



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 298 405**

51 Int. Cl.:
F25B 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02782599 .1**

86 Fecha de presentación : **11.12.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1570215**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

54

Título: **Control del proceso de evaporización en la técnica frigorífica.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

73

Titular/es: **BMS-Energietechnik AG.**
Bönigstrasse 11A
3812 Wilderswil, CH

72

Inventor/es: **Meister, Remo**

74

Agente: **Diéguez Garbayo, Pedro**

ES 2 298 405 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).

ES 2 298 405 T3

DESCRIPCIÓN

Control del proceso de evaporación en la técnica frigorífica.

5 Evaporación de medios refrigerantes en instalaciones frigoríficas e instalaciones frigoríficas a baja temperatura, técnica frigorífica, máquina frigorífica para el funcionamiento en frío y en caliente, instalaciones de refrigeración, unidades refrigerantes, bombas térmicas, instalaciones de aire acondicionado y otros.

Estado de la técnica

10 Regulación de evaporadores con expansión en seco según la señal estable mínima (MMS) (figuras 1, 2 y 3).

15 Para en la técnica frigorífica hacer que un evaporador funcione de manera óptima se solicita el evaporador con vapor húmedo hasta que una válvula (3) de regulación (válvula de expansión) se regula hasta una señal estable mínima, normalmente según la presión (12) de salida del evaporador y la temperatura (13) de salida del evaporador correspondiente del medio refrigerante (dibujo de las figuras 1, 2 y 3). La diferencia de la presión del evaporador, convertida en la temperatura de evaporación correspondiente y la temperatura de evaporación medida realmente como temperatura sirve a la válvula de regulación como variable de medición. A este respecto se buscan comportamientos de regulación estables, a una diferencia de temperatura lo más pequeña posible. Una diferencia de temperatura lo más pequeña posible tiene como consecuencia un mayor rendimiento del evaporador. En caso de que la diferencia sea demasiado pequeña o la señal no sea estable se producen golpes de líquido o una disminución del rendimiento en el compresor (1). En caso de que la diferencia sea demasiado grande, entonces se produce una disminución del rendimiento del evaporador (4).

25 Siguiendo el mismo principio (vapor del medio refrigerante sobrecalentado al final del proceso de evaporación) se miden y utilizan también válvulas automáticas, tubos capilares u otros aparatos.

30 Actualmente, aguas abajo del evaporador ya se conectan en parte intercambiadores (IWT) térmicos internos (figuras 4, 5, 6). Sin embargo, éstos se diseñan en forma de aparatos “cortos desde el punto de vista térmico” y no se incluyen en la regulación del evaporador según el contenido de vapor de entrada. El líquido del medio refrigerante no se enfría con demasiada intensidad y los vapores de aspiración no se sobrecalientan demasiado. El sobrecalentamiento del vapor de aspiración está limitado a aproximadamente 5-10 K. Las válvulas de inyección habituales en la actualidad tampoco están concebidas para sobrecalentamientos máximos, y el sobrecalentamiento que puede ajustarse asciende a como máximo 20-25 K.

35 Por el documento EP-A1-1 014 013 se conoce un proceso cíclico de generación de frío que funciona con CO₂ del tipo compresión de vapor que funciona con un evaporador y con un intercambiador térmico interno. Entre el evaporador y el intercambiador térmico interno está dispuesta una válvula de regulación de sobrecalentamiento que controla el flujo másico de la parte de la fase líquida en función de una señal de control para mantener un grado del sobrecalentamiento de la parte de fase gaseosa. Como señales de control se utilizan sobre todo señales de temperatura, que se captan mediante sensores de temperatura en las salidas del evaporador y del intercambiador térmico interno.

Representación detallada de la invención

45 El objetivo de la invención es en el caso de instalaciones frigoríficas/instalaciones frigoríficas a baja temperatura, máquinas frigoríficas para el funcionamiento en frío y en caliente, instalaciones de refrigeración, unidades refrigerantes, bombas térmicas, instalaciones de aire acondicionado y todas las demás instalaciones con el uso de medios refrigerantes para la evaporación conseguir lo siguiente:

50 Mantener reducido el sobrecalentamiento del vapor de aspiración en el evaporador (4) o dejar el evaporador (4) con vapor húmedo y en este caso mantener el sobrecalentamiento del vapor de aspiración aguas arriba del compresor (1) lo más elevado posible (siempre que lo permitan los límites de utilización del compresor, del aceite o del medio refrigerante y/o las diferentes relaciones de temperatura).

55 Para este fin, la instalación de refrigeración compuesta principalmente por compresor (1), condensador (2), válvula (3) de inyección y evaporador (4) se dota de un intercambiador (5) térmico interno adicional denominado en lo sucesivo IWT (figuras 7, 8, 9, 10, 11).

60 Este IWT (5) se monta entre el evaporador (4) y el compresor (1) por un lado y entre el condensador (2) y la válvula (3) de inyección por otro lado (dibujo de las figuras 8, 9, 10).

65 Por un lado, a través del IWT (5) fluye medio refrigerante líquido (lado de líquido) y por el otro lado fluye medio refrigerante en forma de vapor sobrecalentado o vapor húmedo.

En caso de que a través del IWT fluyan medios puros (medio refrigerante líquido y vapor de aspiración sobrecalentado) se habla de un intercambio térmico (figuras 4, 5, 6). En caso de hacer funcionar el IWT con un medio refrigerante líquido y vapor húmedo con un sobrecalentamiento del vapor de aspiración posterior, se habla de una segunda fase de

ES 2 298 405 T3

evaporación con subenfriamiento de líquido integrado y sobrecalentamiento del vapor de aspiración (figuras 7, 8, 9, 10). A continuación siempre se hace referencia a las dos posibilidades.

5 La verdadera evaporación (4) (primera fase) tiene lugar parcial o completamente en el evaporador (4). Para poder hacer que este evaporador (4) funcione de manera óptima se admite medio refrigerante líquido en la salida del evaporador.

10 Debido a que se admite medio refrigerante líquido en la salida del evaporador, para la regulación del evaporador (4) falta una variable de medición para la determinación del sobrecalentamiento y la válvula (3) de expansión ya no puede regular el llenado del evaporador (4) con medio refrigerante.

15 La regulación solicitada en este caso para la patente adopta como novedad por primera vez las variables de medición de la temperatura del líquido del medio refrigerante aguas arriba de la válvula (3) de inyección y la presión del evaporador (figuras 7, 8, 9, 10, 11, puntos 9, 10, 11, 12).

A este respecto es indiferente de qué tipo de evaporador o construcción de evaporador y de qué medio refrigerante y campos de aplicación se trate en este caso.

20 La presión del evaporador se toma en la entrada del evaporador (12) (inicio de la evaporación) (figuras 7, 8, 9, 10, 11, punto 12). En casos especiales también puede utilizarse como valor de medición la presión de salida o un valor arbitrario, derivado de los dos valores de medición de la presión (deslizamiento de medio refrigerante) (figuras 7, 23).

