V20 para parametrizar la configuración de la alimentación de fluido del sistema intercambiador 4. El sistema de control 2 permite gestionar la alimentación eléctrica proporcionada en unas salidas respectivas S1 y S2 para optimizar el funcionamiento en cascada de las unidades termoeléctricas 41 y 44.

Cada una de las salidas S1 y S2 de la unidad 10 de alimentación eléctrica puede asociarse a un circuito de

alimentación de muy baja tensión rectificado. La unidad 10 de alimentación eléctrica suministra así una corriente rectificada en doble onda con una potencia optimizada. La frecuencia obtenida puede ser del orden de 100 Hz por ejemplo. Para las salidas S3 y S4, la tensión puede ser eventualmente más elevada. Las unidades termoelectricas 45, 46 pueden formar opcionalmente un segundo grupo cuyo modo de funcionamiento es diferente de las unidades 41-44 del primer grupo. Se comprende que las unidades termoelectricas 45, 46 pueden formar parte de un sistema convencional al que se asociaría el grupo de unidades termoelectricas 41-44 que pueden funcionar en cascada. Como se ha ilustrado principalmente en la figura 2, el número de unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44 del primer grupo puede ser superior a dos y se comprende que la forma de alimentar las unidades suplementarias 42 y 43 puede ser idéntica o similar a la alimentación ilustrada en la figura 1 para las unidades termoelectricas 41 y 44. Más generalmente, se permite de ese modo ampliar la gama de puntos de funcionamiento que se puede obtener sin utilizar un número demasiado elevado de unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, 45, 46.

Siempre en referencia a la figura 1, la bomba de calor utiliza al menos una circulación de un fluido caloportador tal como agua. Cada una de las unidades termoelectricas 41, 44, 45, 46 comprende un primer intercambiador 41a, 44a, 45a, 46a y un segundo intercambiador 41b, 44b, 45b, 46b situado en oposición al primero. En referencia a la figura 6, en una unidad termoelectrica 45, los fluidos caloportadores respectivos circulan en unos canales para asegurar un intercambio de calor con la cara externa plana del intercambiador correspondiente 45a, 45b. El primer intercambiador 45a presenta una entrada de fluido E1 situada en el lado derecho de la unidad termoelectrica 45 y una salida O1 dispuesta de manera opuesta. El segundo intercambiador 45b, presenta una entrada de fluido E2 en el lado izquierdo y la salida opuesta O2. Este segundo intercambiador 45b, con su cara de intercambio orientada hacia abajo, puede ser en todo punto idéntico al primer intercambiador 45a. Los módulos termoelectricos 3, cuando se alimentan eléctricamente, permiten una transferencia de calor entre los dos intercambiadores 45a, 45b según un sentido que viene dictado por el sentido de alimentación de la corriente.

En este ejemplo no limitativo, una moto-válvula v1, permite detener la circulación del primer fluido en el primer intercambiador 45a y una moto-válvula v2 permite detener la circulación del segundo fluido en el segundo intercambiador 45b. La figura 6 ilustra de ese modo la utilización de moto-válvulas v1, v2 adaptadas cada una para cortar selectivamente la circulación del fluido caloportador en unas partes del circuito de una unidad termoelectrica 45. Naturalmente se puede utilizar cualquier tipo de válvula, preferentemente con un órgano de control de apertura/cierre del obturador de la válvula. En este caso, las moto-válvulas v1, v2 están cada una adaptadas para cerrar la comunicación para fluidos con el intercambiador 45a, 45b. Se comprende que la circulación del primer y segundo fluidos puede proseguir sin embargo a través de otras partes del circuito. Esto es realizable por ejemplo utilizando unas moto-válvulas v1, v2 que interrumpen o cortocircuitan únicamente una circulación sinuosa en el intercambiador 45a, 45b, mientras que se permite una circulación longitudinal o externa al intercambiador 45a, 45b.

Aunque la figura 6 se refiere al ejemplo de la unidad termoelectrica 45, se comprende que al menos la unidad termoelectrica 46 mostrada en la figura 1 puede estar equipada de manera análoga con al menos una moto-válvula. Las otras unidades pueden presentar unas válvulas V1-V6, V7-V12 y V13-V18 que permiten igualmente interrumpir o cortocircuitar la circulación sinuosa en los intercambiadores correspondientes. El interés de cortocircuitar algunas partes del circuito formadas en las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, 45, 46 es satisfacer lo más cercanamente posible las necesidades específicas parametrizadas para la bomba de calor, con una optimización del coeficiente de rendimiento (COP), en particular cuando en una habitación o local similar equipado con la bomba de calor, las necesidades de transferencia de calor varían de un lugar a otro. Las moto-válvulas v1, v2 están cerradas en particular cuando no hay necesidad particular de transferir calor por el circuito C1 o C2 de intercambio de calor correspondiente. El cierre de las moto-válvulas v1, v2 es ventajoso en el modo de calefacción de la bomba de calor, con el fin de evitar un acoplamiento térmico entre las caras de los módulos termoelectricos 3 no alimentados, y por tanto unos intercambios de calor en el sentido opuesto al deseado. Pueden así evitarse estas pérdidas por entropía del sistema intercambiador 4.

Más generalmente, la bomba de calor puede estar equipada con cualquier medio que permita hacer variar, en una o varias de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, 45, 46 un coeficiente de transferencia de calor entre los dos intercambiadores. En modo de calefacción, un dispositivo provisto con las moto-válvulas v1, v2 o dispuesto de modo diferente permite modificar de ese modo las condiciones de intercambio térmico.

En el modo de refrigeración, el efecto entrópico es favorable puesto que se busca evacuar el calor del medio ambiente. En consecuencia, se puede utilizar un dispositivo de acoplamiento/desacoplamiento térmico configurado para detener la circulación hidráulica disipadora de calor y/o incrementar localmente la resistencia térmica mediante otros medios conocidos, en el modo de calefacción, y para dejar circular el fluido caloportador y/o producir localmente la resistencia térmica por cualquier otro modo conocido, en el modo de refrigeración.

La bomba de calor puede destinarse más particularmente a las aplicaciones de calefacción de baja temperatura y de refrigeración para la vivienda. La bomba de calor puede presentarse bajo la forma de una caja o de un aparato con un panel de control en el frente (no representado). Se disponen en la caja una interfaz de control 6 y el sistema intercambiador 4. La bomba de calor está típicamente destinada a la calefacción de locales de vivienda o profesionales, pero también a refrigerar estos locales gracias a la utilización de los módulos termoelectricos 3. La bomba de calor termoelectrica es por tanto preferentemente reversible. Varias estancias de un local de vivienda

pueden calentarse, respectivamente refrigerarse, con la ayuda de bucles de intercambio de calor conectados a la caja. Los locales de vivienda en cuestión son típicamente unas viviendas individuales que van desde un apartamento a algunas estancias de una casa individual. La potencia se prevé por tanto típicamente entre tres y treinta kilovatios de potencia de calefacción máxima, sin que este último valor constituya un límite superior.

La circulación de fluido(s) caloportador(es) se realiza a través de canalizaciones en contacto térmico con las caras del mismo tipo de los módulos termoeléctricos 3 del mismo tipo. Se comprende que la transferencia de calor entre los dos circuitos C1, C2 puede realizarse utilizando cualquier configuración adaptada del circuito caloportador. Cualquiera que sea la configuración adoptada, la cara del módulo termoeléctrico 3 que bombea el calor se encuentra típicamente a una temperatura más fría que la cara que evacúa el calor. Se puede introducir una temperatura de consigna por medio de un módulo de programación o dispositivo comparable de la bomba de calor, módulo que se une por ejemplo a la interfaz de control 6 y forma parte del dispositivo de control. La temperatura de la cara del módulo termoeléctrico 3 que bombea el calor y la temperatura de consigna forman un par de parámetros determinantes para la obtención de un coeficiente de rendimiento (COP) máximo. En efecto, existe una tensión de alimentación continua óptima para la que un módulo termoeléctrico 3 tiene un COP máximo. Esto es válido tanto en el modo de calefacción como en el modo de refrigeración. En el caso presente, la corriente de alimentación es preferentemente una corriente alterna rectificadas en doble onda. Para aproximar el COP máximo, la tensión continua óptima se multiplica por un coeficiente corrector con el fin de determinar la amplitud de la tensión alterna correspondiente. Por ejemplo, para una corriente alterna sinusoidal se multiplicará la tensión continua óptima por un coeficiente igual a $\sqrt{2}$.

La necesidad térmica en calefacción sirve aquí de referencia para determinar el número de CEP o módulos termoeléctricos 3 necesarios en la bomba de calor porque esta necesidad es superior a la de la necesidad térmica en refrigeración, que conduciría a un número de CEP más pequeño y por tanto insuficiente para la calefacción.

En referencia a la figura 1, se muestra un esquema de control de las unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46 de la bomba de calor. El sistema de control 2 comprende una conexión 7 a una fuente de corriente eléctrica 8 y una unidad 10 de alimentación eléctrica adaptada para alimentar dichas unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46 a partir de la fuente de corriente eléctrica 8. Aquí, la fuente de corriente eléctrica 8 proporciona una alimentación alterna. En este caso, la fuente de corriente puede ser entonces la red eléctrica (a 230 V como es el caso en numerosos países, de Europa principalmente). Se prevén varios fusibles de protección F en la unidad 10 de alimentación eléctrica. El número de módulos termoeléctricos 3 representado es veinticuatro en el ejemplo ilustrado en la figura 1 pero este número puede ser por supuesto diferente, por ejemplo superior para satisfacer las necesidades en potencia de calefacción. Se prevé aquí la elección de un modo de funcionamiento adaptado para obtener la temperatura deseada en unos locales de vivienda o locales similares, siendo elegido el punto de funcionamiento como aquel que corresponde al coeficiente de rendimiento (COP) óptimo. Con el fin de optimizar este coeficiente COP, cualquiera que sea el modo de funcionamiento de la bomba de calor (este modo de funcionamiento varía con la temperatura del o de los fluidos caloportadores y la potencia térmica de calefacción o de refrigeración), el sistema de control 2 puede efectuar una selección del modo de calefacción entre una pluralidad de modos de calefacción.

Estos modos de calefacción se obtienen mediante:

- una selección del modo de funcionamiento predeterminado de la bomba de calor que responde a las necesidades y en el que se permite utilizar los módulos termoeléctricos 3 en unos puntos de funcionamiento predeterminados considerados como óptimos; y
- una regulación de la unidad 10 de alimentación eléctrica para obtener el funcionamiento óptimo para los módulos termoeléctricos.

En una forma de realización preferida de la invención, la selección del modo de funcionamiento implica una regulación de la configuración de la alimentación de los fluidos de las unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46. Esta regulación permite ampliar aún más la gama de modos de calefacción susceptibles de cubrir la variedad de necesidades térmicas en una vivienda o local similar, pudiendo estos modos distinguirse uno en relación al otro por un número diferente de módulos termoeléctricos 3 activos y/o en una tensión de alimentación U1, U2, U3, U4 diferente en los terminales de las unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46.

