

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 389**

51 Int. Cl.:

**F25B 17/08** (2006.01)

**F25B 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2005 PCT/FR2005/003119**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2006 WO06067302**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2005 E 05848348 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 1831616**

54 Título: **Producción de frío mediante un procedimiento termoquímico para la climatización de un edificio**

30 Prioridad:

**20.12.2004 FR 0413569**

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

**02.01.2018**

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (100.0%)  
3, rue Michel-Ange  
75016 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**SPINNER, BERNARD;  
STITOU, DRISS y  
COUDERT, JEAN-PIERRE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 648 389 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

Producción de frío mediante un procedimiento termoquímico para la climatización de un edificio.

La presente invención se refiere a un dispositivo de producción de frío mediante un procedimiento termoquímico para la climatización de un inmueble.

5 Un sistema constituido por un dipolo termoquímico que utiliza dos fenómenos termoquímicos reversibles es una forma conocida para producir frío. El dipolo termoquímico comprende un reactor BT, un reactor HT y medios para intercambiar un gas entre BT y HT. Los dos reactores son la base de los fenómenos termoquímicos reversibles seleccionados de modo que, a una presión dada en el dipolo, la temperatura de equilibrio en BT es inferior a la temperatura de equilibrio en HT. El fenómeno reversible en el reactor HT implica un adsorbente S y un gas G y  
10 puede ser una adsorción reversible de G por S o una reacción química reversible de S y G, de acuerdo con el esquema

"adsorbente S" + "G"  $\rightleftharpoons$  "adsorbente S + G".

El fenómeno reversible en el reactor BT implica al mismo gas G. Puede ser un cambio de fase líquido/gas del gas G o una adsorción reversible de G por un adsorbente S<sup>1</sup> o una reacción química reversible de S<sup>1</sup> y G, siendo el  
15 adsorbente S<sup>1</sup> diferente de S. La etapa de producción de frío del dispositivo corresponde a la etapa de síntesis en HT

"adsorbente S" + "G"  $\rightarrow$  "adsorbente S + G".

La etapa de regeneración corresponde a la etapa de descomposición en HT

"adsorbente S + G"  $\rightarrow$  "adsorbente S" + "G".

20 La producción de frío a una temperatura Tf en un dipolo (BT, HT) a partir de una fuente de calor a la temperatura Tc y un disipador térmico a la temperatura To, implica que el fenómeno termoquímico en BT y el fenómeno termoquímico en HT son tales que:

- durante la etapa de producción de frío por el dipolo, el consumo exotérmico de gas en HT tiene lugar a una temperatura próxima y superior a To, lo que crea en el dipolo una presión tal que la temperatura de equilibrio en el  
25 reactor BT es próxima e inferior a Tf.

- durante la etapa de regeneración del dipolo, la liberación endotérmica de gas en HT se efectúa mediante el suministro de calor a la temperatura Tc, lo que crea una presión en el dipolo tal que la temperatura a la que se efectúa el consumo exotérmico de gas en BT es próxima y mayor a To.

30 El fenómeno termoquímico en un reactor BT es generalmente un cambio de fase líquido/gas de G. BT es entonces un conjunto de evaporador/condensador EC.

La utilización de dispositivos termoquímicos para la climatización de edificios es atractiva, en la medida en que los dispositivos en cuestión son silenciosos y no generan vibraciones. En general, estos dispositivos utilizan el subsuelo como un disipador térmico, que está casi permanentemente a una temperatura de 15 °C en las regiones templadas. Además, siendo la climatización necesaria principalmente en los periodos de fuerte calor, se puede considerar  
35 utilizar la energía solar que es particularmente abundante durante estos periodos. Sin embargo, el calor captado por los paneles planos baratos está a una temperatura que generalmente no supera los 70 °C. Temperaturas netamente superiores sólo se pueden obtener con paneles solares de alta tecnología y particularmente caros, tales como los paneles de vacío o los paneles con concentración parabólica o cilindro-parabólicos. Además, la energía solar sufre variaciones de intensidad, en primer lugar, durante el año y, en segundo lugar, durante una jornada.

40 Se conocen fenómenos termoquímicos que permiten producir frío a partir de una fuente de calor a una temperatura Tc aproximadamente de 70 °C y un disipador térmico a una temperatura To aproximadamente de 15 °C. Por ejemplo, se puede utilizar en el reactor BT del dipolo, un cambio de fase L/G de amoníaco (NH<sub>3</sub>), de metilamina (NH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>) o de H<sub>2</sub>O. Para los reactores, se puede mencionar una sorción química reversible de NH<sub>3</sub> por CaCl<sub>2</sub>, por BaCl<sub>2</sub>, por PbBr<sub>2</sub>, por PbCl<sub>2</sub>, por LiCl, por SnCl<sub>2</sub>, por ZnSO<sub>4</sub> o por NH<sub>4</sub>Br o de NH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> por CaCl<sub>2</sub>; o una adsorción de  
45 agua por zeolita o un silicagel; o la adsorción de metanol (MeOH) o amoníaco en carbón activo; o la absorción de NH<sub>3</sub> en una solución líquida de amoníaco (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O) o de H<sub>2</sub>O por una solución salina de LiBr.

El documento US5174367 describe un dispositivo de producción de frío a partir de un gas de trabajo que es hidrógeno. El dispositivo utiliza una reacción química entre un sólido y el hidrógeno en lugar de una condensación/evaporación.

50 La publicación ALAM KC ET AL " a four-bed mass recovery adsorption réfrigération cycle driven by low temperature waste/renewable heat source" RENEWABLE ENERGY, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, vol. 29, n.º 9, julio de 2004 (2004-07), páginas 1461-1475, XP004500148 ISSN: 0960-1481, describe un dispositivo de producción de frío controlado por una fuente calor a baja temperatura.