25 Con esta regulación se regula el inicio del proceso de evaporación (figura 7, puntos 11, 12) y no como hasta ahora el final de la evaporación (figura 3, puntos 12 y 13).

A este respecto es indiferente si se regula exactamente según la curva límite izquierda entre el vapor de líquido de medio refrigerante con respecto a vapor húmedo de medio refrigerante en el diagrama $lg\ p, h$ del medio refrigerante o según un valor (a la izquierda) o derecha de esta curva límite.

30 En caso de construcciones de evaporador "optimizadas" el proceso de evaporación se inicia lo más cerca posible de la curva límite izquierda del diagrama $lg\ p, h$. En caso de evaporadores no optimizados puede ser ventajoso admitir una parte de gas determinada al inicio del proceso de evaporación. A este respecto el proceso de evaporación se inicia tras el óptimo para el evaporador correspondiente a la derecha de esta curva límite.

35 El inicio del proceso de evaporación se define por la temperatura del líquido aguas arriba de la válvula (11, 9) de inyección y la presión (12, 10) de evaporación (figuras 7, 8, 9, 10, 11, puntos 11, 12, 9, 10).

40 La definición de la variable controlada, tal como la regulación de sobrecalentamiento, puede obtenerse a partir de la presión de evaporación y una diferencia (de la temperatura) fija (ajustable) o a partir de un cálculo almacenado de la curva según el medio refrigerante.

45 La válvula (3) de inyección reduce en este caso la temperatura del líquido (11) de medio refrigerante aguas arriba de la válvula (3) de inyección mediante la apertura de la válvula (3) y aumenta la temperatura del líquido del medio refrigerante mediante el cierre de la válvula (3) y de este modo intenta obtener el valor teórico deseado a una presión (12) de evaporación correspondiente.

El grado (19, 13) de desbordamiento o sobrecalentamiento del o de los evaporadores (4) determina por tanto la temperatura de subenfriamiento del medio (1) refrigerante líquido a una presión (12) de evaporación correspondiente y la temperatura (13) de vapor de aspiración en la entrada (14) del compresor.

50 Al alcanzar valores límite, como por ejemplo la mayor temperatura admitida máxima para el compresor (13, 14, 15, 16) otro sensor de medición de la temperatura asume (opcional) y sobremodula la regulación de la temperatura de entrada del líquido de medio refrigerante en la válvula (11) de inyección según la presión (12) del evaporador (figuras 7, 9, 11, puntos 11, 12 y 13 (14, 15, 16)).

55 A este respecto no es importante si como variable de medición para esta operación de seguridad y optimización se utiliza la temperatura (13) del vapor de aspiración en la salida del IWT (5), la temperatura (14) del vapor de aspiración en la entrada del compresor (1), la temperatura (15) del gas caliente (salida del compresor), la temperatura (16) del aceite del compresor (1) u otra temperatura correspondiente (figuras 8, 9, 10, 11, puntos 13, 14, 15, 16).

60 En cualquier caso se pretende según el tipo de evaporador siempre un subenfriamiento (11) óptimo-máximo del líquido de medio refrigerante y un sobrecalentamiento (14) del vapor de aspiración óptimo-máximo según el compresor correspondiente (figuras 7, 9, 10, 11, puntos 11, 14).

65 A este respecto no es importante si el sistema frigorífico está compuesto por uno o varios evaporadores (4), uno o varios IWT (5), uno o varios compresores (1) o una o varias válvulas (3) de inyección y si éstos están unidos en grupos o no. En este caso tampoco es importante si uno o varios evaporadores (4) con sólo uno o varios IWT (5) están unidos

ES 2 298 405 T3

para formar grupos o no (figuras 10-18, puntos 9, 10, 13, 14, 15, 16). Por tanto es posible cualquier combinación entre válvulas (3) de inyección, evaporadores (4), IWT (5) y compresores (1).

5 No es importante si las válvulas (3) de inyección son de construcción mecánica, térmica, electrónica u otra y si éstas regulan de manera cíclica, continua o de otro modo. Lo que es decisivo es el proceso y el circuito de regulación con las dependencias explicadas entre el inicio (11, 12) de la evaporación, el final (13, 19) de la evaporación en función de la temperatura (21) de entrada del líquido del medio refrigerante en el IWT (5), la temperatura (13) de salida del vapor de aspiración del IWT (5), el estado del medio refrigerante (vapor (19) húmedo o vapor (13) de aspiración sobrecalentado) al abandonar el evaporador (19) con respecto a la entrada (20) en el IWT (5), que una vez se hace
10 funcionar como segunda fase de evaporador con un sobrecalentamiento (13) de vapor de aspiración elevado posterior y otra vez en la misma instalación como intercambiador térmico puro para sobrecalentar el vapor (13) de aspiración. En este caso tampoco es importante si una fase (25) de subenfriador externa conectada aguas arriba del IWT (5) se conecta una vez al proceso y después se desconecta del mismo.

15 La ventaja de esta regulación de evaporador se basa en el hecho de que de este modo el evaporador (4) se desborda y aprovecha de manera óptima (dibujo de las figuras 7, 9, 10, 11, puntos 17, 19), que la caída de presión en el lado del medio refrigerante se reduce a través del evaporador (4), que de este modo se aumenta la temperatura (23) de evaporación, que de este modo pueden utilizarse evaporadores (4) más pequeños, que de este modo el flujo másico del medio refrigerante se reduce para un rendimiento frigorífico exigido, que de este modo los compresores (1) se hacen
20 más pequeños (generación de frío), que de este modo se requiere menos energía para la generación de frío, que de este modo se aumentan los rendimientos volumétricos y la lubricación y de este modo la vida útil de los compresores (1).

La regulación se ajusta de manera que el rendimiento máximo siempre favorece al evaporador (4) (figuras 7, 8, 9, puntos 17) y no al IWT (5) (18) (distancia de entalpía posible máxima en el punto 17).

25 **Novedad**

Es novedoso en la invención que se utiliza un sistema de evaporación con expansión en seco como evaporador (4) desbordado, en el que el medio refrigerante abandona el evaporador (4) en la primera fase con partes líquidas (17, 19).

30 Es novedoso en la invención que el medio refrigerante entra como mezcla líquida/gaseosa con una gran parte gaseosa en una segunda fase (5, 18, 20) de evaporación (evaporador en seco), en la que tiene lugar (11) una evaporación residual con a continuación un gran sobrecalentamiento del medio (13) refrigerante y un subenfriamiento simultáneo del medio refrigerante líquido en el segundo lado del IWT (5).

35 Es novedoso en la invención que se regula tras el inicio (12) de la evaporación del proceso de evaporación y no después del final (13) de la evaporación.

40 Es novedoso en la invención que mediante esta regulación se trabaja con diferentes sobrecalentamientos (13) de vapor de aspiración, en función de la temperatura (21) de entrada del líquido en el IWT (5), en el compresor (1).

Es novedoso en la invención que el sobrecalentamiento (13) de vapor de aspiración se selecciona lo mayor posible.

