

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 303**

51 Int. Cl.:

**F01K 25/08** (2006.01)

**F25B 30/02** (2006.01)

**F25B 11/02** (2006.01)

**F25B 27/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2004** **E 12194231 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016** **EP 2574741**

54 Título: **Sistema para aprovechamiento de calor**

30 Prioridad:

**10.09.2003 SE 0302419**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.11.2016**

73 Titular/es:

**RADSCAN AB (100.0%)**  
**Ängsgårdsgatan 13**  
**721 30 Västerås, SE**

72 Inventor/es:

**JOHANSSON, ÅKE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 588 303 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema para aprovechamiento de calor

Área técnica

5 La presente invención se refiere a un sistema para aprovechamiento de calor mediante la utilización de calor residual u otras fuentes de calor, alternativamente frío urbano. Tal sistema se describe en el documento GB2239489A.

Antecedentes

10 En Suecia y en el resto del mundo se producen grandes cantidades de calor residual de temperatura variable. Este calor se desecha a menudo hacia el entorno, por ejemplo a lagos, corrientes de agua, etc. Pueden alcanzarse enormes ventajas económicas y medioambientales si este calor residual pudiera aprovecharse. En todo el mundo hay industrias que necesitan grandes cantidades de calor a alta temperatura y que producen grandes cantidades de calor residual a menores temperaturas. En Suecia, hay un ejemplo de utilización de calor residual con fines de calefacción, por ejemplo para la red de calefacción urbana, a partir de procesos que requieren una gran cantidad de energía. Dependiendo de la temperatura del calor residual, puede haber algunas limitaciones en la utilización, tales como demanda de temperatura en la red de calefacción urbana, distancia entre el calor residual y la red de calefacción urbana, etc. Sin embargo, a veces no puede usarse el exceso de calor residual en absoluto con fines de calefacción, dependiendo del momento del año o de que haya destinatario para el calor.

15 El documento EP-A2-1174590 da a conocer un método y un aparato para la producción de electricidad, en el que un líquido tal como agua se evapora en un primer sistema y transfiere calor a través de un evaporador a un agente refrigerante que circula en un segundo sistema, separado del primer sistema, en el que el agente refrigerante se expande y produce electricidad. La evaporación se produce a una temperatura relativamente alta, de aproximadamente 200°C.

Descripción de la invención

25 Un objeto de la presente invención es conseguir un sistema para aprovechamiento de calor mediante la utilización de calor residual u otra fuente de calor, alternativamente frío urbano, que elimine al menos aquellos inconvenientes que están asociados con aparatos según el estado de la técnica. También es un objeto conseguir un sistema para la producción de frío y/o calor y/o energía mecánica y/o energía eléctrica, y que pueda funcionar en un gran intervalo de temperatura y particularmente con una fuente de calor de temperatura relativamente baja.

30 Este objeto se consigue con un sistema para aprovechamiento de calor mediante la utilización de calor residual u otra fuente de calor, alternativamente frío urbano, según la presente invención tal como se define en la reivindicación 1. El sistema comprende un primer ciclo para la circulación de un fluido de trabajo que, bajo demanda, puede producir frío y/o calor, un evaporador en el que el fluido de trabajo en circulación se evapora en gas captando calor en el evaporador del calor residual o frío urbano que pasa que se transporta por un conducto, un compresor que comprime el gas, un condensador que condensa el gas para dar un condensado y libera calor a un portador de calor que pasa en el condensador, y una válvula de expansión que expande el condensado y devuelve el fluido de trabajo al evaporador. Además, el sistema comprende un segundo ciclo, que se conecta al primer ciclo, para la circulación del fluido de trabajo que, bajo demanda, puede producir energía mecánica y/o energía eléctrica. El segundo ciclo se une al primer ciclo. Además, el sistema comprende un aparato de expansión, tal como una turbina, turbina a la que se suministra gas procedente del evaporador, mediante lo cual se produce una expansión. El fluido de trabajo se devuelve al evaporador.

40 Una ventaja con esta solución es que puede usarse calor, en estado de calor residual u otra fuente de calor, alternativamente frío urbano, de manera que puede producirse la evaporación del fluido de trabajo a temperatura baja así como alta, y por consiguiente el sistema puede alternarse entre la producción de frío y/o aprovechamiento de calor y/o producción de energía mecánica y/o eléctrica. Cuando no puede usarse el exceso de calor residual en absoluto con fines de calefacción, dependiendo del momento del año o de que haya destinatario del calor, el sistema puede controlarse para producir solamente energía eléctrica. Otra ventaja es que las bombas de calor existentes pueden reconstruirse para el sistema según la presente invención. Hay una gran flexibilidad en la solución del sistema según la presente invención lo que significa que el fluido de trabajo puede seleccionarse según la temperatura de la fuente de calor. Si el calor residual se aprovecha según la temperatura, la demanda en cuanto a la temperatura del calor urbano puede satisfacerse a la vez que hay menos demanda en cuanto a las dimensiones en los conductos y menores caudales.

55 Según una realización preferida, el sistema según la presente invención puede comprender uno o más evaporadores. El sistema puede funcionar como una bomba de calor de una fase o de múltiples fases y/o como una planta eléctrica de condensación con expansión en una o más fases de turbina con o sin sobrecalentamiento intermedio. Se utilizan bombas de calor de múltiples fases cuando hay demanda de trabajo a alta presión con el fin de alcanzar la temperatura deseada en el portador de calor. En una bomba de calor de múltiples fases, la expansión del condensado se produce después del condensador en dos o más fases. En cada fase de expansión, se forma una determinada cantidad de gas que se lleva a la fase de presión correcta en un compresor de múltiples fases.