- 5 El objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo para la climatización de un edificio, estando dicho dispositivo constituido por varios dipolos termoquímicos que operan entre una fuente de calor a una temperatura  $T_c$  relacionada con la energía solar y un disipador térmico a una temperatura  $T_o$  aproximadamente de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , principalmente con la ayuda de fenómenos termoquímicos conocidos que utilizan como gas de trabajo el amoníaco, la metilamina o el agua.
- La presente invención tiene por objetivo un dispositivo y un procedimiento termoquímico para la climatización de un edificio a partir una fuente de calor intermitente cuya temperatura máxima  $T_h$  es aproximadamente de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  y de un disipador térmico a una temperatura aproximadamente de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 10 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende tres o cuatro dipolos termoquímicos que comprenden cada uno un conjunto de evaporador-condensador EC y un reactor R conectados por medios que permiten la circulación de un gas G entre ellos y medios que permiten interrumpir la circulación del gas. Se caracteriza por que:
- los reactores son la base de los fenómenos reversibles entre el gas G y un líquido o un sólido y los evaporadores-condensadores son la base de un cambio de fase líquido-gas de G;
  - los reactores R están provistos de medios para intercambiar calor entre sí y medios que permiten el control del intercambio de calor;
  - los fenómenos termoquímicos en los diferentes dipolos pueden ser idénticos o diferentes;
  - el dispositivo comprende una fuente de calor a temperatura variable  $T_c$ , cuya temperatura máxima  $T_h$  es aproximadamente de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un disipador térmico a una temperatura  $T_o$  aproximadamente de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 15 En un dispositivo de este tipo, en el que el conjunto EC de cada dipolo es la base de un cambio de fase líquido/gas del gas de trabajo G, la temperatura en R es naturalmente superior a la temperatura en EC para un dipolo dado.
- Los fenómenos termoquímicos en los diferentes dipolos tienen preferiblemente curvas de equilibrio próximas para limitar las pérdidas térmicas hacia el exterior de los reactores. Se considera que dos curvas de equilibrio de dos fenómenos termoquímicos están próximas cuando, a una presión de equilibrio dada, las respectivas temperaturas de equilibrio difieren un máximo de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es particularmente ventajoso elegir el mismo fenómeno termoquímico en todos los dipolos.
- 20 Los dipolos del dispositivo de acuerdo con la invención se designarán de aquí en adelante por  $D_a$  (constituido por el evaporador-condensador  $E_{Ca}$  y el reactor  $R_a$ ),  $D_b$  (constituido por  $E_{Cb}$  y  $R_b$ ),  $D_c$  (constituido por  $E_{Cc}$  y  $R_c$ ) y eventualmente  $D_d$  (constituido por  $E_{Cd}$  y  $R_d$ ).
- 30 Durante un ciclo diario de 24 horas que comprende las fases sucesivas M1, H1, H2, M2, B, los paneles solares proporcionan calor disponible a una temperatura  $T_c$  variable de acuerdo con las fases del ciclo. Durante las fases H1 y H2 de plena insolación, el calor proporcionado se sitúa próximo al valor  $T_h$  aproximadamente de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Durante la fase M1 que precede o la fase M2 que sigue a la plena insolación, el calor producido está a una temperatura intermedia  $T_m$  comprendida entre  $T_h$  y  $T_o$ , pero no obstante utilizable como fuente de calor. Durante la noche o en ausencia de sol (fase B), el calor está a una temperatura  $T_b$  próxima a la temperatura ambiente  $T_o$ , por lo tanto, demasiado baja como para poder utilizarse como fuente de calor.
- 35 El procedimiento de acuerdo con la presente invención está destinado a producir frío en ciclos de 24 horas, cada uno de los cuales incluye las fases sucesivas M1, H1, H2, M2, B, a partir de una fuente de calor cuya temperatura está a un valor  $T_h$  aproximadamente o superior de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante las fases H1 y H2, a un valor intermedio  $T_m$  durante las fases M1 y M2 y a un valor  $T_b$  próximo a la temperatura ambiente durante la fase B. Se caracteriza por que consiste en hacer funcionar el dispositivo de acuerdo con la invención, para crear fuentes de calor internas a una temperatura superior a la temperatura de la fuente externa, durante los periodos en los que ésta es demasiado baja, principalmente durante las fases M1 y M2.
- Más particularmente, el procedimiento de producción de frío de acuerdo con la invención consiste en hacer funcionar el dispositivo de acuerdo con la invención en las siguientes condiciones:
- 45 a) se provoca la regeneración de cada dipolo mediante el suministro al reactor R de dicho dipolo de una cantidad de calor proporcionada por el panel solar, siendo realizado el suministro:
- bien directamente al reactor R del dipolo a regenerar cuando el calor es proporcionado por la fuente de calor a una temperatura elevada (fases H1, H2), pudiendo los reactores R de dos dipolos recibir simultáneamente calor con temperatura elevada  $T_h$ ;
  - bien indirectamente cuando el calor se proporciona a una temperatura intermedia  $T_m$  (fases M1, M2), siendo proporcionado entonces el calor al evaporador-condensador EC de un dipolo regenerado con el fin provocar la fase de síntesis exotérmica en el reactor R correspondiente, liberando dicha síntesis una cantidad de calor a una temperatura superior a  $T_m$  y próxima a  $T_h$ , que se transfiere al reactor R de un dipolo a regenerar.
- 50

b) el calor se introduce en el dispositivo de tal manera que:

- dos dipolos se regeneran de forma simultánea (directa o indirectamente) durante las fases H1 y H2, mientras que un dipolo produce frío;
- uno o dos dipolos se regeneran indirectamente durante cada fase M1 y M2, produciendo uno de los otros dipolos frío eventualmente;
- eventualmente, un dipolo produce frío durante la fase B.

Un dipolo dado se regenera total o parcialmente, al final de un ciclo completo, de acuerdo con la cantidad de calor disponible durante la etapa de regeneración y la cantidad de frío necesaria durante la etapa de producción de frío de un ciclo completo.