45 Es novedoso en la invención que la válvula (3) de expansión utilizada, montada fuera o dentro del evaporador regula la temperatura (11) del líquido del medio refrigerante antes de la entrada en la válvula (3) de inyección.

50 Es novedoso en la invención que la válvula (3) de expansión utilizada, montada fuera o dentro del evaporador (4) limita la temperatura del vapor de aspiración en la entrada del compresor (14) de medio refrigerante y simultáneamente regula el rendimiento del subenfriamiento (18) interno en función del rendimiento (17) del evaporador disponible de la primera fase (4).

Lista de dibujos

- 55 • figura 1: circuito de medio refrigerante en el diagrama I_g p, h “estado de la técnica”
- figura 2: circuito de medio refrigerante “estado de la técnica”
- figura 3: circuito de medio refrigerante en el diagrama I_g p, h con aparatos integrados
- 60 • figura 4: circuito de medio refrigerante en el diagrama I_g p, h con IWT “estado de la técnica”
- figura 5: circuito de medio refrigerante con IWT “estado de la técnica”
- figura 6: circuito de medio refrigerante con IWT “estado de la técnica” en el diagrama I_g p, h con aparatos
65 integrados
- figura 7: circuito de medio refrigerante en el diagrama I_g p, h con evaporador de dos fases “patente”

ES 2 298 405 T3

- figura 8: circuito de medio refrigerante con evaporador de dos fases “patente”

- figura 9: circuito de medio refrigerante en el diagrama 1g p, h con evaporador de dos fases “patente” con aparatos integrados

5

- figura 10: circuito de medio refrigerante en el diagrama 1g p, h con evaporador de dos fases “patente” con aparatos integrados y subenfriamientos de dos fases (y refrigerador)

10

- figura 11: circuito de medio refrigerante con combinaciones de evaporador y valor de medición (ejemplo)

- figura 12: leyenda de los puntos de los dibujos.

Realización de la invención

15 Un sistema frigorífico compuesto fundamentalmente por uno o varios:

Condensadores (2), evaporadores (4), IWT (5), compresores (1) de medio refrigerante, válvulas (3) de inyección, medios refrigerantes, sustancias auxiliares para la técnica frigorífica y aceite.

20

De manera opcional, un sistema frigorífico presenta en función de la aplicación adicionalmente uno o varios de los componentes anteriormente mencionados y adicionalmente refrigeradores (24), uno o varios intercambiadores de recuperación de calor, otros subenfriadores (25), cristales (7) de observación, secadores (6), filtros, válvulas (8), aparatos de seguridad, aparatos de cierre, acumuladores, bombas de aceite, sistemas de distribución, partes eléctricas, de control y regulación, sustancias auxiliares de la técnica frigorífica, etc.

25

Durante el montaje de la válvula (3) de inyección aguas arriba del evaporador (4) se toma el valor de medición para limitar el vapor de aspiración en el conducto de aspiración hacia el compresor (1) del medio refrigerante. Para regular la evaporación (17, 19) se utilizan los valores de medición de la temperatura (11) de líquido del medio refrigerante y de la presión (12) de entrada del evaporador.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la regulación de evaporadores (4, 12) en instalaciones frigoríficas, en el que el medio refri-
gerante se subenfía en un condensador (2, 25) y en el que se utiliza un intercambiador (IWT) térmico interno entre el
evaporador (4) y un compresor (16) por un lado y entre un condensador (2, 25) y una válvula (3) de inyección por otro
lado, **caracterizado** porque como primera variable controlada se utiliza la presión (12) de evaporación en la entrada
del evaporador (4, 12) y como segunda variable controlada se utiliza la temperatura (11) de subenfriamiento de medio
refrigerante aguas arriba de la válvula (3) de inyección y de este modo se determina y regula el inicio de la evaporación
10 (12).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como valor de medición adicional la temperatura
(13/14) del vapor de aspiración en la entrada al compresor (1) optimiza esta regulación y garantiza la protección del
compresor (1).

15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque se utilizan valores de medición adicionales
tales como la temperatura (15) del gas caliente en la salida del compresor (1), la temperatura (16) del aceite del
compresor, la presión de succión en el compresor (23) y/o la alta presión (22) aguas arriba de la válvula (3) de
inyección o aguas abajo del compresor (1) para la optimización de la regulación o para proteger el compresor (1).

20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque se regula cerca de la curva límite
izquierda del diagrama $Ig(p, h)$ para el medio refrigerante (12).

25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque mediante este tipo de regulación
se desborda el evaporador (4) y se determina el grado de desbordamiento y al mismo tiempo se controla y regula la
temperatura (13/11) del vapor de aspiración del medio refrigerante y del líquido de medio refrigerante.

30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el valor de medición de la tem-
peratura (13/14) del vapor de aspiración aguas arriba del compresor (1) o la temperatura (15) del gas caliente en la
salida del compresor (1) o la temperatura (16) del aceite del compresor sobremodula el control (11, 12) de evapora-
ción y mantiene la temperatura (14) del vapor de aspiración constante en función del compresor a un valor óptimo y/o
máximo.

35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el óptimo del proceso mediante
el aprovechamiento máximo de la entalpía en el evaporador (4) entre la curva límite izquierda y derecha del dia-
grama $Ig(p, h)$ para el medio refrigerante y en función del nivel de temperatura del IWT (5, 21) con una parte de
sobrecalentamiento en el evaporador (4), siempre favorece al evaporador (4) y no al IWT (5).

40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque un evaporador (4) con un IWT
(5) o varios evaporadores (4) con un IWT (5) o varios evaporadores (4) con varios IWT (5) se unen para formar un
sistema frigorífico.

45 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque en función de la combinación de evaporadores
(4), IWT (5), válvulas (3) de inyección y compresores (1), las válvulas (3) de inyección y el sistema se regulan con
una cantidad reducida de valores (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 23) de medición.