En referencia a la figura 1, la asociación en paralelo de las unidades termoeléctricas 41, 44, 45, 46 permite producir no importa qué potencia térmica útil superior a la potencia óptima proporcionada por una única unidad termoeléctrica conservando los mismos rendimientos, para un par "temperatura del fluido útil / temperatura del fluido de origen" dado. En efecto, con esta configuración es preferible conservar las mismas diferencias de temperatura entre las caras de cada uno de los módulos termoeléctricos 3 que constituyen el sistema global. Ahora bien, es esta diferencia de temperatura la que determina el COP del módulo 3. Finalmente para una asociación en paralelo, se pueden obtener fácilmente unos módulos termoeléctricos 3 de unidades distintas que funcionen a la misma intensidad y proporcionen el mismo flujo térmico útil. En este caso, el número óptimo de módulos 3 a asociar corresponde entonces a la relación entre el flujo térmico útil deseado y el flujo térmico óptimo generado por un único módulo térmico 3 para las condiciones de funcionamiento dadas.

En un modo de realización preferido de la invención, se permite además producir una potencia térmica útil ventajosamente inferior a la potencia óptima proporcionada por una única unidad termoelectrica, gracias a la asociación en cascada entre al menos dos unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44 (figuras 1 y 2). Es por tanto interesante una asociación de ese tipo que permite hacer funcionar unos módulos termoelectricos 3 con una potencia particularmente reducida, para obtener según un funcionamiento óptimo un complemento de potencia de un valor inferior a la potencia óptima proporcionada por una sola unidad termoelectrica.

Los resultados de un modelo analítico que tiene en cuenta la evolución del COP con la potencia muestran que la potencia óptima para unas condiciones de temperatura dadas es inferior a la potencia máxima que puede suministrar el módulo para las mismas condiciones de temperatura. En consecuencia el caso más restrictivo del sistema (caso en el que la potencia necesaria es más elevada) permite en la práctica determinar el número preciso de módulos 3 presentes en la bomba de calor. La asociación en paralelo y/o en cascada debe ser gestionada eficazmente a continuación: cuando la necesidad de potencia baja, es suficiente entonces desconectar eléctricamente el número necesario de módulos termoelectricos 3 para conservar el COP óptimo (cortando la alimentación de al menos una de las unidades por ejemplo) o activar un funcionamiento en cascada de unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44 en el que el nivel de alimentación se ajusta para un funcionamiento óptimo de los módulos termoelectricos 3 correspondientes. En un modo de realización preferido, el sistema de control 2 según la invención permite una gestión rigurosa con el fin de cubrir toda la gama de potencia térmica útil necesaria mediante conexiones-desconexiones de las unidades termoelectricas y asociación en cascada, paralelo o cascada-paralelo de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44. Una vez parametrizada la asociación de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, 45, 46, solamente queda proporcionar una intensidad óptima a los módulos termoelectricos 3.

La unidad de alimentación eléctrica 10 se va a describir ahora más en detalle en relación con la figura 1.

En un modo de realización no limitativo de la figura 1, la unidad 10 de alimentación eléctrica presenta varias conexiones de salida S1, S2, S3, S4 que permiten transmitir una tensión de alimentación a cada una de las unidades termoelectricas 41, 44, 45, 46. Para maximizar el COP asociado a cada uno de los módulos termoelectricos 3, puede preverse en asociación con el dispositivo de control un dispositivo de conmutación u otros medios para modificar las tensiones de alimentación eléctrica. El dispositivo de control comprende una unidad de control electrónico ECU unida a la interfaz de control 6 y que permite por ejemplo modificar el estado de los conmutadores del dispositivo de conmutación. El dispositivo de control y la unidad de alimentación eléctrica 10 pueden formarse en unas cajas respectivas conectadas entre sí.

En el ejemplo de la figura 1, la unidad de control electrónico ECU puede permitir modificar la configuración del dispositivo de conmutación en un modo de calefacción controlando el estado de los conmutadores. Un ejemplo no limitativo de control de una unidad 10 de alimentación eléctrica con cuatro salidas S1, S2, S3, S4 se dispone en la solicitud de patente FR n.º 09 59196 (la figura 1 de este documento muestra una forma de realización aplicable por la unidad 10). Puede proporcionarse una muy baja tensión alterna rectificadora principalmente a las dos unidades termoelectricas 41, 42. Un procesamiento retroactivo sobre al menos un conmutador apropiado o elemento análogo de regulación de tensión puede implementarse gracias a una recogida de informaciones representativas de una necesidad de calefacción por la unidad de control electrónico ECU. Aquí, las informaciones representativas de la necesidad de calefacción son por ejemplo una o varias temperaturas características de los dos circuitos de intercambio de calor y la temperatura de consigna. Un proceso de ese tipo está presente por ejemplo para cada una de las unidades termoelectricas 41, 44, 45, 46.

Las conexiones de salida S3, S4, y eventualmente las conexiones de salida S1, S2, pueden asociarse cada una a un dispositivo inversor del sentido de la corriente. Este dispositivo inversor puede accionarse mediante el dispositivo de control. El carácter reversible de la alimentación proporcionada a las unidades termoelectricas 45, 46 permite, de manera simple, pasar del modo de calefacción al modo de refrigeración. Al menos para una de estas unidades termoelectricas 45, 46 de inversión de alimentación, se puede prever opcionalmente una potencia de calefacción mayor. Una potencia menor puede obtenerse también utilizando solamente una de las salidas S3, S4 para alimentar selectivamente una o la otra de las unidades termoelectricas 45, 46.

Para la configuración en cascada de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, se prevé que las corrientes puedan ser diferentes para las unidades así asociadas, de manera que se conserve una diferencia de temperaturas sustancialmente idéntica entre las caras de cada uno de los módulos termoelectricos 3 que componen el sistema. La tensión en los terminales de cada una de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44 es por tanto diferente. Se utiliza eventualmente un dispositivo conocido en sí adaptado para hacer variar la corriente (utilizando por ejemplo una resistencia eléctrica variable) con una precisión al menos del orden de 10 mA para ajustar la corriente de alimentación de los módulos termoelectricos 3. Las dos tablas siguientes corresponden a un ejemplo numérico que muestra la ganancia en COP con una variación de la intensidad proporcionada a unas unidades termoelectricas configuradas en cascada.

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ constante = 0,92 A	Unidad 1 (cara fría)	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4 (cara fría)	COP
4 unidades (1 CEP / unidad)	u1 = 2,4 V	u2 = 2,34 V	u3 = 2,28 V	u4 = 2,21 V	1,62

ES 2 573 409 T3

$\Delta T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Unidad 1 (cara fría)	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4 (cara fría)	COP
I variable	$i_1 = 0,84\text{ A}$	$i_2 = 0,8\text{ A}$	$i_3 = 0,94\text{ A}$	$i_4 = 1\text{ A}$	
4 unidades (1 CEP / unidad)	$u_1 = 2,15\text{ V}$	$u_2 = 2,23\text{ V}$	$u_3 = 2,33\text{ V}$	$u_4 = 2,44\text{ V}$	1,66

5 Las intensidades se determinan en función del modelo analítico y de las variables de entrada que pueden ser la temperatura exterior del aire (en el exterior del edificio equipado con la bomba de calor), la resistencia térmica o el coeficiente de aislamiento del edificio, la temperatura de consigna, que permite determinar la potencia térmica a proporcionar. Otro dato de entrada es la resistencia térmica y la emisividad del piso cuando el o los bucles de transferencia están integrados en un suelo del edificio. Esto permite determinar entonces la temperatura necesaria para el fluido que circula en los bucles útiles de transferencia.

10 El modelo tiene en cuenta una ley de tipo "ley de agua" para estimar la potencia necesaria a proporcionar en el sistema intercambiador 4. La ley de agua puede tener en cuenta las pérdidas térmicas del compartimento o edificio para estimar la potencia a proporcionar que permite compensar tales pérdidas térmicas. El conjunto de las configuraciones se modeliza por ejemplo bajo la forma de una tabla de correspondencia que permite unir la necesidad de potencia de una configuración y el suministro de la corriente o corrientes de alimentación eléctrica y eventualmente los caudales de circulación de fluido. Una cartografía completa de estas configuraciones y de los modos de funcionamiento posibles, en función del régimen de temperatura del fluido (denominado normalmente el régimen de agua; entonces tiene en cuenta el par temperatura de agua - potencia útil) a la que se va a hacer funcionar la bomba, puede almacenarse de ese modo en una memoria del sistema de control 2 y puede aprovecharse con la ayuda de un algoritmo de la unidad de control electrónico ECU. Gracias a la tabla de correspondencia, se puede determinar la mejor configuración, en particular con unos datos representativos de las corrientes específicas en el caso de una asociación en cascada entre al menos dos unidades termoelectricas 41, 44, 45, 46. Se puede activar entonces el funcionamiento óptimo.

25 Los intercambiadores 41a-41b, 44a-44b, 45a-45b, 46a-46b de las unidades 41, 44, 45, 46 se conciben preferentemente para homogeneizar la temperatura en la superficie de los módulos termoelectricos 3. A título de ejemplo no limitativo, se puede utilizar una concepción del intercambiador con dos canalizaciones dispuestas de manera simétrica relativamente entre sí con relación a un plano normal a la parte de la superficie de intercambio del intercambiador que está enfrentado a una o varias caras del módulo termoelectrico 3. Esta concepción se describe en las figuras 3a-3b del documento WO 2006/070096. Más generalmente, se pueden utilizar los intercambiadores de doble flujo que permiten la obtención de una temperatura sustancialmente homogénea en la superficie de intercambio con el o los módulos termoelectricos 3. Se comprende que dichos intercambiadores presentan entonces dos entradas y dos salidas. Aunque solo se muestre una única entrada y una única salida en la figura 1, debe estar claro que los conductos hidráulicos pueden estar duplicados en la proximidad de las unidades termoelectricas 41, 44, 45, 46 para obtener una circulación de doble flujo en los intercambiadores 41a-41b, 44a-44b, 45a-45b, 46a-46b.

40 Alternativamente o como complemento, los dos intercambiadores 45a, 45b de una misma unidad termoelectrica 45 tal como la representada en la figura 6 (con o sin moto-válvula) pueden presentar una concepción de flujo simple con una única entrada E1 o E2 y una única salida O1 o O2, utilizando unos bucles de Tichelman de la misma geometría en el par de intercambiadores 45a-45b. Se obtiene entonces un gradiente de temperatura constante para la unidad termoelectrica 45 y se permite entonces obtener una homogeneización del diferencial ΔT con dichos bucles cuando se conciben en cruce de corriente. La concepción en cruce de corriente se realiza por ejemplo con la entrada E1 del primer intercambiador 45a en correspondencia con la salida O2 del segundo intercambiador 45b y la entrada E2 del segundo intercambiador 45b en correspondencia con la salida O1 del primer intercambiador 45a. Se comprende que hay en este caso igualmente una simetría de las canalizaciones entre los intercambiadores y es preferible utilizar unas canalizaciones que sean idénticas de un intercambiador a otro.