10 En una primera forma de realización, se utiliza el procedimiento de la invención en un dispositivo constituido por 3 dipolos Da, Db y Dc en los que los fenómenos termoquímicos son idénticos, con el fin de producir frío durante las fases H1 y H2 durante las cuales el calor está disponible a la temperatura más elevada Th, durante la fase M2 durante la cual el calor está disponible a una temperatura intermedia Tm, estando el dispositivo en regeneración durante la fase M1 e inactivo en la fase B.

15 La figura 1 muestra, en un diagrama de Clapeyron, la evolución de las condiciones de temperatura y presión en el dispositivo durante cada una de las fases activas. Las curvas 2 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los reactores y las curvas 1 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los evaporadores-condensadores. Las letras a, b y c indican el dipolo afectado por la evolución.

20 Al final de la fase B, el evaporador-condensador se aísla del reactor en cada uno de los dipolos y los diferentes dipolos están en el siguiente estado:

- Da para regenerar
- Db para regenerar
- Dc parcialmente regenerado

25 Al comienzo de la fase M1, se abre la conexión gaseosa entre la ECa y Ra por una parte y entre ECc y Rc por otra parte y se suministra calor a la temperatura Tm a ECc del dipolo Dc (punto D1). Este suministro de calor provoca la evaporación del gas G que se transfiere en el reactor Rc en el que se produce entonces la fase de síntesis exotérmica (punto S2). El calor liberado por esta síntesis se transfiere en Ra donde provoca la liberación del gas G (punto D2). El gas liberado en Ra se transfiere en ECa donde se condensa liberando el calor (punto S1). Al final de la fase M1, los dipolos están en el siguiente estado:

- 30 Da parcialmente regenerado
- Db para regenerar
- Dc para regenerar

35 Al comienzo de la fase H1, se abre la conexión gaseosa entre ECb y Rb. Durante la fase H1 se regeneran los dipolos Db y Dc mediante suministro directo de calor a la temperatura Th en Rb y Rc (puntos D2). El gas liberado en Rb y Rc se transfiere, respectivamente, en ECb y ECc, donde se condensa (puntos S1). Paralelamente, se produce frío por el dipolo Da en ECa mediante la extracción de calor del medio a enfriar (punto D1). Al final de la fase H1, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da para regenerar
- Db parcialmente regenerado
- 40 Dc totalmente regenerado

Durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura Th a los reactores Ra y Rb (puntos D2) para continuar la regeneración de Db y para comenzar la regeneración de Da. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb (punto D1). Al final de la fase H2, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da parcialmente regenerado
- 45 Db totalmente regenerado
- Dc para regenerar

Durante la fase M2, se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a ECa (punto D1) para provocar la síntesis exotérmica en Ra cuyo calor se transfiere a Rc para regenerar el dipolo Dc. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb. Al final de la fase M2, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da para regenerar
- 5 Db para regenerar
- Dc parcialmente regenerado

Al final de la fase M2, se cierran las conexiones gaseosas entre el evaporador-condensador y el reactor de un mismo dipolo y se deja la instalación en el estado durante la fase B hasta que el comienzo de la fase M1 del siguiente ciclo.

- 10 En una segunda forma de realización, el procedimiento se utiliza en un dispositivo que comprende tres dipolos Da, Db y Dc idénticos, con el fin de producir frío durante todas las fases de un ciclo de 24 horas.

- 15 La figura 2 muestra, en un diagrama de Clapeyron, la evolución de las condiciones de temperatura y presión en el dispositivo durante cada una de las fases. Las curvas 2 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los reactores y las curvas 1 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los evaporadores-condensadores. Las letras a, b y c indican el dipolo afectado por la evolución.

Al final de la fase B, el evaporador-condensador se aísla del reactor en cada uno de los dipolos y los diferentes dipolos están en el siguiente estado:

- Da parcialmente descargado
- Db para regenerar
- 20 Dc parcialmente descargado

Al comienzo de la fase M1 se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a ECc (punto D1/c) para provocar la síntesis exotérmica en Rc (punto S2/c) cuyo calor se transfiere a Rb (punto D2/b) para regenerar el dipolo Db. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECa (punto D1/a). Al final de la fase M1, los dipolos están en el siguiente estado:

- 25 Da parcialmente descargado
- Db parcialmente regenerado
- Dc para regenerar

- 30 Durante la fase H1 se regeneran los dipolos Db y Dc mediante suministro directo de calor a la temperatura  $T_h$  en Rb y Rc (puntos D2/b y D2/c). Paralelamente, se sigue produciendo frío en ECa (punto D1/a). Al final de la fase H1, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da para regenerar
- Db totalmente regenerado
- Dc parcialmente regenerado

- 35 Durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura  $T_h$  a los recintos Ra y Rc (puntos D2/a y D2/c) para continuar la regeneración de Dc y para comenzar la regeneración de Da. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb (punto D1/b). Al final de la fase H2, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da parcialmente regenerado
- Db parcialmente descargado
- Dc totalmente regenerado

- 40 Durante la fase M2, se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a ECc (punto D1/c) para provocar la síntesis exotérmica en Rc (punto S2/c) cuyo calor se transfiere a Ra para iniciar la regeneración del dipolo Da. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb (punto E2/b). Al final de la fase M2, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da totalmente regenerado
- Db para regenerar
- 45 Dc parcialmente descargado

Al final de la fase M2, se cierran las conexiones gaseosas entre ECb y Rb por una parte y entre ECc y Rc por otra parte. Durante la fase B, se mantiene la conexión gaseosa en el dipolo Da y se produce frío en ECa (punto D1/a). Al final de la fase M2, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da      parcialmente descargado
- 5    Db      para regenerar
- Dc      parcialmente descargado

Durante la fase B, el dispositivo continúa produciendo frío mediante el dipolo Da.