50

55

60

65

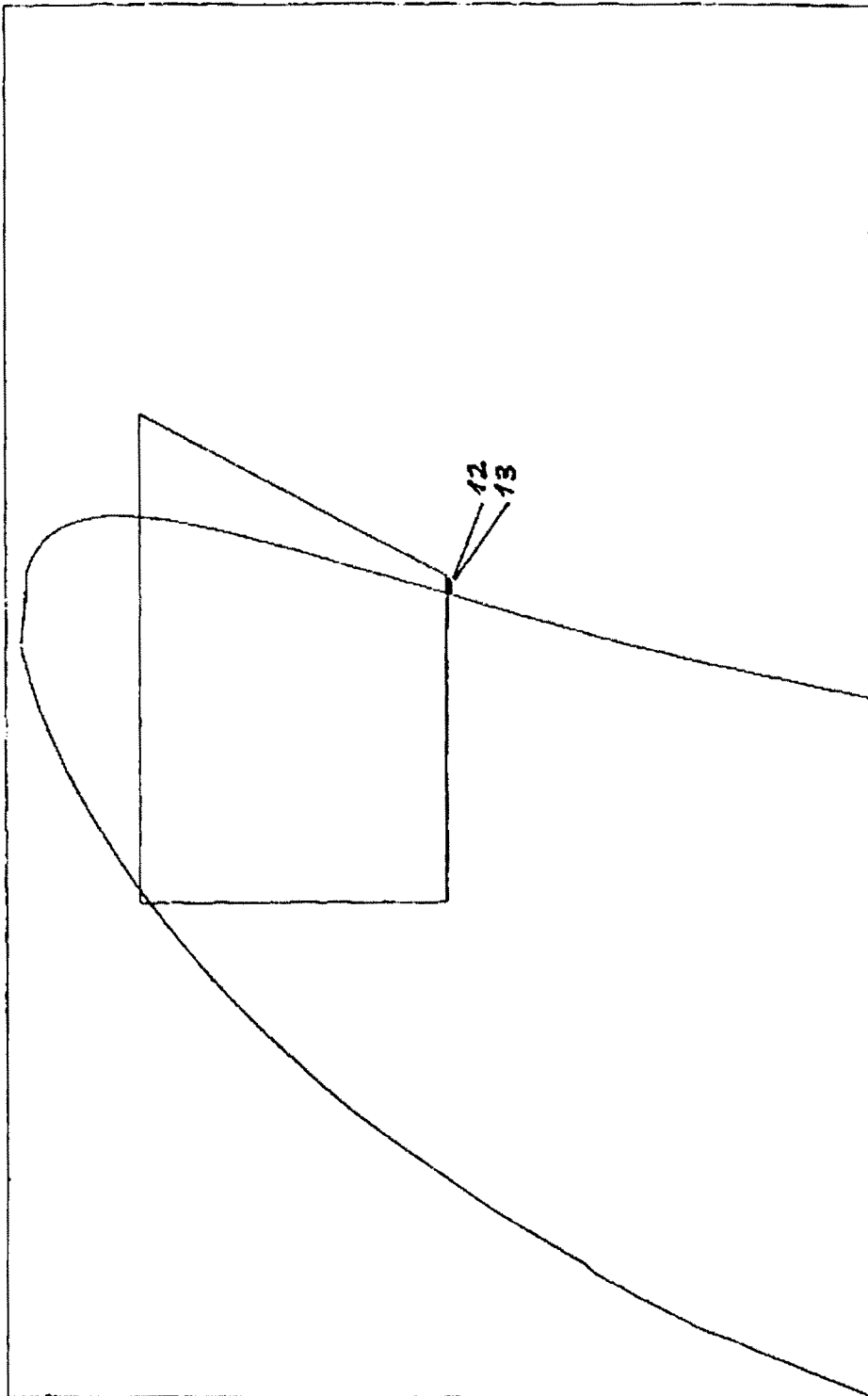


Fig. 1

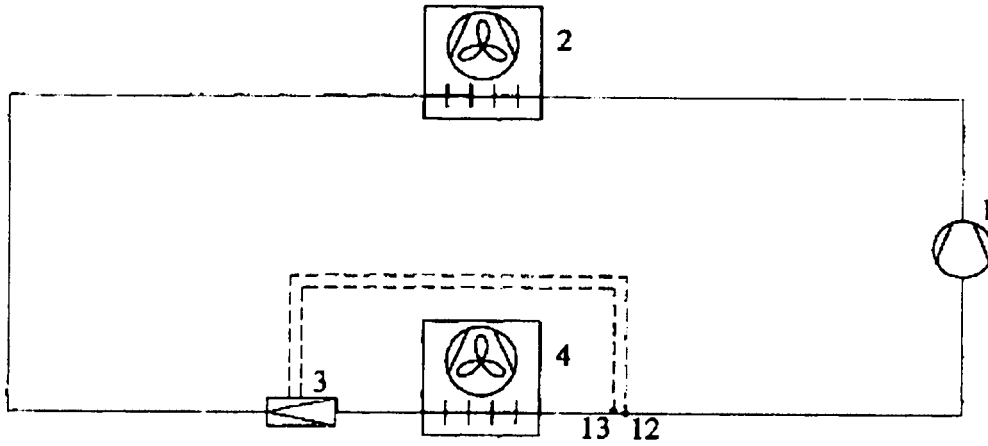


Fig. 2