50 Pudiendo configurarse en cascada el control acumulado de la alimentación eléctrica de cada una de las unidades herméticas 41, 42, 43, 44 y la puesta en circulación del fluido caloportador en unas canalizaciones idénticas o simétricas del primer y segundo intercambiadores 41a-41b, 42a-42b, 43a-43b, 44a-44b asociados, se permite conservar una diferencia de temperaturas sustancialmente constante entre las caras de los módulos termoelectricos 3 de dicho primer grupo. La alimentación eléctrica para las otras unidades termoelectricas 45 y 46 puede ajustarse por supuesto en función de las necesidades de transferencia de calor.

55 La bomba de calor puede procesarse de manera simple y económica, permitiendo el dispositivo de control regular la temperatura ambiente de uno o varios locales minimizando el número de CEP y/o la tensión de alimentación de estos CEP. Para una unidad termoelectrica dada que incluye 6 CEP idénticos, se comprende que la tensión de alimentación u de los CEP es igual a la tensión de alimentación U de dicha unidad dividida por 6.

60 En referencia a la figura 2, todo o parte del sistema intercambiador 4 puede estar compuesto de varias unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44, en este caso en número de cuatro, pudiendo funcionar a la vez en una asociación en paralelo y una asociación en cascada. La forma de realización ilustrada en la figura 2 permite responder a una

modularidad completa de la bomba de calor termoeléctrica.

5 Cuando el número de unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 que puede configurarse en cascada es N (número entero superior o igual a dos y por ejemplo superior o igual a cuatro), el dispositivo de control parametriza el número deseado (de 0 a N) unidades a asociar en cascada en función de las necesidades de transferencia de calor. En el ejemplo de la figura 2, la parte del sistema intercambiador 4 ilustrada se conecta a cuatro colectores N1, N2, N3, N4 de los que dos colectores N1-N2 forman parte del primer circuito C1 y los otros dos colectores N3-N4 forman parte del segundo circuito C2. El colector N3 se conecta aguas arriba de la zona para el intercambio de calor útil (lado a calentar cuando la bomba funciona en modo de calefacción) y el colector N4 se conecta aguas abajo de esta zona. El colector N2 se conecta aguas arriba de la zona para el intercambio de calor con la fuente (lado en el que se extraen unas calorías en el modo de calefacción) y el colector N1 se conecta aguas abajo de esta zona. El sistema de control 2 incluye unos órganos de bombeo P1, P5 para hacer circular un fluido caloportador en cada uno de los dos circuitos C1, C2. Las bombas se colocan típicamente entre uno de los dos colectores y la parte de circuito externo a la caja o aparato que encierra las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44, 45, 46. Pudiendo ser las bombas clásicas o formar unos dispositivos de circulación de velocidad variable.

20 El esquema de las conexiones para fluidos mostrado en la figura 2 muestra un órgano de bombeo P1 utilizado por el primer circuito C1 para hacer circular el fluido caloportador en la zona para el intercambio de calor con la fuente y posteriormente al menos en el primer intercambiador 41a de la unidad 41 de entrada. Se utiliza un órgano de bombeo P5 de manera similar por el segundo circuito C2 para hacer circular el fluido caloportador al menos en el segundo intercambiador 44b de la unidad 44 de salida y a continuación encaminarlo hacia la zona para el intercambio de calor útil.

25 Siempre en referencia a la figura 2, se prevén en este caso un número de bombas P1-P5 superior al del número de unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 para permitir alimentar de modo diferente de fluido cada una de estas unidades. Las válvulas V1-V20, que son por ejemplo unas electroválvulas, están en este caso en número superior o igual al cuádruple del número de unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44.

30 La figura 3 muestra el caso de la configuración en "todo paralelo", en la que el dispositivo de control activa:

- por un lado la circulación del fluido caloportador en paralelo en los primeros intercambiadores 41a, 42a, 43a, 44a, mediante el accionamiento de la bomba P1, y
- por otro lado la circulación del fluido caloportador en paralelo en los segundos intercambiadores 41b, 42b, 43b, 44b, mediante el accionamiento de la bomba P5.

40 En este caso, las válvulas V3-V4, V9-V10 y V15-V16 permanecen en estado cerrado y solo funcionan las dos bombas principales P1, P5. Los cuatro colectores N1-N4 están completamente abiertos, de manera que alimenten directamente todos los intercambiadores, por medio de los conductos que unen los colectores a las unidades termoeléctricas. Para N unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44, este número de conductos es por ejemplo de 4N.

45 Una unidad del sistema intercambiador 4 puede aislarse fácilmente puesto que es suficiente cerrar las válvulas respectivas de los cuatro conductos que unen los intercambiadores de esta unidad a los colectores. Por supuesto, la o las válvulas que unen un intercambiador adyacente al intercambiador de la unidad que se desea aislar deben cerrarse. A título de ejemplo, la unidad 44 podría aislarse cerrando las válvulas V15-V18 y V19. Por supuesto, el dispositivo de conmutación 20 estaría controlado en correspondencia para no alimentar eléctricamente a la o las CEP de esta unidad termoeléctrica 44.

50 La configuración en "todo cascada" mediante la utilización de las mismas cuatro unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 se permite como se ha ilustrado en la figura 4 generando una circulación separada del fluido caloportador en los bucles intermedios que atraviesan cada uno de un primer intercambiador y un segundo intercambiador de un par de unidades termoeléctricas 41-42, 42-43, 43-44. En este caso, los órganos de bombeo P1-P5 están todos en funcionamiento y se puede distinguir:

- un bucle de entrada, que forma un circuito del lado de la fuente, que atraviesa el primer intercambiador 41a de la unidad 41 de entrada, y permite al fluido caloportador circular en unos colectores N1 y N2;
- una pluralidad de bucles intermedios en este caso en número de tres; y
- un bucle de salida, que forma un circuito del lado útil, que atraviesa el segundo intercambiador 44b de la unidad 44 de salida, y que permite al fluido caloportador circular en unos colectores N3 y N4.

60 La bomba P1 permite el paso en el primer intercambiador 41a de la unidad 41 de entrada del fluido que ha extraído unas calorías de la fuente. Solo están abiertas las válvulas V3-V4, V9-V10, V15-V16 y V19-V20. Por medio de la transferencia de calor escalonada realizada entre las diferentes unidades 41, 42, 43, 44, es el fluido puesto en circulación en el bucle de salida por la bomba P5 el que transmite finalmente unas calorías en la parte de intercambio de lado útil. En esta configuración, los órganos de bombeo P2, P3 y P4 permiten cada uno hacer circular un fluido caloportador en un bucle cerrado que no atraviesa ni el primer intercambiador 41a de la unidad 41 de

entrada ni el segundo intercambiador 44b de la unidad 44 de salida. Como es visible en la figura 4, los bucles cerrados intermedios están formados asociando un primer intercambiador 42a, 43a, 44a a un segundo intercambiador 41b, 42b, 43b.

- 5 El número de unidades termoelectricas configuradas en cascada puede variar fácilmente, el mecanismo de aislamiento de una unidad termoelectrica descrito anteriormente continua siendo aplicable para una desconexión selectiva de la alimentación de fluido y de electricidad de una de las unidades termoelectricas 41, 42, 43, 44.

10 En referencia a la figura 5, se activa una configuración en paralelo de dos pares de unidades termoelectricas 41-42 y 43-44 que utilizan cada una la asociación en cascada. Esta asociación mixta permite utilizar las bombas P1 y P5 para alimentar los intercambiadores 41a, 42b, 43a, 44b que pertenecen a unas unidades termoelectricas distintas 41, 42, 43, 44. Con este fin están abiertas en las válvulas V7-V8, V11-V12 y V19-V20. El resto de los intercambiadores es alimentado de fluido gracias a las bombas P2 y P4 de dos bucles intermedios que aseguran la cascada entre las unidades 41 y 42 y las unidades 43 y 44. Solo las válvulas V3, V4, V15 y V16 permiten la circulación del fluido hacia el intercambiador adyacente, a saber la circulación entre el intercambiador 41b y 42a y entre el intercambiador 43b y 44a.

20 En referencia a la figura 1, para la elección de los controles de salida que van a permitir configurar la alimentación eléctrica y el modo de conexión de fluidos, la unidad de control electrónico ECU puede utilizar diferentes entradas analógicas, por ejemplo proporcionadas con la ayuda de primeros sensores 31 de temperatura y de segundos sensores 32 de temperatura. Los primeros sensores 31 suministran por ejemplo dos señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos de intercambio de calor, como las temperaturas de salida y de retorno del fluido caloportador en el circuito emisor C1, las temperaturas de salida y de retorno del fluido caloportador en el circuito exterior C2. Los segundos sensores 32 de temperatura permiten medir la temperatura exterior en la vivienda o local similar equipado con la bomba de calor, así como la temperatura ambiente de la vivienda. Más generalmente, se prevé el conjunto de sensores 31, 32 de temperatura para proporcionar unas informaciones suficientes para una estimación de las condiciones en las que se realiza la transferencia de calor.

30 La unidad de control electrónico ECU recibe también unas entradas todo o nada, digitales en un modo de realización preferido, que pueden corresponder a una al menos de las órdenes siguientes:

- control de puesta en marcha de la bomba de calor, con por ejemplo una puesta en tensión del autómatas (esta orden es típicamente manual y dada por el usuario pulsando sobre un botón en el frontal);
- control de puesta en marcha del modo calefacción (esta orden es igualmente típicamente manual);
- 35 - control de puesta en marcha del modo refrigeración (esta orden es igualmente típicamente manual); y
- la orden de calefacción o de refrigeración mediante el termostato de ambiente en función de la separación de temperaturas entre la temperatura ambiente y la consigna en la vivienda.

40 Un convertidor CAD de la unidad de control electrónico ECU permite recoger las diferentes entradas. El aprovechamiento de las informaciones correspondientes se pueda realizar en la unidad de control electrónico ECU del dispositivo de control. Se comprende que la temperatura de consigna (puede tratarse de una temperatura ambiente deseada) indicada por el usuario se toma en cuenta de ese modo de manera que determina la temperatura que haría falta alcanzar en los circuitos del fluido caloportador para responder a la demanda del usuario. El conocimiento de la resistencia térmica global del intercambiador y preferentemente de la temperatura exterior y la resistencia térmica global de la vivienda pueden permitir una correlación entre una temperatura de consigna parametrizada directamente por un usuario y la necesidad real de transferencia de calor.