En una tercera forma de realización, el procedimiento se utiliza en un dispositivo que comprende cuatro dipolos Da, Db, Dc y Dd, con el fin de producir frío durante las fases H1, H2, M2 y B, estando el dispositivo en regeneración durante la fase M1. Los dipolos Da y Db se acoplan térmicamente. Los dipolos Dc y Dd se acoplan térmicamente.

La figura 3 muestra, en un diagrama de Clapeyron, la evolución de las condiciones de temperatura y presión en el dispositivo durante cada una de las fases activas. Las curvas 1 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los evaporadores-condensadores, las curvas 2 corresponden al equilibrio termoquímico en cada uno de los reactores Ra y Rc y las curvas C corresponden al equilibrio termoquímico en los reactores Rb y Rd. Las letras a, b, c y d indican el dipolo afectado por la evolución.

Los reactores Ra y Rc de los dipolos Da y Dc son la base del mismo fenómeno termoquímico y los reactores Rb y Rd de los dipolos Db y Dd son la base del mismo fenómeno, diferente del que se produce en los dipolos Da y Dc. Además, todos los fenómenos químicos utilizan el mismo gas de trabajo G, de modo que todos los evaporadores-condensadores son la base de un cambio de fase líquido-gas del mismo gas G. Por lo tanto, con una presión dada que reina de forma idéntica en los 4 dipolos, las temperaturas de equilibrio en los diferentes recintos son las siguientes:

$$t(\text{ECa}) = t(\text{ECb}) = t(\text{ECc}) = t(\text{ECd}) < t(\text{Ra}) = t(\text{Rc}) < t(\text{Rb}) = t(\text{Rd})$$

Al final de la fase B, la conexión gaseosa entre Ec y R de cada dipolo está cerrada y los diferentes dipolos están en el siguiente estado:

- 25    Da      regenerado
- Db      para regenerar
- Dc      regenerado
- Dd      para regenerar

Durante la fase M1, se abre la conexión gaseosa entre ECa y Ra por una parte y entre ECb y Rb por otra parte, se suministra calor a la temperatura Tm a ECa (punto E1/a) del dipolo Da para provocar la síntesis exotérmica en Ra (punto S2/a), cuyo calor se transfiere a Rb (punto D3/b) para regenerar el dipolo Db. Al final de la fase M1, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da      para regenerar
- Db      regenerado
- 35    Dc      regenerado
- Dd      para regenerar

Al comienzo de la fase H1, se abre la conexión gaseosa entre la ECa y Ra por una parte, y entre ECd y Rd por otra parte. Durante la fase H1, se suministra calor a la temperatura Tm a ECc del dipolo Dc (punto D1/c) para provocar la síntesis exotérmica en Rc (punto S2/c) cuyo calor se transfiere a Rd (punto D3/D) para regenerar el dipolo Dd. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb (punto E1/b) provocando la síntesis exotérmica en Rb (punto S3/b), cuyo calor se transfiere a Ra (punto D2/a) para regenerar el dipolo Da. Al final de la fase H1, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da      regenerado
- Db      para regenerar
- 45    Dc      para regenerar
- Dd      regenerado

Durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a ECa (punto E1/a) del dipolo Da para provocar la síntesis exotérmica en Ra (punto S2/a), cuyo calor se transfiere a Rb (punto D3/b) para regenerar el dipolo Db. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECd (punto E1/d) provocando la síntesis exotérmica en Rd (punto S3/d) cuyo calor se transfiere a Rc (punto D2/c) para regenerar el dipolo Dc. Al final de la fase H2, los dipolos están en el siguiente estado:

- 5
- Da para regenerar
  - Db regenerado
  - Dc regenerado
  - Dd para regenerar

10 Durante la etapa M2, se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a ECc (punto E1/c) del dipolo Dc para provocar la síntesis exotérmica en Rc (punto S2/c) cuyo calor se transfiere a Rd (punto D3/d) para regenerar el dipolo Dd. Paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb (punto E1/b) provocando la síntesis exotérmica en Rb (punto S3/b) cuyo calor se transfiere a Ra (punto D2/a) para regenerar el dipolo Da. Al final de la fase M2, los dipolos están en el siguiente estado:

- 15
- Da regenerado
  - Db para regenerar
  - Dc para regenerar
  - Dd regenerado

20 Al final de la etapa M2, se cierran las conexiones gaseosas entre ECa y Ra por una parte y entre ECb y Rb por otra parte. Durante la fase B, se produce frío espontáneamente en Rd (punto E1/d) provocando la síntesis exotérmica en Rb (punto S3/b) cuyo calor se transfiere a Ra (punto D2/a) para regenerar el dipolo Da. Al final de la fase B, los dipolos están en el siguiente estado:

- Da regenerado
  - Db para regenerar
- 25
- Dc regenerado
  - Dd para regenerar

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos.

#### Ejemplo 1

Este ejemplo ilustra una utilización de la segunda forma de realización del procedimiento de la invención.

30 El evaporador-condensador de cada uno de los tres dipolos es la base de un cambio de fase líquido/gas de  $\text{NH}_3$ . El reactor de cada uno de los dipolos es la base de una reacción química reversible entre el  $\text{NH}_3$  y el  $\text{BaCl}_2$ .

La figura 4 muestra el diagrama de Clapeyron particular para las fases M1 y M2. Durante esta etapa, se puede producir frío a una temperatura próxima a  $0^\circ\text{C}$  a partir de una fuente de calor inferior a  $50^\circ\text{C}$ .

#### Ejemplo 2

35 Este ejemplo ilustra una utilización de 3ª forma de realización del procedimiento de la invención.

El evaporador-condensador de cada uno de los cuatro dipolos es la base de un cambio de fase líquido/gas de  $\text{NH}_3$ .

El reactor de cada uno de los dipolos Da y Dc es la base de una reacción química reversible entre  $\text{NH}_3$  y  $\text{BaCl}_2$ . El reactor del dipolo Db y Dd es la base de una reacción química reversible entre  $\text{NH}_3$  y  $\text{ZnSO}_4$ .