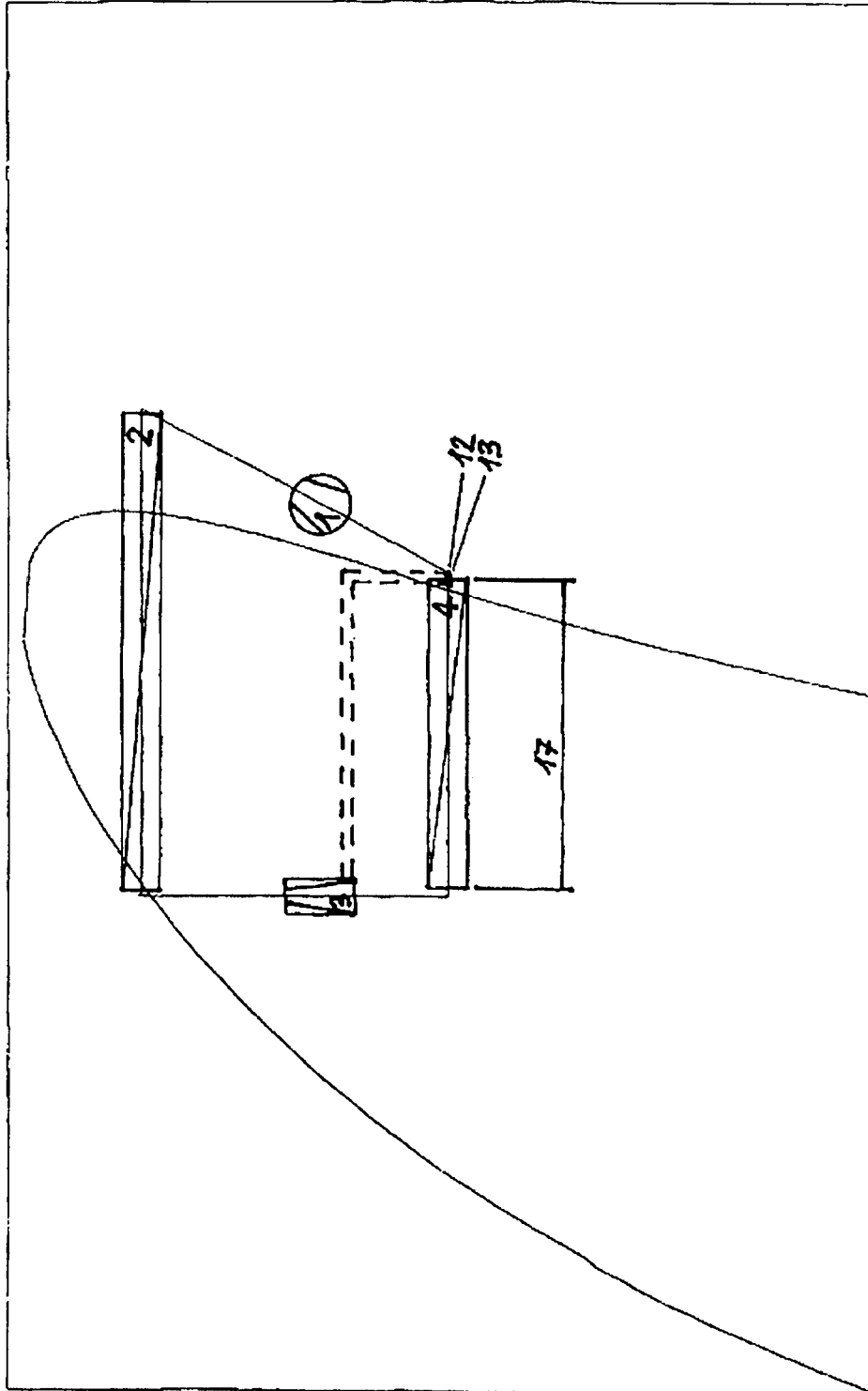


Fig. 3

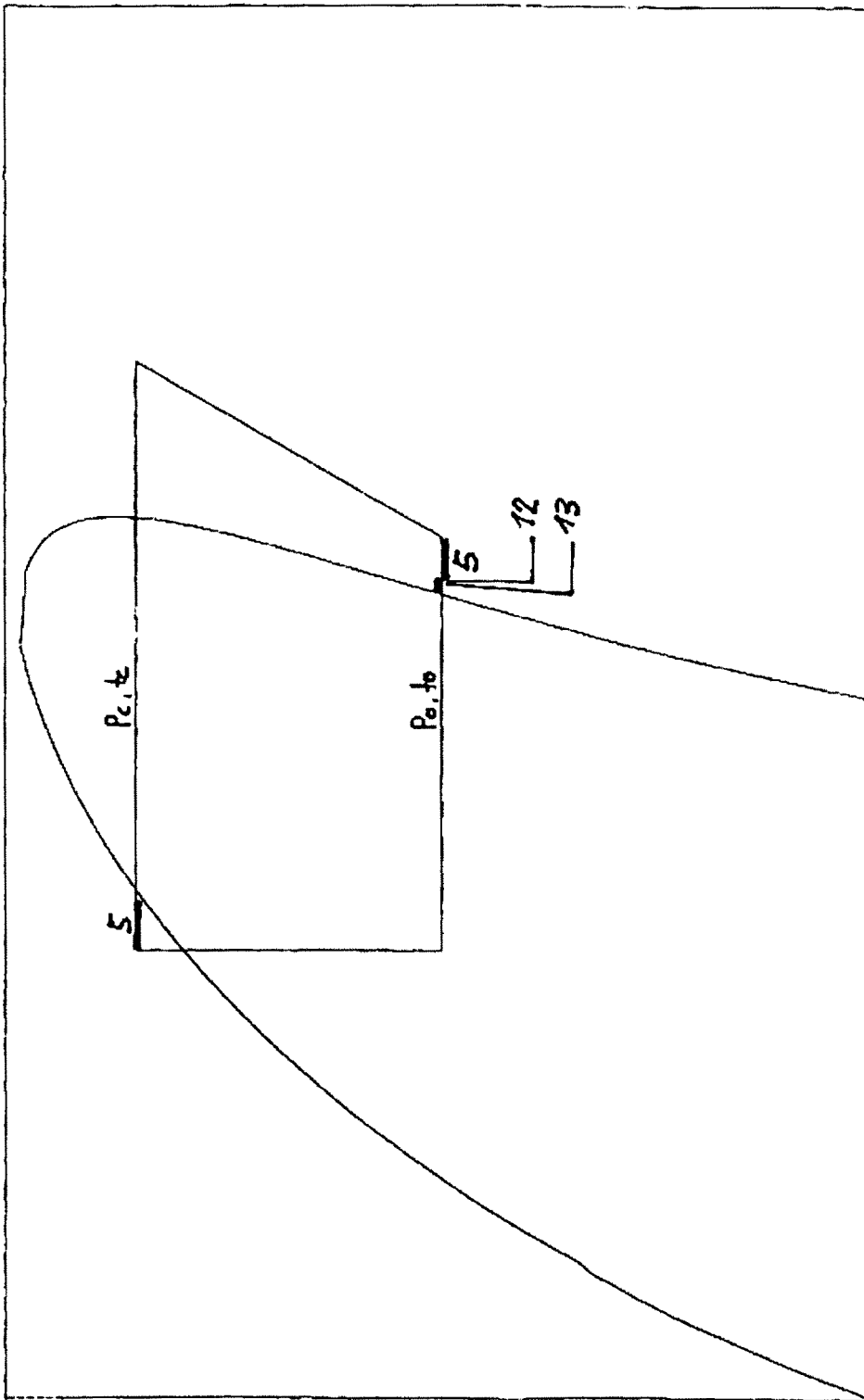


Fig. 4

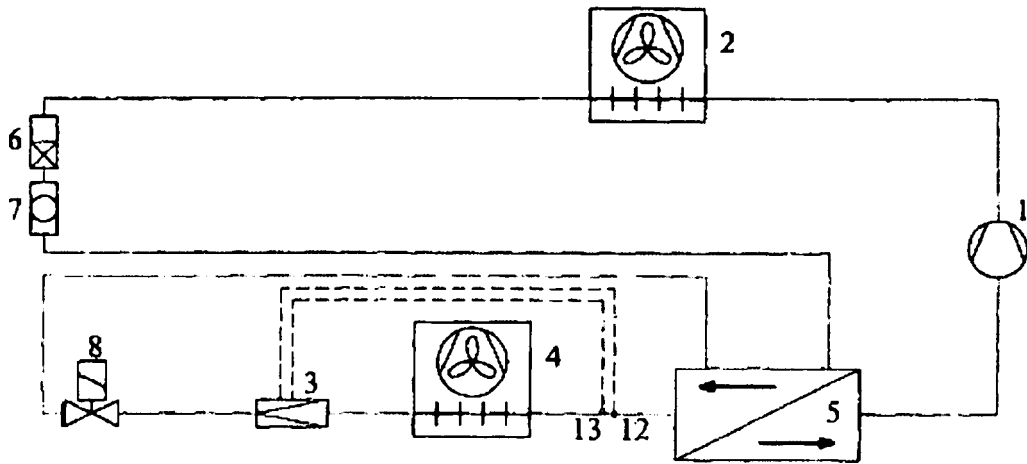