50 De ese modo, puede ponerse en marcha un procesamiento de un parámetro representativo de la necesidad de transferencia de calor, por ejemplo la temperatura media del agua obtenida a partir de las temperaturas medidas por dos de los sensores 31, mediante la utilización de un parámetro de consigna correspondiente. Este parámetro de consigna tiene en cuenta en este caso la temperatura de consigna parametrizada por el usuario. En un modo de realización de la invención, la desviación entre el parámetro de consigna y el parámetro correspondiente estimado en tiempo real se calcula mediante el aprovechamiento de las medidas de los sensores 31, 32. Se prevé un algoritmo de la unidad de control electrónico ECU para efectuar este cálculo y realizar una correlación, en función de dicha consigna de temperatura y de las señales suministradas por el conjunto de los primeros y segundos sensores 31, 32 de temperatura, entre las necesidades de transferencia de calor y un único modo de funcionamiento óptimo. Para ello, el cálculo de la desviación en el parámetro de consigna permite al termostato de ambiente suministrar la orden de calefacción o de refrigeración.

60 En el ejemplo de la figura 1, que corresponde a un modo de funcionamiento por calefacción que utiliza las dos unidades termoelectricas 41, 42, el modo de funcionamiento se ha determinado así con la ayuda del algoritmo de la unidad de control electrónico ECU para maximizar el coeficiente de rendimiento de la bomba de calor. De manera no limitativa, el algoritmo calcula típicamente en este caso dos parámetros tales como la potencia de calefacción y la temperatura media del agua (o fluido caloportador similar) de aquellos circuitos que son emisores de calor. Este par de parámetros permiten, por ejemplo mediante utilización de una tabla de correspondencia, encontrar el número de módulos termoelectricos 3 óptimo para la necesidad así como la corriente óptima para estos módulos

termoeléctricos 3. La elección del modelo de alimentación se realiza entonces en la configuración que se aproxima más a unos parámetros de optimización así determinados. El algoritmo puede de ese modo, con la ayuda de la tabla de correspondencia, seleccionar uno de los puntos de funcionamiento predeterminados de los módulos 3, en función del parámetro de consigna y de las señales suministradas por el conjunto de sensores 31, 32 de temperatura. A continuación, puede parametrizarse una configuración adaptada de las válvulas V1-V20 y de las bombas P1-P5 en función del punto de funcionamiento seleccionado.

Se comprende que el número de módulos termoeléctricos 3 en funcionamiento puede evolucionar ventajosamente de manera dinámica para responder a un gran número de pares (Cantidad de calor para la calefacción / Temperatura media del agua del circuito emisor) y (Cantidad de calor para la refrigeración / Temperatura media del agua del circuito emisor). Como este par varía en función del tiempo y de la concepción del sistema global que integra la bomba de calor, el proceso de determinación mediante el algoritmo del número de módulos termoeléctricos 3 en funcionamiento debe repetirse regularmente, con una determinación simultánea del modo de alimentación óptimo de este número determinado de módulos 3 que satisface la necesidad real para el consumo eléctrico mínimo.

Es importante hacer notar que, en los modos de realización representados, el número de módulos termoeléctricos 3 alimentados está directamente vinculado al número de unidades termoeléctricas en funcionamiento. En efecto todos los módulos 3 de una unidad termoeléctrica funcionan de la misma manera. Se comprende en este caso que no puede haber por ejemplo la mitad de los módulos 3 de una misma unidad termoeléctrica en funcionamiento y la otra parada.

La unidad de control electrónico ECU mostrada en la figura 1 puede incluir un módulo de parametrización para parametrizar un número definido de modos de funcionamiento predeterminados de la bomba de calor, de manera que defina unas configuraciones cada una diferentes, con el objetivo de corresponder mejor a una necesidad específica de transferencia de calor. Los modos de funcionamiento se parametrizan mediante el módulo de parametrización en función, por un lado, de un número de módulos termoeléctricos 3 que están activados, y por otro lado, de las tensiones de alimentación asociadas a cada uno de los módulos termoeléctricos 3 que están activados.

Como el incremento de la tensión de alimentación asignada a cada módulo termoeléctrico 3 tiene tendencia a reducir el COP más allá de un cierto valor y para unas condiciones de temperatura dadas, la facultad de modificar las conexiones de fluidos permite añadir unas opciones para las que no es necesario incrementar la tensión de alimentación más allá de lo que es suficiente para obtener un punto de funcionamiento óptimo del módulo 3. Esto es por lo que el dispositivo de control puede configurar ventajosamente los medios de regulación de la tensión de alimentación de las unidades y la pluralidad de válvulas V1-V20 de manera que seleccione un modo de calefacción con un número de módulos termoeléctricos 3 (mediante una alimentación selectiva de las unidades 41-46) suficiente para responder a las necesidades de transferencia de calor, y suministrar una corriente de alimentación justamente suficiente para optimizar el COP. Para un par de temperaturas medidas en los dos circuitos, existe una corriente de alimentación única para la que un módulo termoeléctrico 3 considerado posee un COP máximo (compárese con la figura 5 de la solicitud de patente FR n.º 09 59196, que ilustra un ejemplo de modelización denominado "ley de agua" en el caso de el que el fluido caloportador es agua). Dicho de otra manera, se puede asociar a un punto de funcionamiento de ese tipo un par único de flujos de calor para la transferencia de calor en los dos circuitos emisor y receptor de calor.

En referencia a la figura 8, la bomba de calor puede controlarse procediendo como sigue:

- se conecta en una etapa preliminar la bomba de calor a la fuente de corriente eléctrica 8;
- se programa durante una primera etapa de parametrización 61 al menos una consigna de temperatura;
- se suministran, a continuación de una etapa de medición 62, por los sensores 31, 32 de temperatura, unas señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos de intercambio de calor;
- durante una etapa 63 de determinación de las necesidades de transferencia de calor, se utiliza el algoritmo de la unidad de control electrónico ECU y se calcula en función de la consigna de temperatura y de las señales suministradas por el conjunto de sensores 31, 32 de temperatura, unos parámetros representativos de una necesidad de transferencia de calor (pudiendo incluir la potencia de calefacción o de refrigeración y la temperatura característica en el circuito emisor de una tal calefacción o refrigeración);
- en una etapa 64 implementada por el algoritmo de la unidad de control electrónico ECU, se determina el número de módulos termoeléctricos 3 suficiente (en función del par potencia / temperatura del fluido en los circuitos), de manera que se conserve un COP optimizado; se determina igualmente una corriente de alimentación óptima de estos módulos termoeléctricos 3; en la práctica, esta es una selección de la configuración de la alimentación de fluidos y eléctrica, con la activación de un número determinado de unidades termoeléctricas, la que permite obtener un funcionamiento óptimo de la bomba de calor (funcionamiento en el que cada uno de los módulos termoeléctricos 3 tiene una potencia óptima y la potencia proporcionada coincide con la potencia útil deseada).

En referencia a la figura 7, se seleccionan las configuraciones óptimas en función del par temperatura del fluido / potencia útil deseada (par generalmente denominado "régimen de agua"). El gráfico ilustrado muestra en este caso doce configuraciones A1-A12 que pueden obtenerse a partir de un conjunto de doce unidades termoeléctricas. Estas

configuraciones se activan con la ayuda de válvulas de manera completamente similar a la que se ha descrito en el presente documento anteriormente en referencia a las figuras 2-5. De ese modo, el algoritmo de la unidad de control electrónico ECU está adaptado en este caso para seleccionar un modo de funcionamiento correspondiente a una de las configuraciones siguientes:

- 5 - una primera configuración A1 con doce unidades en cascada, bien adaptada cuando hay una reducida necesidad de potencia P;
- una segunda configuración A2 con seis de las unidades en cascada;
- una tercera configuración A3 con cuatro de las unidades en cascada;
- 10 - una cuarta configuración A4 con tres unidades en cascada;
- una quinta configuración A5 con dos unidades en cascada;
- una sexta configuración A6 de tipo "3*4" con tres grupos en paralelo utilizando cada uno cuatro unidades asociadas en cascada;
- una séptima configuración A7 con una única unidad;
- 15 - una octava configuración A8 de tipo "4*3" con cuatro grupos en paralelo utilizando cada uno tres unidades asociadas en cascada;
- una novena configuración A9 con dos de las unidades asociadas en paralelo;
- una décima configuración A10 con tres de las unidades asociadas en paralelo;
- una undécima configuración A11 con seis de las unidades asociadas en paralelo;
- 20 - una duodécima configuración A12 con las doce unidades asociadas en paralelo, permitiendo proporcionar una potencia elevada.

El gráfico de la figura 7 refleja de ese modo una cartografía de la bomba de calor que se puede utilizar ventajosamente con la ley de agua que define la evolución del par Temperatura del fluido T / Potencia útil P. Se comprende que, para no importa cuál de los puntos de funcionamiento que forman la ley de agua, es posible determinar la configuración óptima de las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44, 45, 46. Es visible en la figura 7 que la selección de una configuración en la gama grande de las configuraciones A1-A12 permite mantener los rendimientos de la bomba de calor a nivel elevado (con un alto COP), y esto para no importa qué necesidad de potencia útil. La ley de agua impondrá típicamente no utilizar las configuraciones A1-A6 más que en caso de necesidades reducidas, es decir para un par Temperatura del fluido/Potencia útil con unos valores bajos. Por ejemplo una necesidad correspondiente a una potencia P inferior a la que puede obtenerse con una única unidad (configuración A7) podría satisfacerse de manera óptima con una de las configuraciones A1-A6. Una necesidad de ese tipo corresponde a una potencia por ejemplo inferior a 120 W y a una temperatura deseada en el lado útil que no supere más de 10 °C la temperatura del lado de la fuente (con la temperatura de lado fuente típicamente del orden de 285 K).

En referencia a la figura 8, en función de la configuración seleccionada, la unidad 10 de alimentación eléctrica alimenta, a partir de la fuente de corriente eléctrica 8, las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 que se han asociado razonablemente tal como se ha descrito en el presente documento anteriormente. La tensión suministrada en cada una de las conexiones de salida S1, S2, S3, S4 de la unidad 10 de alimentación eléctrica se regula entonces de manera adecuada, gracias a los medios de la unidad 10 para modificar la alimentación eléctrica de cada una de las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44, 45, 46. Se puede obtener así la potencia útil deseada.

Durante una etapa de selección 65, se controlan los medios de regulación de la tensión de alimentación de las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 en función de la etapa anterior 64 (es decir en correspondencia con el modo de funcionamiento elegido). Cuando se utiliza la configuración en cascada, el modo de alimentación mantenido permite seleccionar unas corrientes diferentes entre las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 asociadas en cascada, de manera que el diferencial de temperatura permanezca constante entre las caras de cada una de las CEP.

En la configuración de alimentación de fluidos y eléctrica mantenida, se permite alcanzar o aproximarse lo más cerca posible al COP óptimo para cada uno de los módulos termoeléctricos 3. En efecto, en función de la variación de la temperatura exterior medida por uno de los sensores 32, el dispositivo de control es capaz de activar las válvulas V1-V20 y los órganos de bombeo P1-P5. Se tendrá en cuenta un cambio de temperatura de consigna por el dispositivo que ajustará inmediatamente el modo de funcionamiento.