40 La figura 4 muestra el diagrama de Clapeyron particular para las fases H1, H2 y M2. Durante esta etapa, se puede producir frío a una temperatura próxima a  $0^\circ\text{C}$  a partir de una fuente de calor inferior a  $70^\circ\text{C}$ .

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la climatización de un edificio a partir de una fuente de calor intermitente cuya temperatura máxima  $T_h$  es de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un disipador térmico a una temperatura  $T_o$  de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que comprende tres o cuatro dipolos termoquímicos  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c$  y eventualmente  $D_d$ , comprendiendo cada uno un conjunto de evaporador-condensador EC y un reactor R, designados respectivamente por  $E_{Ca}$  y  $R_a$  para  $D_a$ ,  $E_{Cb}$  y  $R_b$  para  $D_b$ ,  $E_{Cc}$  y  $R_c$  para  $D_c$  y  $E_{Cd}$  y  $R_d$  para  $D_d$  conectados por medios que permiten la circulación de un gas G entre ellos y medios que permiten interrumpir la circulación de gas, caracterizado por que:
- 5
- los reactores son la base de los fenómenos reversibles entre el gas G y un líquido o un sólido y los evaporadores-condensadores son la base de un cambio de fase líquido-gas de G;
- 10
- los reactores R están provistos de medios para intercambiar calor entre sí y medios que permiten el control del intercambio de calor;
  - los fenómenos termoquímicos en los diferentes dipolos pueden ser idénticos o diferentes;
  - el dispositivo comprende una fuente de calor con temperatura variable  $T_c$ , cuya temperatura máxima  $T_h$  es de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un disipador térmico a una temperatura  $T_o$  de  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 15
- los fenómenos termoquímicos en los diferentes dipolos tienen curvas de equilibrio tales que, a una presión de equilibrio dada, las temperaturas de equilibrio respectivas difieren como máximo en  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el fenómeno termoquímico es el mismo en todos los dipolos.
3. Procedimiento para la producción de frío en ciclos de 24 horas que comprenden cada uno las fases sucesivas  $M_1$ ,  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $M_2$ , B a partir de una fuente de calor cuya temperatura está a un valor  $T_h$  aproximadamente o superior de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante las fases  $H_1$  y  $H_2$ , con un valor intermedio  $T_m$  durante las fases  $M_1$  y  $M_2$  y con valor  $T_b$  próximo de la temperatura ambiente durante la fase B, caracterizado por que consiste en hacer funcionar un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, para crear fuentes de calor internas a una temperatura superior a la temperatura de la fuente externa, durante los periodos en los que ésta es demasiado baja.
- 20
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que:
- 25
- a) se provoca la regeneración de cada dipolo mediante el suministro al reactor R de dicho dipolo de una cantidad de calor proporcionada por el panel solar, siendo realizado el suministro:
- bien directamente al reactor R del dipolo a regenerar cuando el calor es proporcionado por la fuente de calor a una temperatura elevada (fases  $H_1$ ,  $H_2$ ), pudiendo los reactores R de dos dipolos recibir simultáneamente calor con
- 30
- temperatura elevada  $T_h$ ;
  - bien indirectamente cuando el calor se proporciona a una temperatura intermedia  $T_m$  (fases  $M_1$ ,  $M_2$ ), siendo proporcionado entonces el calor al evaporador-condensador EC de un dipolo regenerado con el fin provocar la fase de síntesis exotérmica en el reactor R correspondiente, liberando dicha síntesis una cantidad de calor a una temperatura superior a  $T_m$  y próxima a  $T_h$ , que se transfiere al reactor R de un dipolo a regenerar.
- 35
- b) el calor se introduce en el dispositivo de tal manera que:
- dos dipolos se regeneran de forma simultánea (directa o indirectamente) durante las fases  $H_1$  y  $H_2$ , mientras que un dipolo produce frío;
  - uno o dos dipolos se regeneran indirectamente durante cada fase  $M_1$  y  $M_2$ , produciendo uno de los otros dipolos frío eventualmente;
- 40
- eventualmente, un dipolo produce frío durante la fase B.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que se utiliza en un dispositivo constituido por tres dipolos  $D_a$ ,  $D_b$  y  $D_c$  en el que los fenómenos termoquímicos son idénticos, con el fin de producir frío durante las fases de  $H_1$  y  $H_2$  durante las cuales el calor está disponible a la temperatura más elevada  $T_h$ , durante la fase  $M_2$  durante la cual el calor está disponible a una temperatura intermedia  $T_m$ , estando el dispositivo en regeneración durante la fase  $M_1$  e inactivo en la fase B.
- 45
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que, a partir de un estado correspondiente al final de la fase B, en el que el evaporador-condensador se aísla del reactor en cada uno de los dipolos,  $D_a$  está para ser regenerado,  $D_b$  está para ser regenerado y  $D_c$  está regenerado parcialmente:
- al comienzo de la fase  $M_1$ , se abre la conexión gaseosa entre la  $E_{Ca}$  y  $R_a$  por una parte y entre  $E_{Cc}$  y  $R_c$  por otra parte y se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a  $E_{Cc}$ , lo que provoca la evaporación del gas G que se
- 50



transfiere a Rc en donde se produce entonces la fase de síntesis exotérmica, siendo transferido el calor liberado por esta síntesis a Ra en donde provoca la liberación del gas G que se transfiere a ECa en donde se condensa liberando calor;