Fig. 5

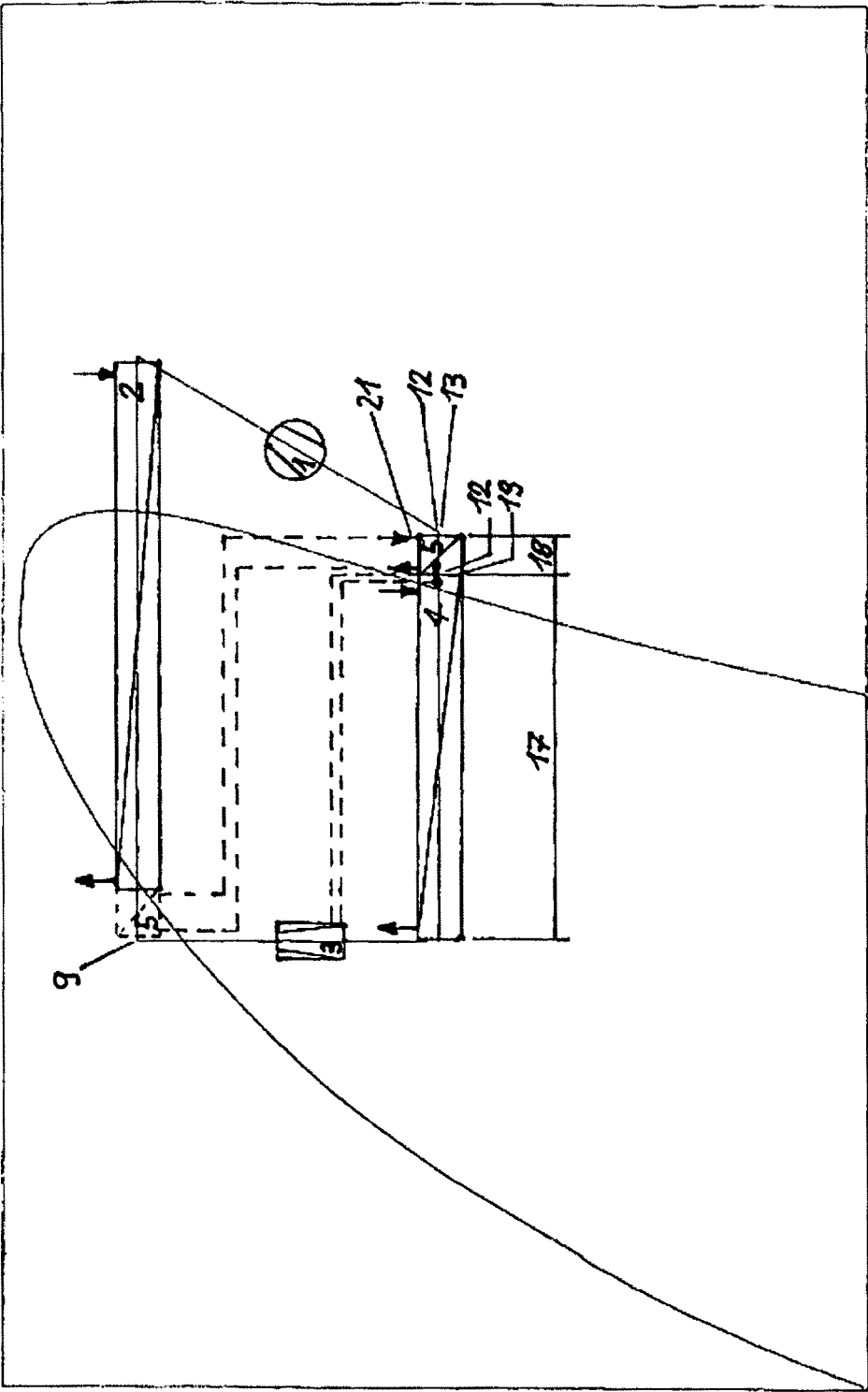


Fig. 6

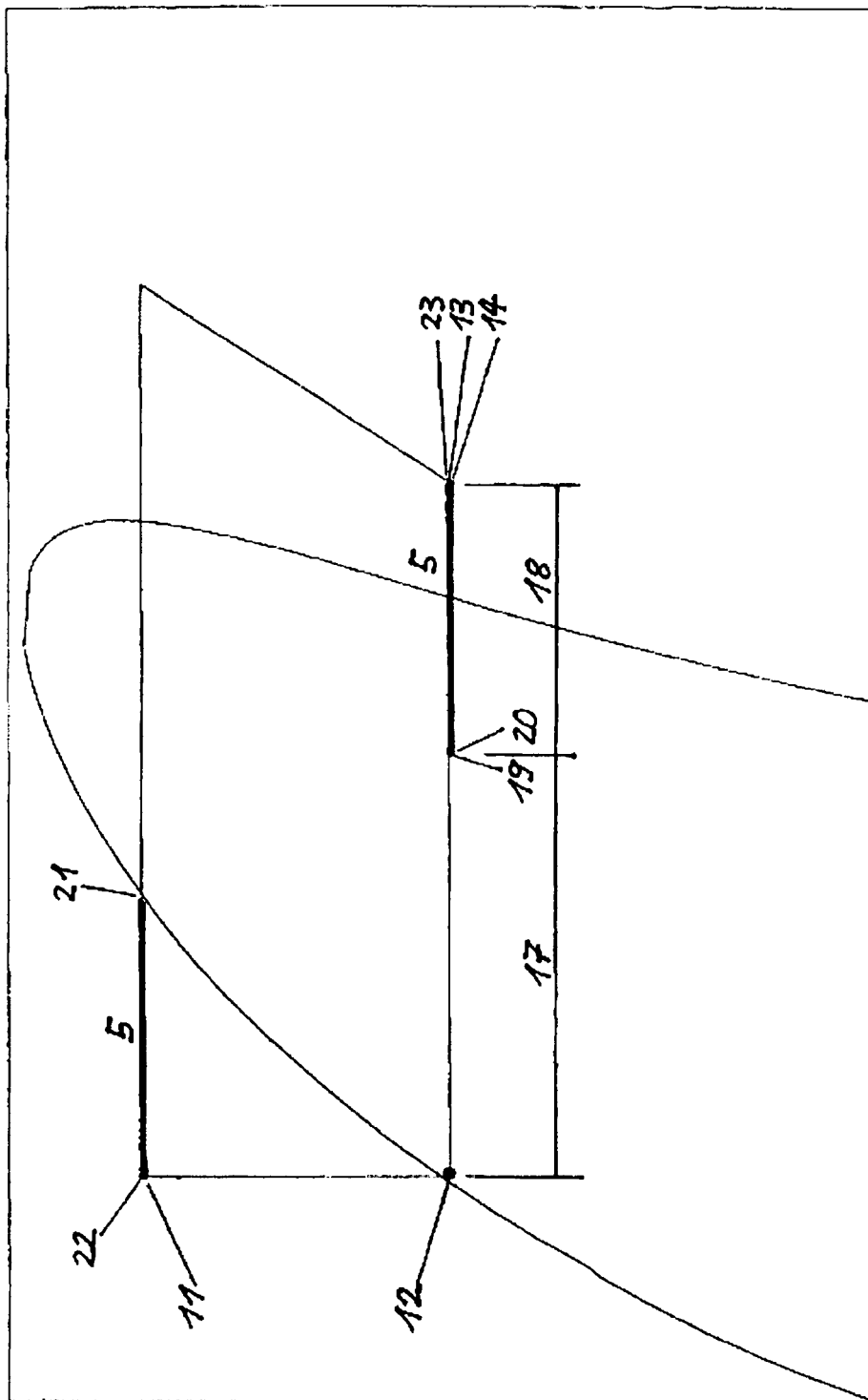


Fig. 7.