En lo que antecede, se puede prever utilizar un caudal sustancialmente constante, en cada uno de los bucles de circulación en paralelo y en los bucles de circulación en cascada. El caudal se adapta por ejemplo al caso en el que todas las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 están en funcionamiento. Pero por supuesto, el sistema de control 2 puede presentar también un dispositivo de circulación de velocidad variable que permita por ejemplo reducir el caudal en unos modos de funcionamiento que generen más pérdidas de carga, por ejemplo en el caso de una circulación en cascada de varias unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44. Esto permite hacer reducir el consumo eléctrico de los medios de bombeo.

La unidad de control electrónico ECU puede incluir un algoritmo de gestión de datos representativos de la velocidad del fluido y de datos de consumo eléctrico de los medios de bombeo para seleccionar el caudal de circulación en los

5 bucles respectivos. Pueden evaluarse de ese modo las características vinculadas a la transferencia por convección en función de las velocidades de circulación y el algoritmo de gestión puede entonces parametrizar la velocidad más conveniente para mejorar los rendimientos de la bomba de calor. A título de ejemplo, cuando las unidades termoeléctricas se desconectan del sistema intercambiador 4 (sin alimentación de fluido ni alimentación eléctrica), el algoritmo de gestión puede controlar un cambio de velocidad de la circulación del fluido tras un análisis comparativo global de los rendimientos de la bomba de calor.

10 Una de las ventajas de la invención es optimizar la utilización del sistema intercambiador 4 en el caso principalmente en el que la potencia útil deseada es inferior a la potencia óptima generada por una única unidad termoeléctrica. Además, se puede proporcionar al operador un medio para optimizar el consumo eléctrico de la bomba de calor mientras se utilizan unos módulos termoeléctricos 3 que pueden ser idénticos (sistema modular). La optimización se automatiza para asegurar un funcionamiento conveniente de la bomba de calor. La rapidez de respuesta y la flexibilidad del sistema de control 2 son igualmente unas ventajas de una bomba de calor de ese tipo.

15 Se comprende que cada una de las formas y de los detalles de realización descritos anteriormente se pueden utilizar aisladamente o en combinación. Debe ser evidente para los expertos en la materia que la presente invención permite unos modos de realización bajo numerosas otras formas específicas sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención tal como se ha reivindicado. Se comprende principalmente que el sistema de control 2 no está limitado a los ejemplos particulares descritos en conexión con las figuras 1 y 2 y puede utilizar diferentes tipos de
20 medios de procesamiento que permitan controlar un dispositivo de conmutación u otros medios de regulación de la tensión, en función de las señales y/o datos representativos de una o varias temperaturas de consigna y de una o varias temperaturas medidas.

25 La unidad 10 de alimentación eléctrica puede presentarse bajo diferentes formas y puede incluir unos dispositivos de alimentación eléctrica físicamente separados y/o estar conectada a varias fuentes de corriente. Por ejemplo se pueden utilizar, en función de las condiciones de funcionamiento, al menos una corriente de una red de distribución y/o la corriente proporcionada por un equipo adicional de células fotovoltaicas o que convierte en electricidad una energía exterior.

30 Por otro lado, el acoplamiento/desacoplamiento térmico entre las fuentes que alimentan los intercambiadores de las unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44 puede utilizarse en una bomba de calor únicamente en asociación con la alimentación selectiva de estas unidades termoeléctricas 41, 42, 43, 44. En un modo de realización de ese tipo, la regulación de la tensión suministrada por cada una de las conexiones de salida S1, S2, S3, S4 es por tanto opcional y puede suprimirse. En este caso, incluso en ausencia de funciones de ajuste de los niveles de tensión, se obtiene
35 ventajosamente una bomba de calor con un coste menor y que permite adaptarse eficazmente a las necesidades aproximándose a un punto de funcionamiento óptimo: el dispositivo de control permite un parametrizado selectivo del número de módulos termoeléctricos 3 y activar la configuración adecuada del dispositivo de acoplamiento/desacoplamiento térmico asociado a las unidades termoeléctricas 40, 41, 42, 43, 44.

REIVINDICACIONES

1. Bomba de calor termoeléctrica, que comprende dos circuitos (C1, C2) de intercambio de calor y una pluralidad de unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44) de transferencia de calor de un primer grupo que comprende cada una:

- un primer intercambiador (41a, 42a, 43a, 44a);
- un segundo intercambiador (41b, 42b, 43b, 44b); y
- al menos un módulo termoeléctrico (3) adaptado para transferir el calor entre los dos intercambiadores;

caracterizada por que comprende un sistema de control (2) que incluye al menos una unidad (10) de alimentación eléctrica que permite alimentar eléctricamente cada una de las unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44);

por que dicha pluralidad de unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44) comprende una unidad (41) de entrada cuyo primer intercambiador (41a) está conectado al primer circuito (C1) de los dos circuitos y una unidad (44) de salida cuyo segundo intercambiador (44b) está conectado a un segundo circuito (C2) de los dos circuitos, comprendiendo el sistema de control (2) una pluralidad de válvulas (V1-V20) asociadas a un dispositivo de control adaptado para parametrizar una configuración en cascada en la que el segundo intercambiador (41b) de la unidad de entrada está conectado a un primer intercambiador (42a; 44a) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, y el primer intercambiador (44a) de la unidad (44) de salida está conectado a un segundo intercambiador (41b; 43b) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas,

y **por que** el dispositivo de control comprende una unidad de control electrónica (ECU) que incluye:

- unos medios para parametrizar un número definido de puntos de funcionamiento predeterminados de los módulos termoeléctricos (3) de la bomba de calor; y
- un algoritmo adaptado para seleccionar uno de los puntos de funcionamiento predeterminados para los módulos termoeléctricos de dicho primer grupo y que permite activar una transferencia de calor generada por dicha configuración en cascada en función de la selección del punto de funcionamiento.

2. Bomba de calor termoeléctrica según la reivindicación 1, en la que dicha pluralidad de unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44) del primer grupo incluye además al menos una unidad intermedia (42, 43) que presenta:

- un primer intercambiador (42a, 43a) conectado en dicha configuración en cascada a un segundo intercambiador (41b, 42b) de otra unidad (41, 42) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas; y
- un segundo intercambiador (42b, 43b) conectado en dicha configuración en cascada a un primer intercambiador (43a, 44a) de otra unidad (43, 44) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas.

3. Bomba de calor termoeléctrica según la reivindicación 1 o 2, que comprende además otra pluralidad de unidades termoeléctricas (45, 46) de transferencia de calor de un segundo grupo que comprende cada una:

- un primer intercambiador (45a, 46a);
- un segundo intercambiador (45b, 46b);
- al menos un módulo termoeléctrico (3) adaptado para transferir calor entre los dos intercambiadores;

estando adaptado el dispositivo de control para hacer funcionar los grupos de unidades termoeléctricas en al menos una configuración en paralelo elegida entre:

- una configuración en la que todas las unidades termoeléctricas alimentadas eléctricamente están en paralelo entre ellas; y
- una configuración en la que una parte de las unidades termoeléctricas alimentadas eléctricamente están en una configuración en cascada en el interior del primer grupo de unidades termoeléctricas.

4. Bomba de calor termoeléctrica según la reivindicación 1 o 2, en la que el dispositivo de control está adaptado además para parametrizar una configuración en paralelo en la que los primeros intercambiadores (41a, 42a, 43a, 44a; 45a, 46a) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44) de dicho primer grupo y/o de al menos una unidad termoeléctrica (45, 46) de la misma naturaleza que las unidades termoeléctricas del primer grupo y que pueden pertenecer a un segundo grupo están conectados al primer circuito (C1) y los segundos intercambiadores (41b, 42b, 43b, 44b; 45b, 46b) de las mismas unidades termoeléctricas están conectados al segundo circuito (C2), gracias a lo que unos primeros intercambiadores (41a, 42a, 43a, 44a; 45a, 46a) pueden conectarse al primer circuito (C1) en paralelo y unos segundos intercambiadores (41b, 42b, 43b, 44b; 45b, 46b) pueden conectarse al segundo circuito (C2) en paralelo.

5. Bomba de calor termoeléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende:

- unos primeros órganos de bombeo (P1, P5) adaptados para hacer circular un fluido caloportador, utilizado por el primer circuito (C1), al menos en el primer intercambiador (41a) de la unidad (41) de entrada y para hacer circular un fluido caloportador, utilizado por el segundo circuito (C2), al menos en el segundo intercambiador

(44b) de la unidad (44) de salida; y

- unos segundos órganos de bombeo (P2, P3, P4) adaptados para hacer circular en dicha configuración en cascada un fluido caloportador en un bucle cerrado que no atraviesa ni el primer intercambiador (41a) de la unidad (41) de entrada ni el segundo intercambiador (44b) de la unidad (44) de salida, comprendiendo el bucle cerrado al menos un primer intercambiador (42a, 43a, 44a) y al menos un segundo intercambiador (41b, 42b, 43b) de dicha pluralidad de unidades termoelectricas que forman el primer grupo.

6. Bomba de calor termoelectrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende un conjunto de sensores (31, 32) de temperatura adaptados para suministrar principalmente unas señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos (C1, C2) de intercambio de calor, estando unido el dispositivo de control a un dispositivo de entrada de una temperatura de consigna, estando adaptado el algoritmo del dispositivo de control para seleccionar uno de los puntos de funcionamiento predeterminados en función de dicha consigna de temperatura y de las señales suministradas por dicho conjunto de sensores de temperatura, siendo parametrizada a continuación una configuración de dicha pluralidad de válvulas (V1-V20) en función del punto de funcionamiento seleccionado.

7. Bomba de calor termoelectrica según la reivindicación 9, en la que el dispositivo de control está adaptado para modificar la alimentación eléctrica y una alimentación hidráulica de cada una de las unidades termoelectricas (41, 42, 43, 44, 45, 46) en función de la configuración parametrizada para la pluralidad de válvulas (V1-V20).

8. Bomba de calor termoelectrica según la reivindicación 9 o 10, en la que dicho algoritmo está adaptado para efectuar una correlación, en función de dicha consigna de temperatura y de las señales suministradas por dicho conjunto de sensores (31, 32) de temperatura, entre unas necesidades de transferencia de calor y un único modo de funcionamiento, de manera que elija el modo de funcionamiento que maximiza el coeficiente de rendimiento de la bomba de calor.

9. Bomba de calor termoelectrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicha unidad (10) de alimentación eléctrica comprende unos medios de ajuste para suministrar, en la configuración en cascada unas corrientes diferentes a la unidad de entrada y a la unidad de salida.