- 5 - al comienzo de la fase de H1, se abre la conexión gaseosa entre ECb y Rb y se regeneran Db y Dc mediante el suministro directo de calor a la temperatura Th a Rb y Rc, siendo transferido el gas liberado en Rb y Rc, respectivamente, a ECb y ECc, en donde se condensa; paralelamente, se produce frío por Da en ECa mediante la extracción de calor del medio a enfriar;
- durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura Th a Ra y Rb para continuar la regeneración de Db y para comenzar la regeneración de Da; paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb;
- 10 - durante la fase M2, se suministra calor a la temperatura Tm a ECa para provocar la síntesis exotérmica en Ra cuyo calor se transfiere a Rc para regenerar el dipolo Dc;
- al final de la fase M2, se cierran las conexiones gaseosas entre EC y R de un mismo dipolo y se deja la instalación en el estado durante la fase B, hasta el comienzo de la fase M1 del siguiente ciclo.
- 15 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que se utiliza en un dispositivo que comprende tres dipolos Da, Db y Dc, que son la base de fenómenos termoquímicos idénticos, con el fin de producir frío durante todas las fases de un ciclo de 24 horas.
- 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que, a partir de un estado correspondiente al final de la fase B, en el que el evaporador-condensador se aísla del reactor en cada uno de los dipolos, Da está en el estado parcialmente descargado, Db está para ser regenerado y Dc está parcialmente descargado:
- 20 - al comienzo de la fase M1, se suministra calor a la temperatura Tm a ECc para provocar la síntesis exotérmica en Rc cuyo calor se transfiere a Rb para regenerar el dipolo Db y paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECa;
- durante la fase H1 se regeneran los dipolos Db y Dc mediante el suministro directo de calor a la temperatura Th en Rb y Rc y paralelamente, se continúa produciendo frío en ECa;
- 25 - durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura Th a Ra y Rc para continuar la regeneración de Dc y para comenzar la regeneración de Da y paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb;
- durante la etapa M2, se suministra calor a la temperatura Tm a ECc para provocar la síntesis exotérmica en Rc cuyo calor se transfiere en Ra para iniciar la regeneración de Da y, paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb;
- 30 - al final de la fase M2, se cierran las conexiones gaseosas entre ECb y Rb por una parte y entre ECc y Rc por otra parte y durante la fase B, se mantiene la conexión gaseosa en Da y se produce frío en ECa.
- 35 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que se utiliza en un dispositivo que comprende cuatro dipolos Da, Db, Dc y Dd, con el fin de producir frío durante las fases H1, H2, M2 y B; el dispositivo está en regeneración durante la fase M1; Da y Db se acoplan térmicamente y Dc y Dd se acoplan térmicamente; los reactores Ra y Rc son la base del mismo fenómeno termoquímico y los reactores Rb y Rd son la base del mismo fenómeno, diferente del que tiene lugar en los reactores Ra y Rc; todos los fenómenos químicos utilizan el mismo gas de trabajo G, de modo que todos los evaporadores-condensadores son la base de un cambio de fase líquido-gas del mismo gas G.
- 40 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que, a partir de un estado correspondiente al final de la fase B, en el que la conexión gaseosa entre los dos recintos de cada dipolo está cerrada, Da está regenerada, Db está para regenerar, Dc está regenerada y Dd está para regenerar:
- durante la fase M1, se abre la conexión gaseosa entre ECa y Ra por una parte y entre ECb y Rb por otra parte, se suministra calor a la temperatura Tm a ECa para provocar la síntesis exotérmica en Ra cuyo calor se transfiere a Rb para regenerar el dipolo Db;
- 45 - al comienzo de la fase H1, se abre la conexión gaseosa entre ECa y Ra por una parte y entre Ecd y Rd por otra parte; se suministra calor a la temperatura Tm a ECc para provocar la síntesis exotérmica en Rc cuyo calor se transfiere a Rd para regenerar el dipolo Dd y, paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECb provocando la síntesis exotérmica en Rb cuyo calor se transfiere a Ra para regenerar Da;
- durante la fase H2, se suministra calor a la temperatura Tm a ECa para provocar la síntesis exotérmica en Ra cuyo calor se transfiere a Rb para regenerar Db y, paralelamente, se produce frío espontáneamente en ECd provocando la síntesis exotérmica en Rd cuyo calor se transfiere a Rc para regenerar Dc;
- 50

## ES 2 648 389 T3

- durante la fase M2, se suministra calor a la temperatura  $T_m$  a  $EC_c$  de  $D_c$  para provocar la síntesis exotérmica en  $R_c$  cuyo calor se transfiere a  $R_d$  para regenerar  $D_d$  y, paralelamente, se produce frío espontáneamente en  $EC_b$ , provocando la síntesis exotérmica en  $R_b$  cuyo calor se transfiere a  $R_a$  para regenerar  $D_a$ ;
  - al final de la fase M2, se cierran las conexiones gaseosas entre  $EC_a$  y  $R_a$  por una parte y entre  $EC_b$  y  $R_b$  por otra parte y, durante la fase B posterior, se produce frío espontáneamente en  $R_d$ , provocando la síntesis exotérmica en  $R_d$  cuyo calor se transfiere a  $R_c$  para regenerar  $D_c$ .
- 5