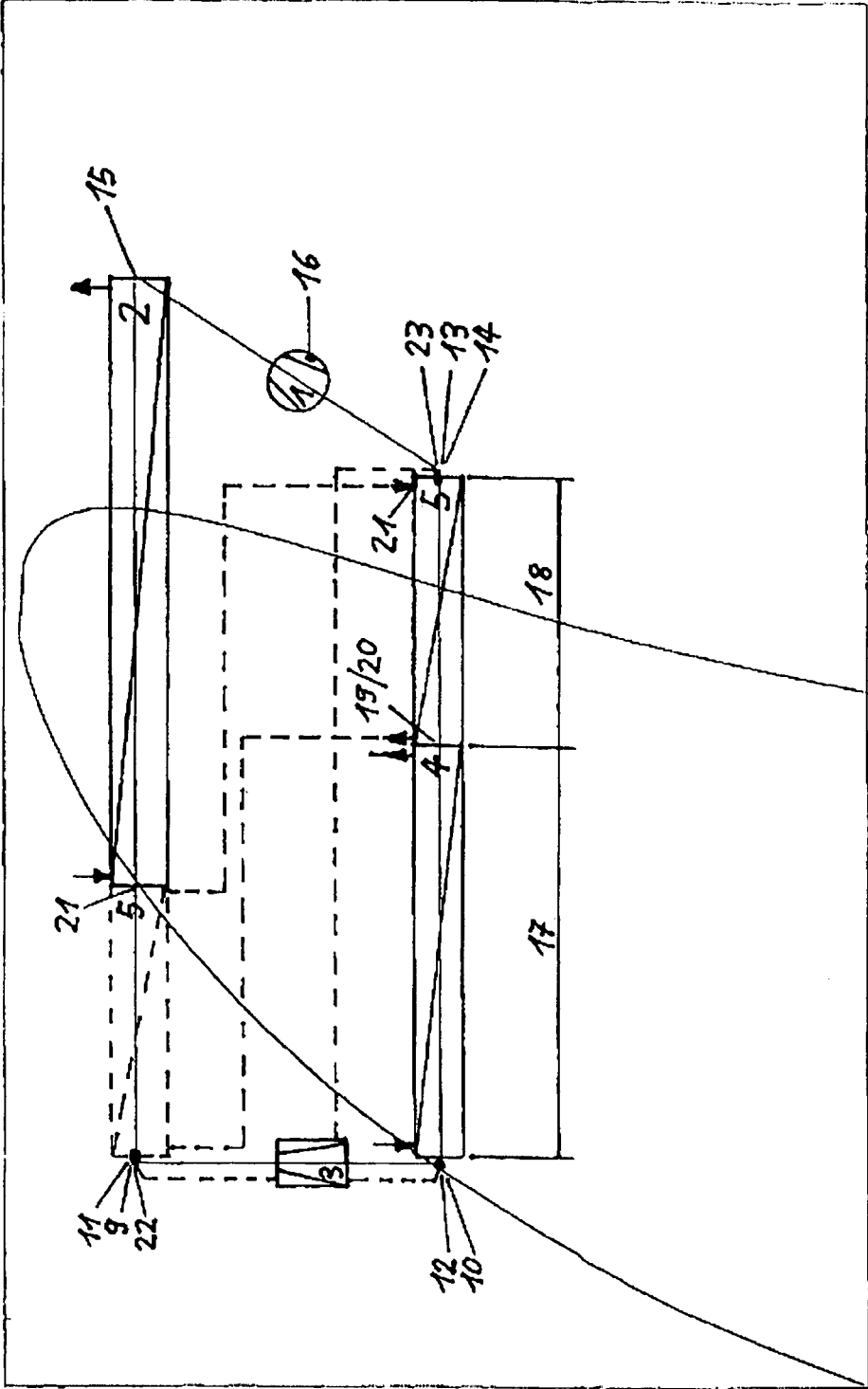


Fig. 8

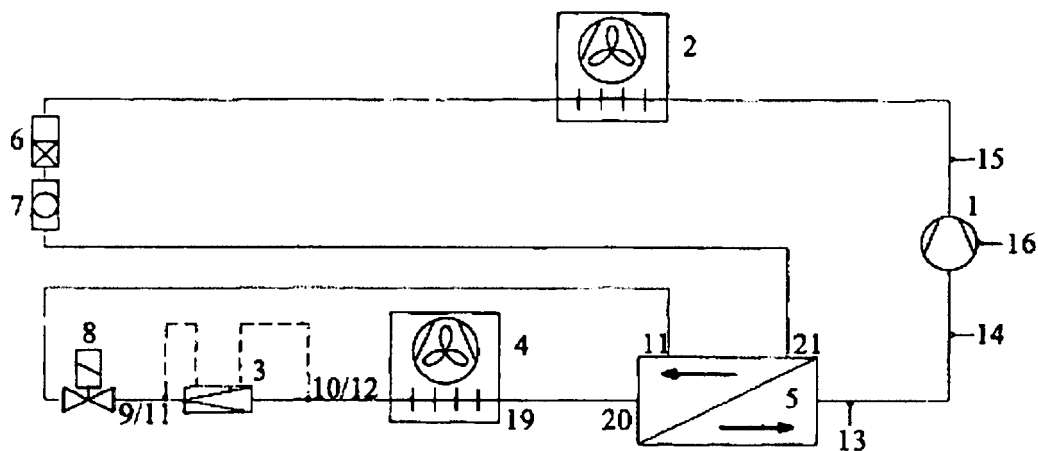


Fig. 10

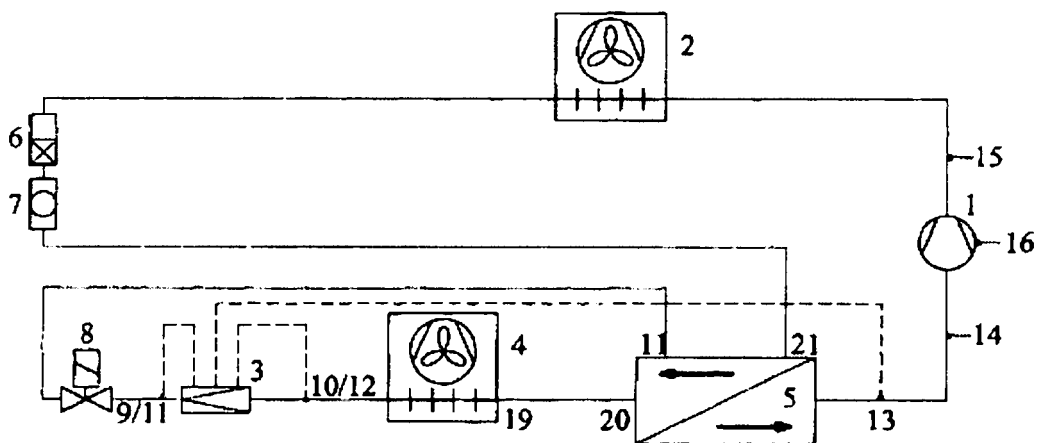


Fig. 11

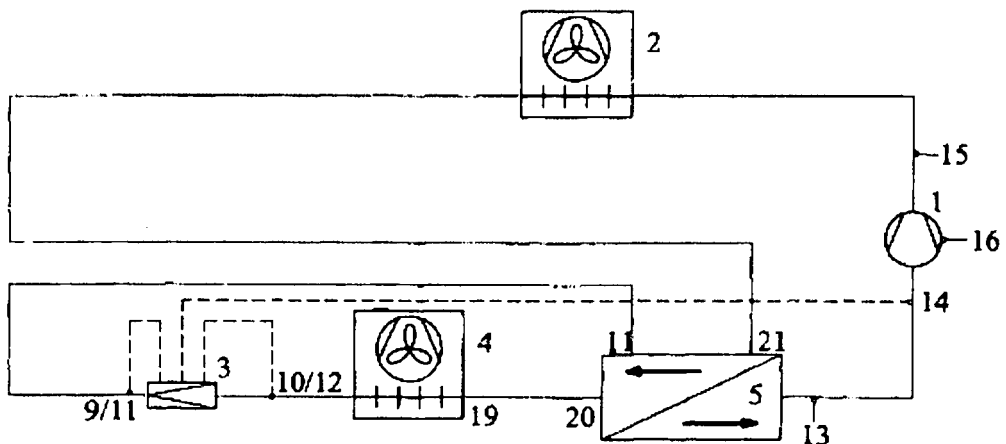


Fig. 12

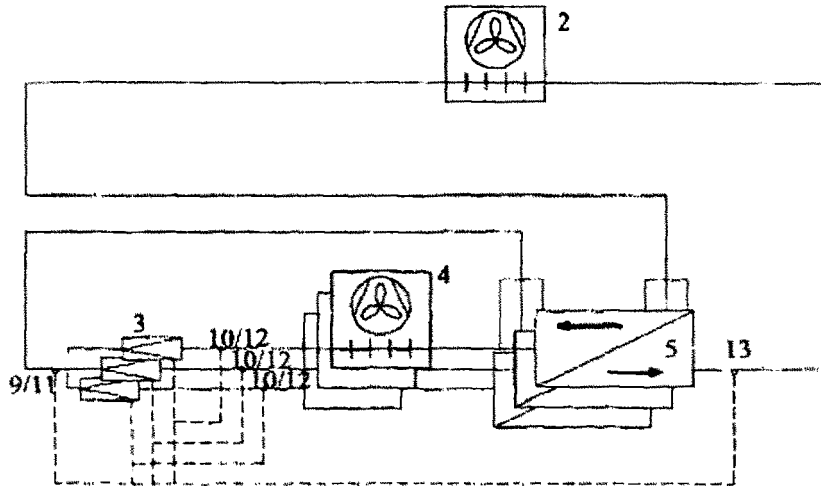


Fig. 13

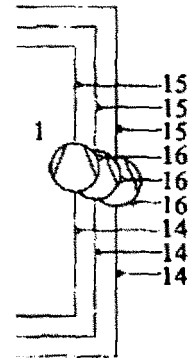


Fig. 16

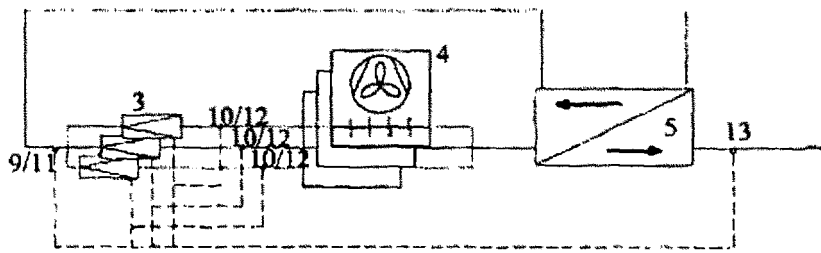


Fig. 14

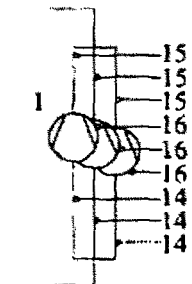


Fig. 17

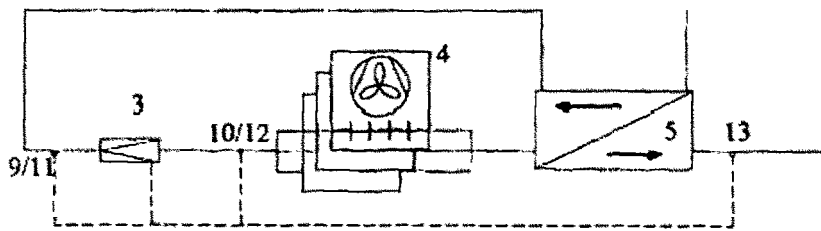


Fig. 15

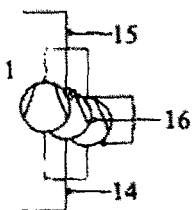


Fig. 18

ES 2 298 405 T3

Leyenda de los puntos de los dibujos:

- 1 compresor
- 2 condensador
- 3 válvula de inyección, válvula de expansión
- 4 evaporador
- 5 IWT (intercambiador térmico interno)
- 6 secador
- 7 cristal de observación
- 8 válvula magnética
- 9 sensor de temperatura en el conducto de líquido aguas arriba de la válvula de inyección
- 10 sensor de presión en la entrada del evaporador (proceso)
- 11 temperatura del líquido del medio refrigerante aguas arriba de la válvula de inyección
- 12 presión del vapor de aspiración, presión de evaporación
- 13 temperatura del vapor de aspiración en la salida del evaporador o IWT
- 14 temperatura del vapor de aspiración en la entrada del compresor
- 15 temperatura del gas caliente en la salida del compresor
- 16 temperatura del aceite del compresor
- 17 entalpía de evaporación (rendimiento del evaporador)
- 18 entalpía de IWT (rendimiento de IWT)
- 19 punto x del estado del medio refrigerante en la zona del vapor húmedo (kg/kg)
extremo del evaporador
- 20 punto x del estado del medio refrigerante en la zona del vapor húmedo (kg/kg)
entrada de IWT

ES 2 298 405 T3

- 21 temperatura de entrada de IWT del medio refrigerante líquido
- 22 alta presión
- 23 presión de aspiración aguas arriba del compresor
- 24 refrigerador (opcional)
- 25 subenfriador externo (opcional)