10. Bomba de calor termoelectrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la unidad de control electrónico (ECU) comprende un módulo de parametrización para parametrizar un número definido de modos de funcionamiento predeterminados de la bomba de calor, que corresponden a unas necesidades diferentes de potencia de transferencia de calor, comprendiendo el módulo de parametrización dicho algoritmo y dichos medios para parametrizar un número definido de puntos de funcionamiento predeterminados de los módulos termoelectricos (3) de la bomba de calor, permitiendo el algoritmo seleccionar uno de los modos de funcionamiento de la bomba de calor de manera que se minimice la potencia eléctrica total consumida por los módulos termoelectricos mientras se responde a las necesidades de transferencia de calor.

11. Bomba de calor termoelectrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que cada una de las unidades termoelectricas (41, 42, 43, 44) del primer grupo comprende al menos una válvula (v1, v2) adaptada para cortar selectivamente la circulación de fluido caloportador en los intercambiadores de la unidad termoelectrica.

12. Bomba de calor termoelectrica según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el dispositivo de control está adaptado para parametrizar un número de unidades termoelectricas (41, 42, 43, 44) en cascada entre ellas de 0 a N, en la que N es un número entero superior o igual a dos, y superior o igual a cuatro en unos modos de realización preferidos.

13. Procedimiento de control de una bomba de calor termoelectrica, en el que se hace circular un fluido caloportador respectivamente en dos circuitos (C1, C2) de intercambio de calor de una bomba de calor termoelectrica que comprende una pluralidad de unidades termoelectricas (41, 42, 43, 44) de transferencia de calor que forman un primer grupo y que comprende cada una:

- un primer intercambiador (41a, 42a, 43a, 44a);
- un segundo intercambiador (41b, 42b, 43b, 44b);
- al menos un módulo termoelectrico (3) adaptado para transferir calor entre los dos intercambiadores;

comprendiendo el procedimiento las etapas que consisten en:

- conectar un primer intercambiador (41a) de una unidad (41) de entrada de dicha pluralidad de unidades termoelectricas a un primer circuito (C1) de los dos circuitos;
- conectar un segundo intercambiador (44b) de una unidad (44) de salida de dicha pluralidad de unidades termoelectricas a un segundo circuito (C2) de los dos circuitos;
- alimentar a partir de una fuente (8) de corriente eléctrica al menos la unidad (41) de entrada y la unidad (44) de salida de dichas unidades termoelectricas (41, 42, 43, 44) mediante al menos una unidad (10) de alimentación eléctrica que presenta una pluralidad de conexiones (S1, S2, S3, S4, S5) de salida y/o al menos una unidad

termoeléctrica (45, 46) de transferencia de calor que forma parte de un segundo grupo;

- introducir una consigna de temperatura;

- suministrar, mediante un conjunto de sensores (31, 32) de temperatura, unas señales representativas de temperaturas características de los dos circuitos (C1, C2) de intercambio de calor;

5 - seleccionar un modo de funcionamiento predeterminado de la bomba de calor para responder a unas necesidades de transferencia de calor, pudiendo seleccionarse cada uno de los modos de funcionamiento como resultado de una utilización de los módulos termoeléctricos (3) de la bomba de calor en unos puntos de funcionamiento predeterminados; y

10 - para permitir una utilización de los módulos termoeléctricos de dicho primer grupo en unos puntos de funcionamiento que minimicen la potencia eléctrica consumida mientras se contribuye a responder a las necesidades de transferencia de calor, transferir calor mediante una configuración en cascada en la que el segundo intercambiador (41b) de la unidad (41) de entrada está conectado a un primer intercambiador (42a; 44a) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, y el primer intercambiador (44a) de la unidad (44) de salida está conectado a un segundo intercambiador (41b; 43b) de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas.

15 14. Procedimiento de control según la reivindicación 13, en el que se controla además la alimentación eléctrica de las unidades termoeléctricas (41, 42, 43, 44) del primer grupo y se hace circular un fluido caloportador en unas canalizaciones idénticas o simétricas del primer y segundo intercambiadores (41a-41b, 42a-42b, 43a-43b, 44a-44b) de cada unidad termoeléctrica eléctricamente alimentada, de manera que se conserve una diferencia de temperatura sustancialmente constante entre las caras de los módulos termoeléctricos (3) de dicho primer grupo.

20 15. Procedimiento de control según la reivindicación 13 o 14, que incluye las etapas siguientes:

25 - cerrar dos válvulas (V1, V2) conectadas al segundo intercambiador (41b) de la unidad (41) de entrada para desconectar del segundo circuito (C2) el segundo intercambiador (41b) de la unidad de entrada;

- cerrar dos válvulas (V5, V6; V17, V18) conectadas a un primer intercambiador (42a; 44a) determinado de dicha pluralidad de unidades termoeléctricas, distinto del primer intercambiador (41a) de la unidad de entrada, para desconectar del primer circuito (C1) dicho primer intercambiador (42a; 44a) determinado;

30 - abrir dos válvulas (V3, V4) conectadas al segundo intercambiador (41b) de dicha unidad de entrada (41) para hacer circular un fluido caloportador entre el primer intercambiador determinado (42a; 44a) y el segundo intercambiador (41b) de la unidad de entrada (41); y

35 - opcionalmente cuando el primer grupo comprende al menos tres unidades termoeléctricas, abrir dos válvulas (V15, V16) conectadas al primer intercambiador (44a) de la unidad (44) de salida para hacer circular un fluido caloportador entre un segundo intercambiador del primer grupo, distinto del segundo intercambiador (44b) de la unidad (44) de salida, y el primer intercambiador (44a) de la unidad (44) de salida.