Fig. 1

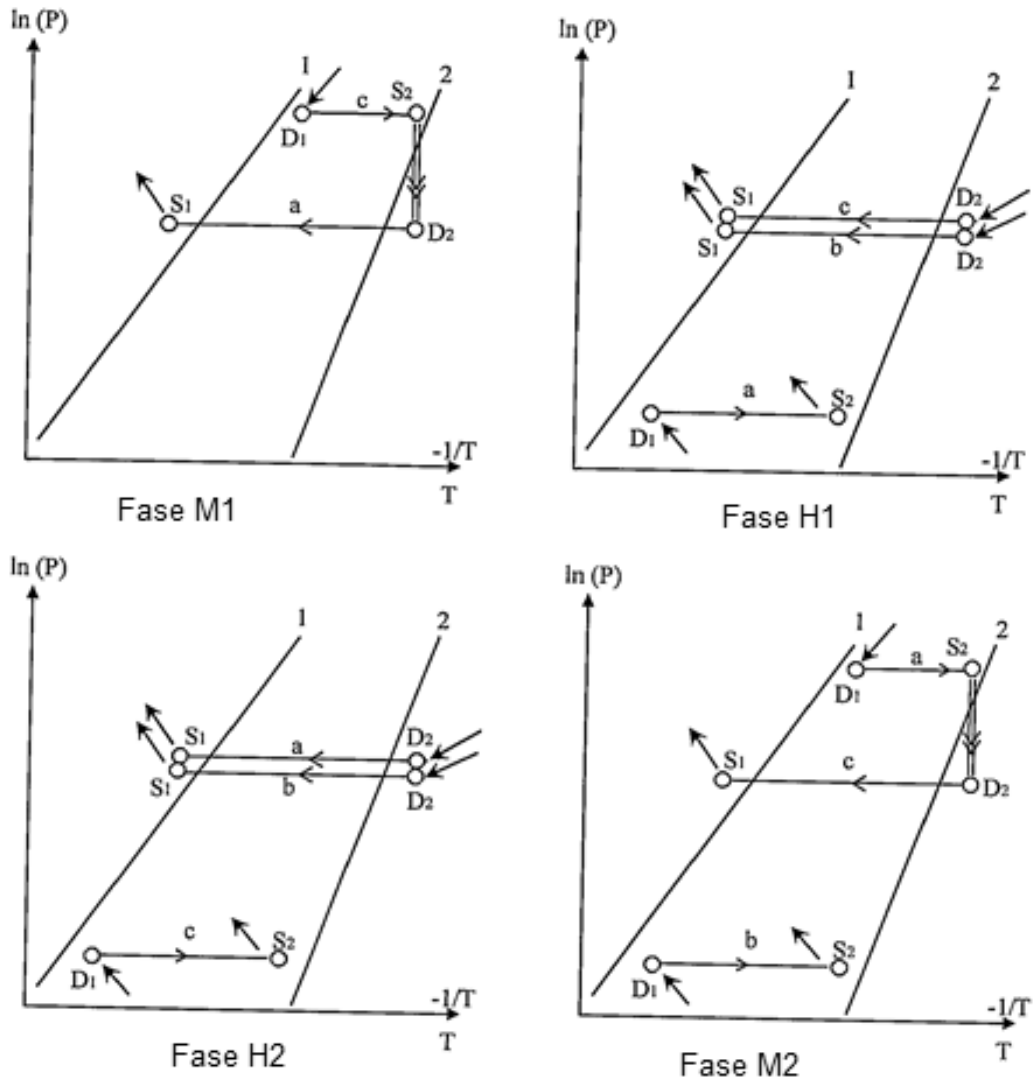


Fig. 2

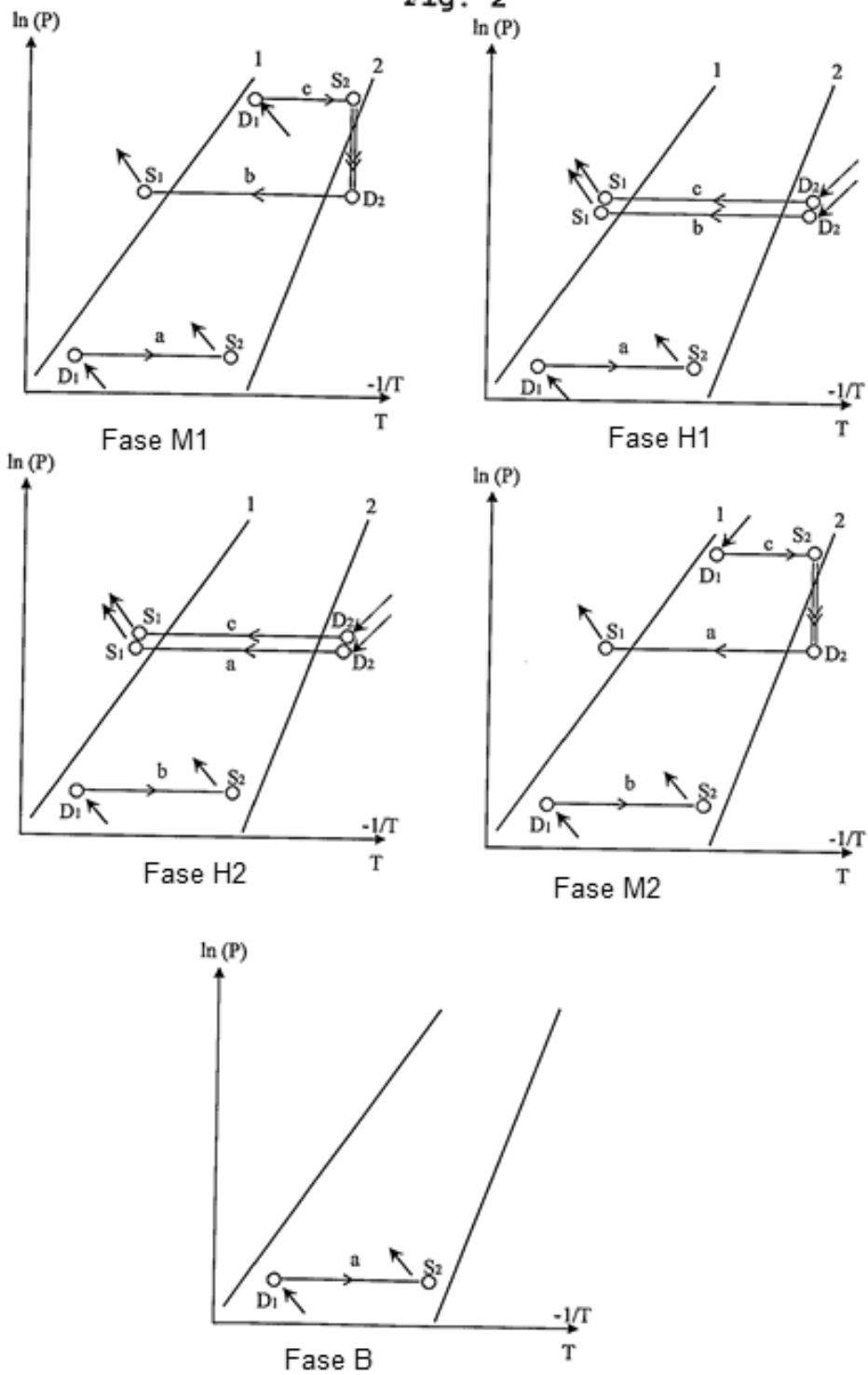