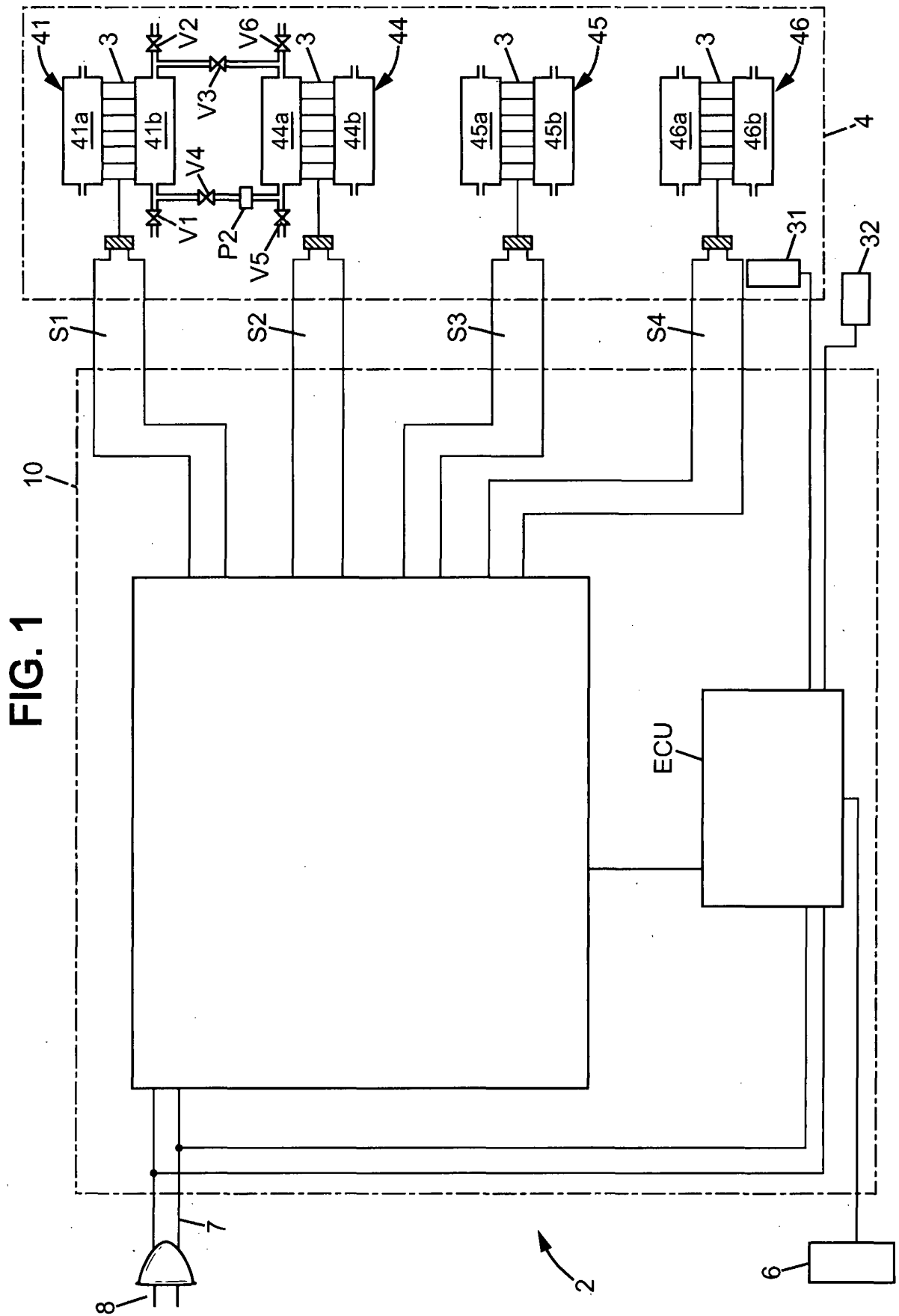
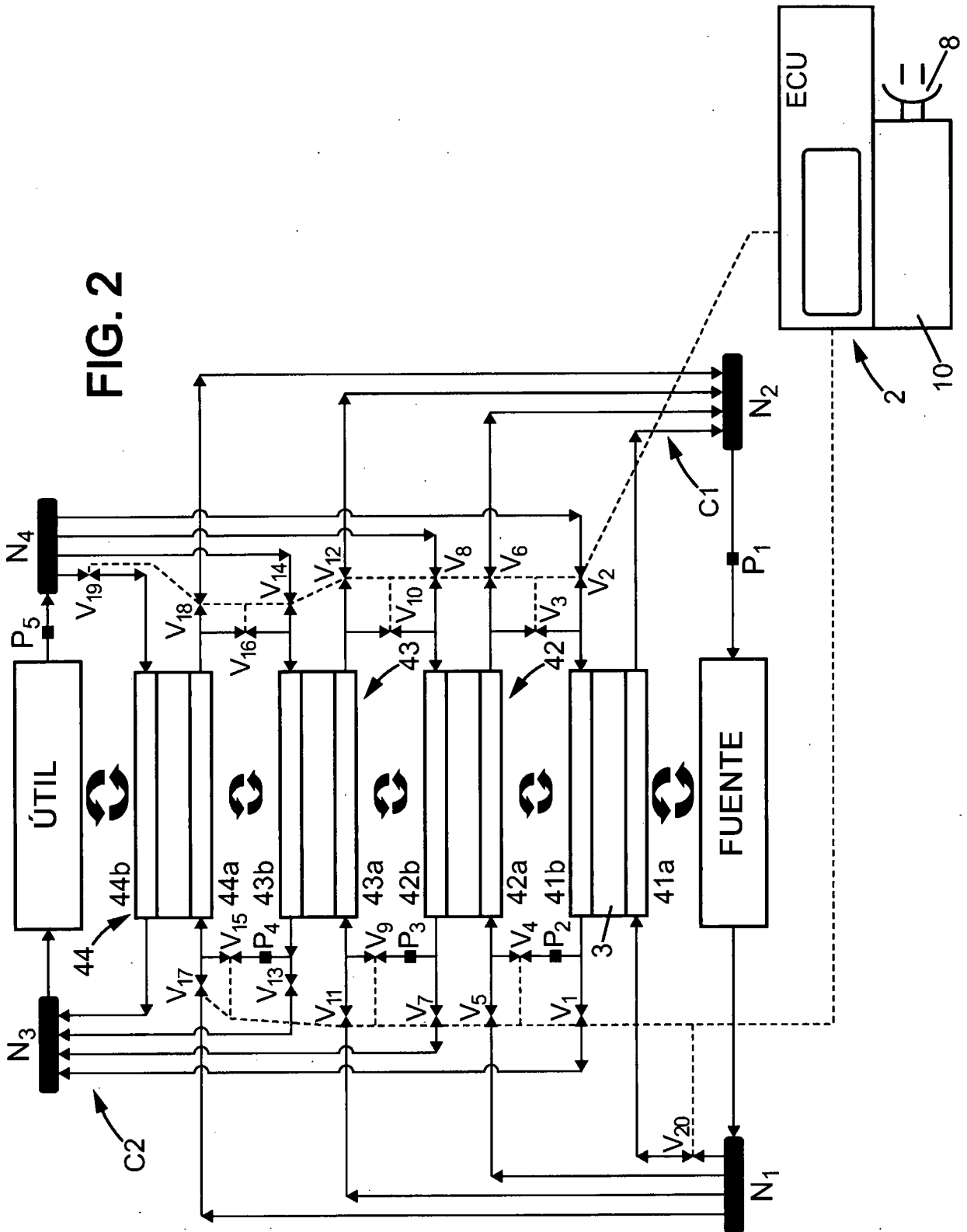
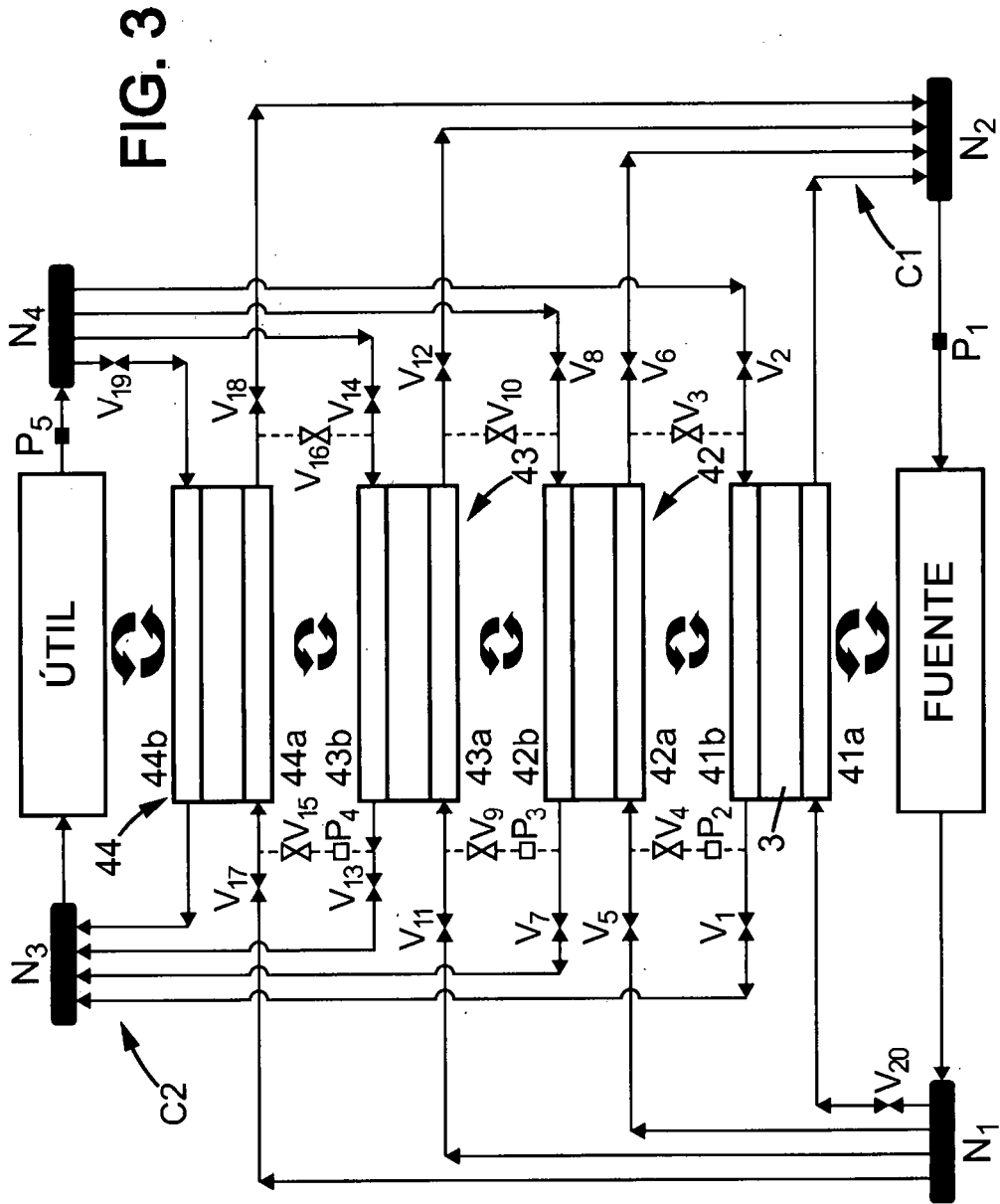
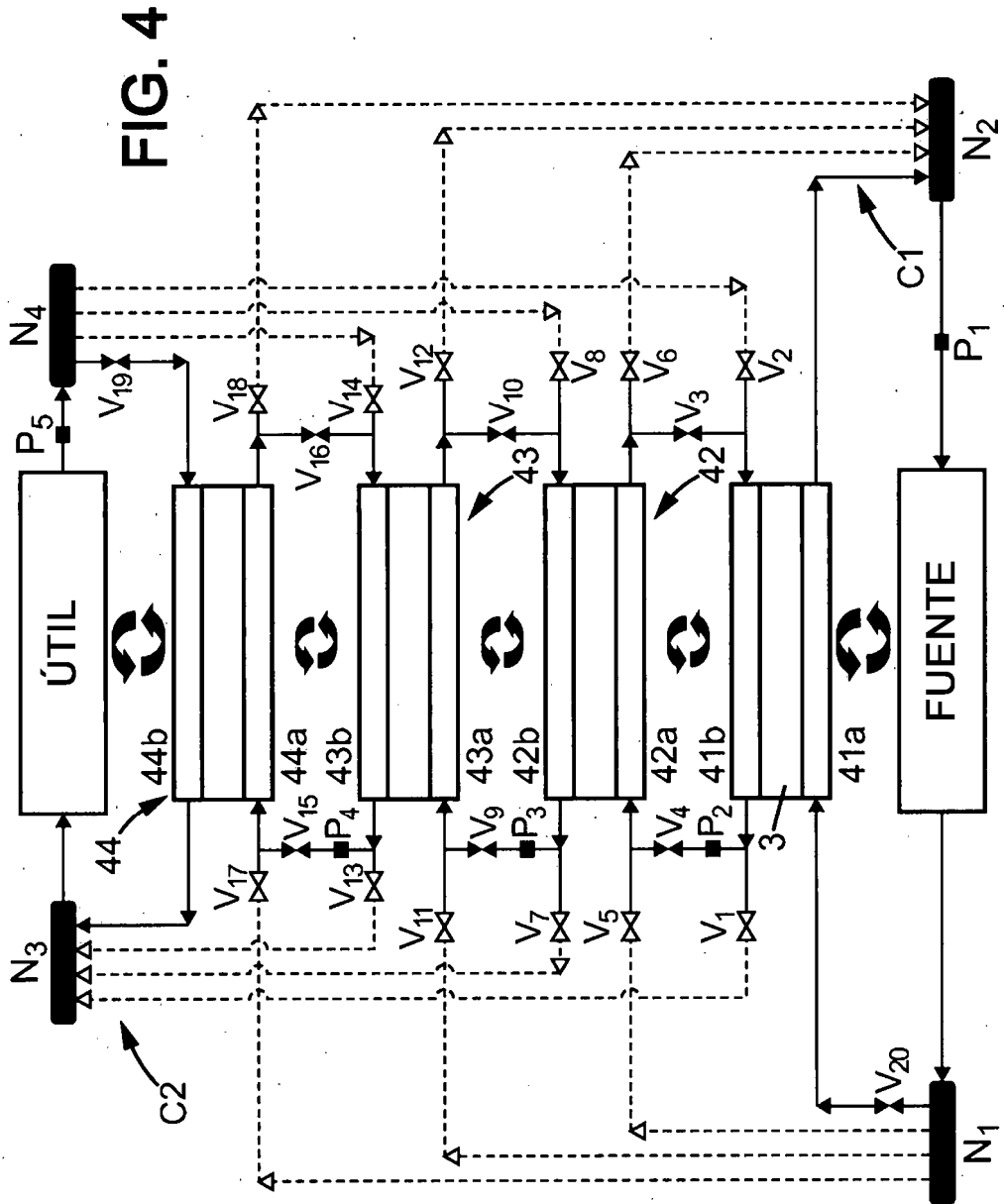
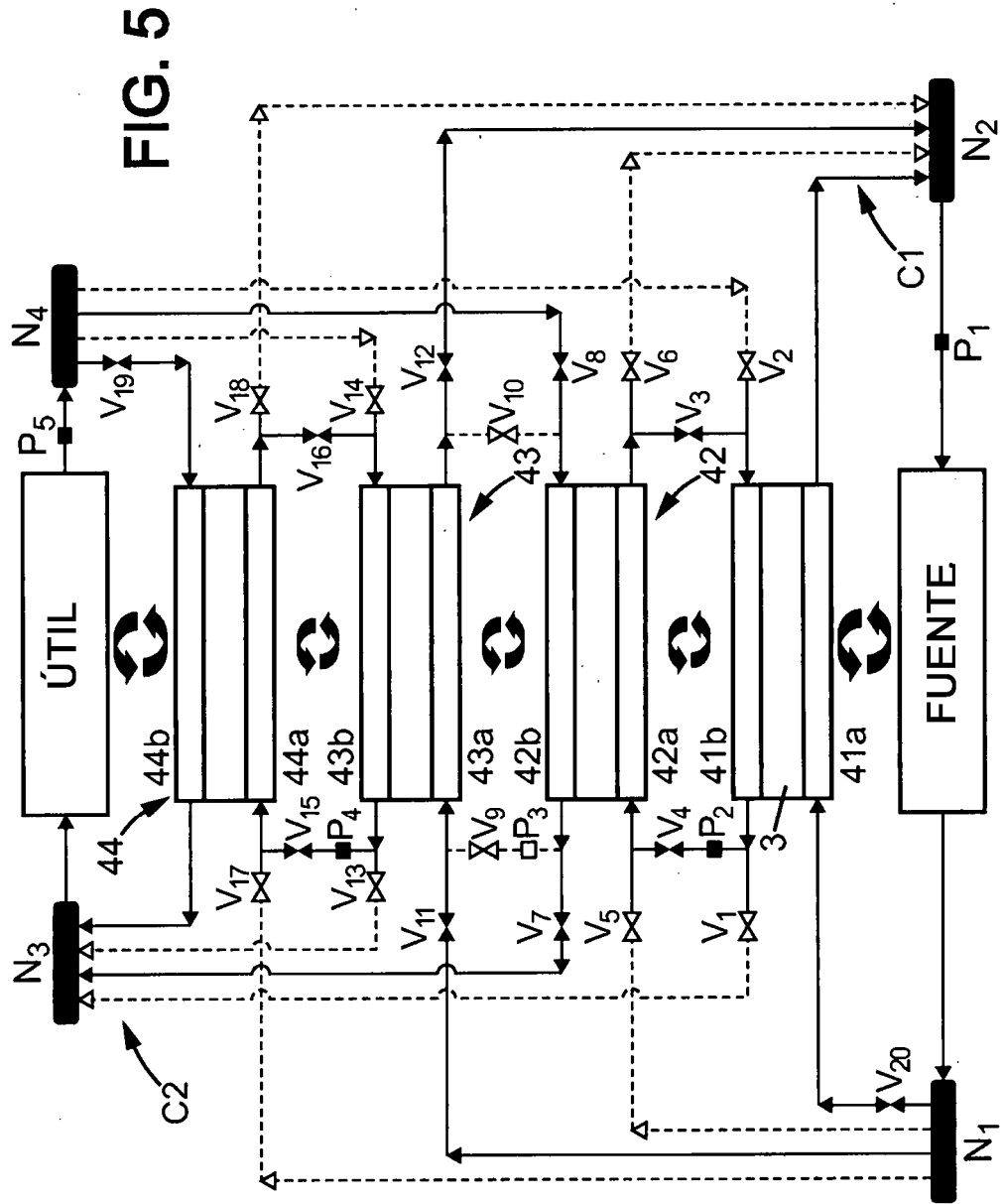