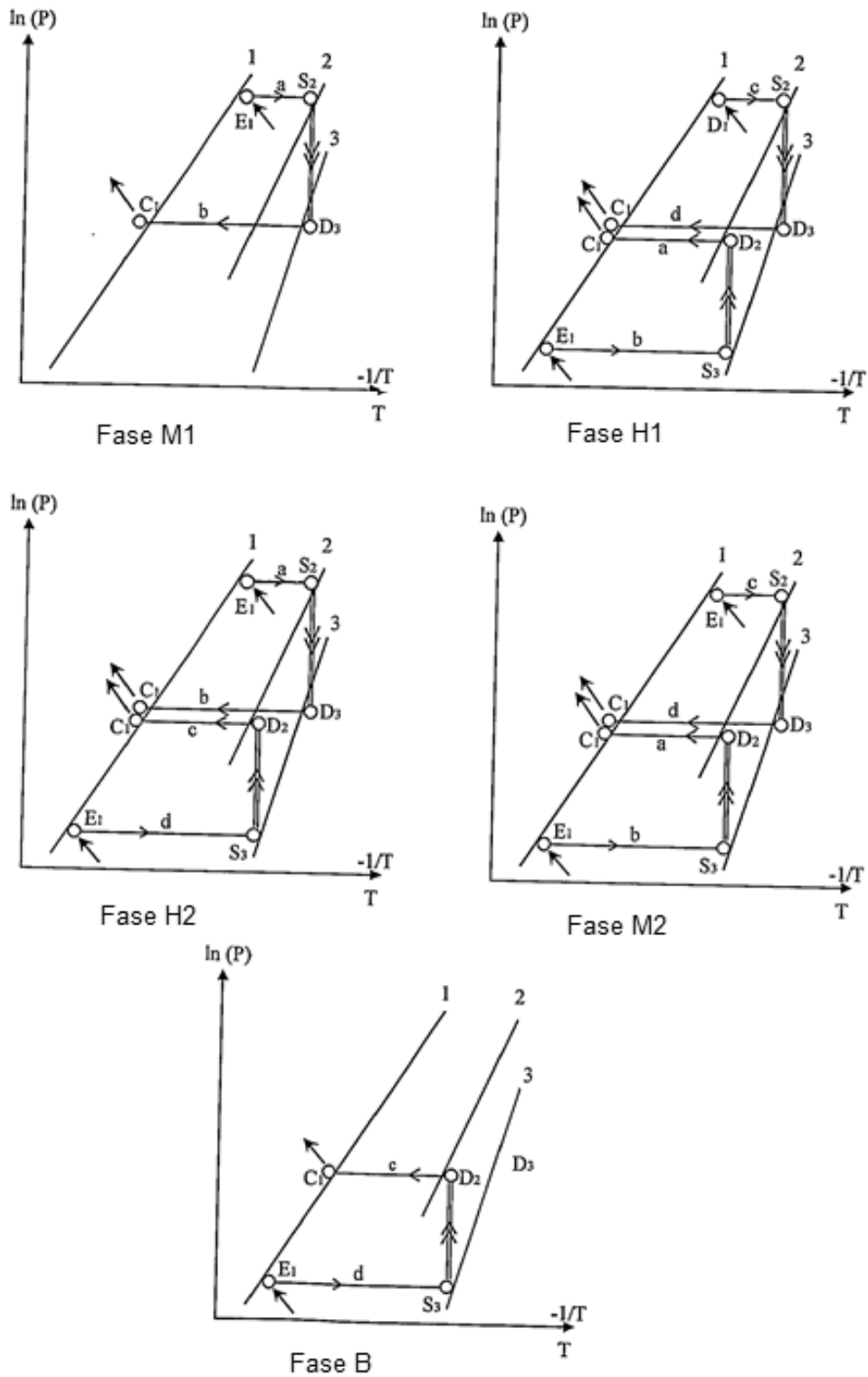


Fig. 3



P(Bares)

Fig. 4

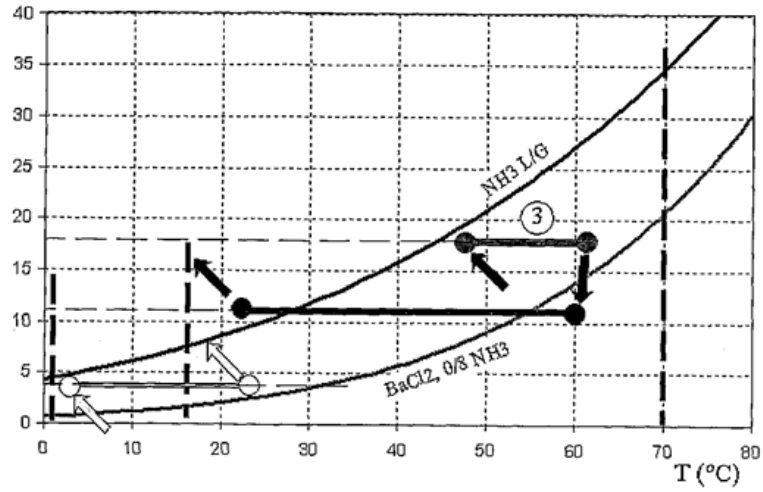


Fig. 5

P(Bares)