FIG. 1









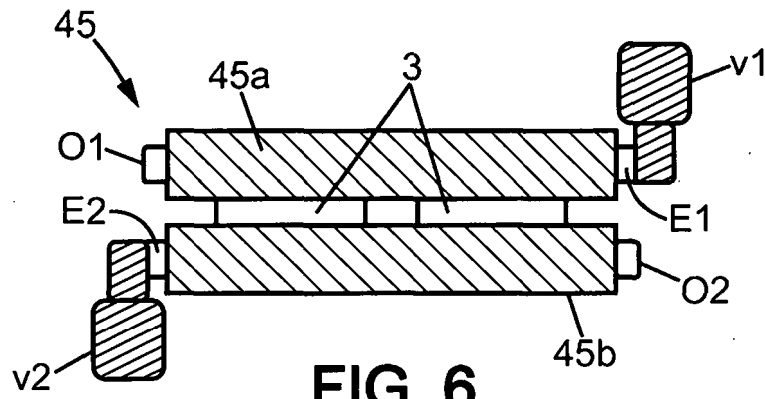


FIG. 6

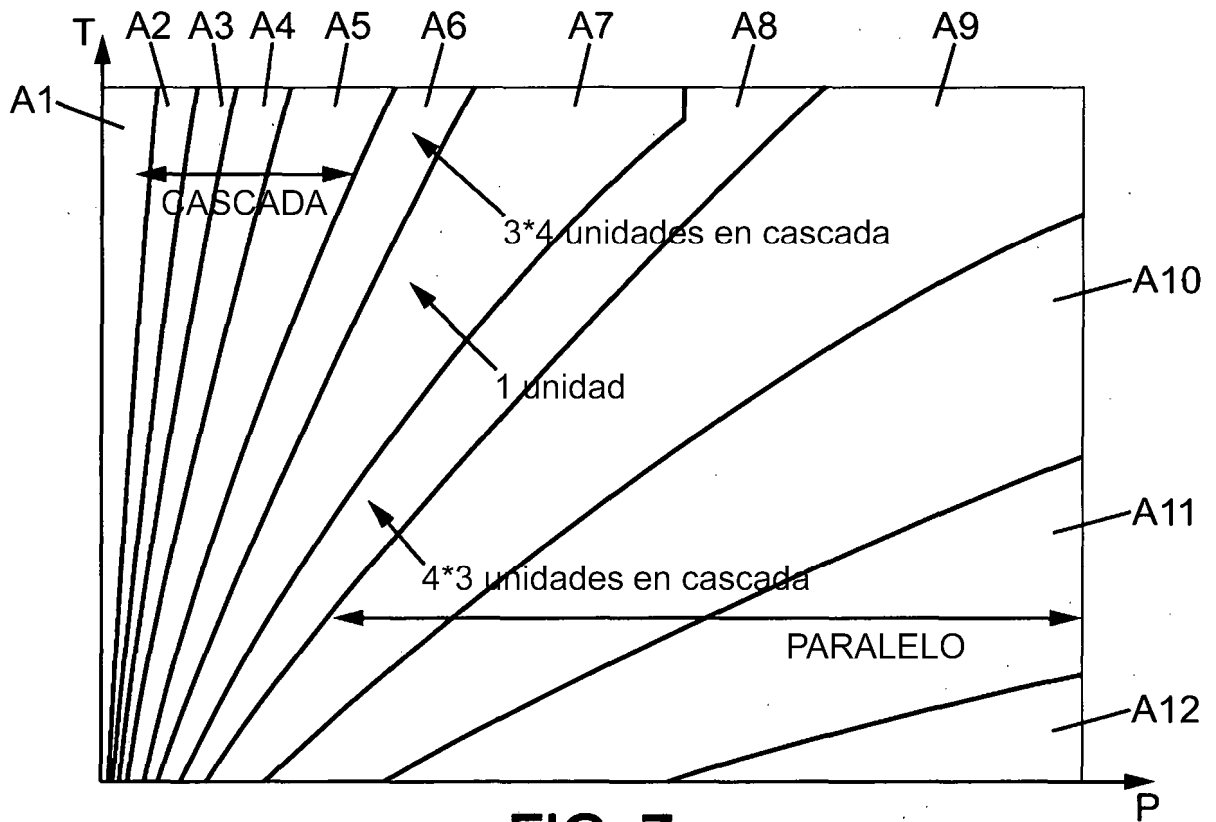


FIG. 7

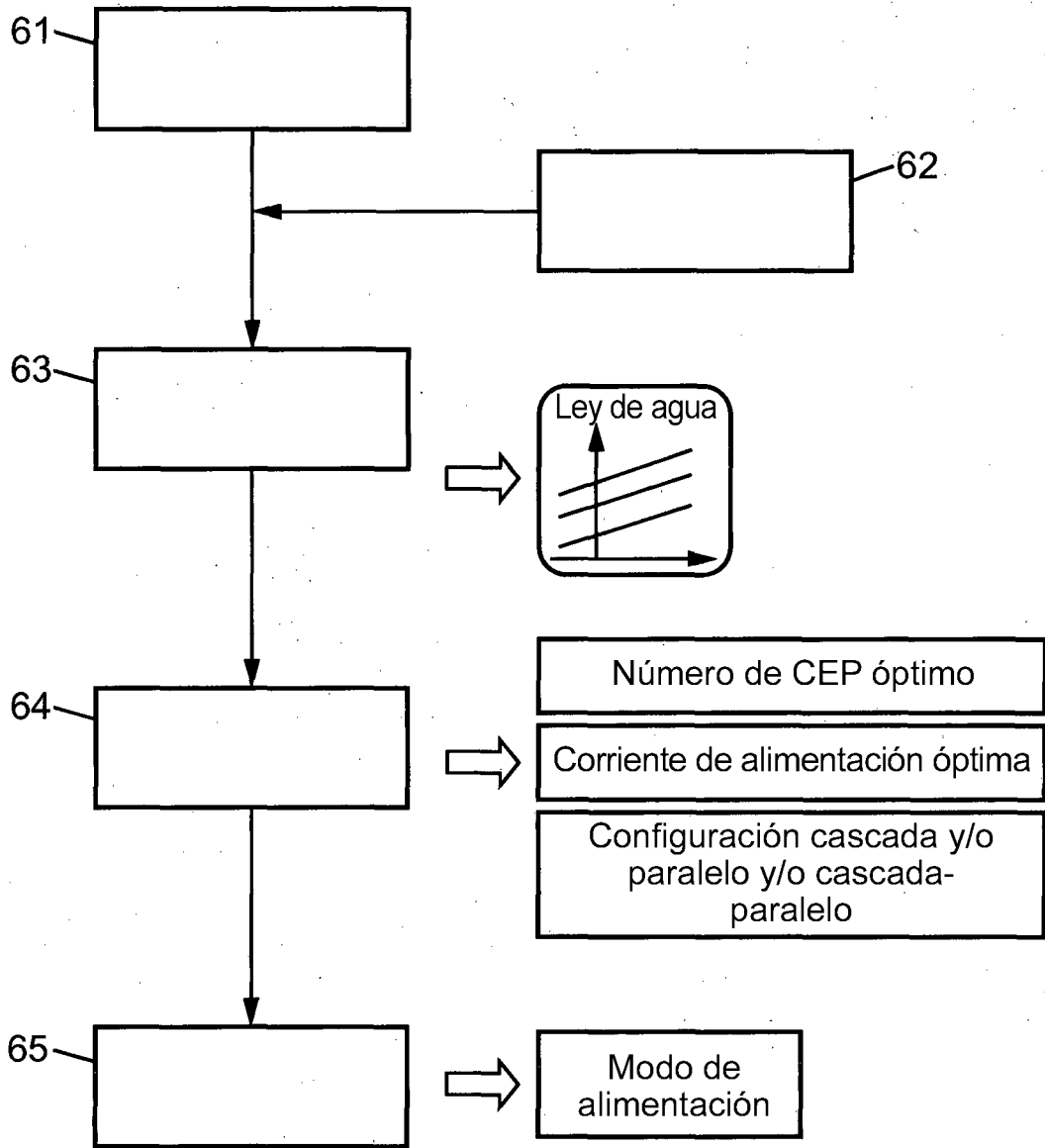


FIG. 8