Para fuentes a baja temperatura, por debajo de aproximadamente 70°C, se usa algún tipo de fluido de trabajo, tal como un agente refrigerante con un punto de ebullición a baja temperatura, por ejemplo HFC R134a o algún agente refrigerante natural tal como amonio o similar. La ventaja del uso de un agente refrigerante es que el volumen del vapor del agente refrigerante a baja temperatura es considerablemente menor que el vapor de agua, a la misma temperatura. Además, la presión es mayor que la presión atmosférica, lo que entre otras cosas impide la fuga de aire en la planta. A temperaturas por encima de 80-85°C se hace uso de manera adecuada de agua como fluido de trabajo, mediante lo cual pueden alcanzarse varios cientos de grados.

5 Por sistema para aprovechamiento de calor se entiende una producción de frío y/o calor y/o energía mecánica y/o energía eléctrica mediante el uso de calor residual u otra fuente de calor.

10 Por portador de calor se entiende, por ejemplo, un conducto de agua caliente o en circulación, conducto de calor residual o similar.

Posibles fuentes de calor residual son, por ejemplo, diversas industrias, plantas eléctricas, calderas de agua a alta temperatura, sistemas de calefacción solar, plantas de geocalfacción, plantas de incineración, todo tipo de vehículos a motor, buques, etc. Puede utilizarse la pérdida de calor residual en un vehículo, por ejemplo, tal como gases de escape y agua de refrigeración, y convertirse en energía eléctrica o trabajo mecánico, lo que significaría un consumo de combustible disminuido. Un ejemplo de otra fuente de calor aparte de la fuente de calor residual es el agua de mar.

15

Ventajas y características adicionales según realizaciones de la invención son evidentes a partir de las reivindicaciones, y también en lo siguiente a partir de la descripción de realizaciones.

20 Descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora en más detalle en realizaciones, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, sin limitar la interpretación de la invención a los mismos, en los que

la figura 1 muestra esquemáticamente un sistema según la presente invención conectado principalmente para la producción eléctrica,

25 la figura 2 muestra esquemáticamente el sistema según la figura 1 conectado principalmente para la producción de calor,

la figura 3 muestra esquemáticamente el sistema según las figuras 1-2 conectado para la producción simultánea de frío, calor o electricidad,

30 la figura 4 muestra esquemáticamente el sistema según las figuras 1-3 conectado principalmente para la producción de frío,

la figura 5 muestra esquemáticamente el sistema según las figuras 1-4 conectado para la producción simultánea de frío, calor o electricidad, en el que el primer y el segundo ciclo, respectivamente, están separados uno de otro, produciéndose la evaporación en el ciclo respectivo a temperaturas diferentes en evaporadores separados,

35 la figura 6 muestra esquemáticamente una realización alternativa del sistema según las figuras 1-5 conectado para la producción eléctrica, y

la figura 7 muestra esquemáticamente cómo una combinación de los sistemas según la figura 2 y la figura 6 están conectados en una red de calor urbano que está en conexión con una planta de incineración.

Descripción detallada de realizaciones

40 Se muestra un sistema, según realizaciones de la presente invención, para la producción de frío y/o calor y/o energía mecánica y/o energía eléctrica mediante la utilización de calor residual u otra fuente de calor, alternativamente frío urbano, en las figuras 1-6. El sistema comprende un primer ciclo 2 para la circulación de un fluido de trabajo. Un evaporador 4 está dispuesto en el primer ciclo 2, en el que el fluido de trabajo en circulación se evapora en gas captando calor en el evaporador de un flujo que pasa de calor residual u otra fuente de calor, tal como por ejemplo agua de mar, alternativamente frío urbano, que se transporta por un conducto 6. Un compresor 8 está dispuesto en el primer ciclo 2 en la dirección del flujo (véanse las flechas en el conducto 2 del ciclo) después del evaporador 4. El compresor 8 comprime el gas procedente del evaporador. Un condensador 10 está dispuesto en el primer ciclo 2, en la dirección del flujo después del compresor 8, condensador 10 que condensa el gas para dar un condensado y libera calor a un portador de calor que pasa en el condensador, por ejemplo un conducto 12 de agua caliente o en circulación, un conducto de calor residual o similar. Una válvula 14 de expansión está dispuesta en el primer ciclo 2, en la dirección del flujo después del condensador 10, válvula 14 de expansión que expande el condensado y devuelve el fluido de trabajo al evaporador 4. El sistema comprende además un segundo ciclo 16, que comprende tres ciclos 16a-16c parciales, según la realización en las figuras 1-5 y cuatro ciclos 16a-16d parciales según la realización en la figura 6, que está en conexión con el primer ciclo 2, para la circulación del fluido de trabajo, segundo ciclo que está conectado al primer ciclo 2. Una turbina 18, o aparato de expansión similar, está unida al segundo ciclo 16, turbina 18 a la que, estando dispuesta en la dirección del flujo (véase la flecha en los conductos 16a-d del ciclo) después del

evaporador 4, se suministra gas procedente del evaporador 4. Se permite que el gas se expanda en la turbina 18 y un generador 20 está conectado a la turbina para la producción de electricidad. El trabajo mecánico producido de la turbina también puede hacer funcionar el compresor 8 a través de un conmutador 19. Un segundo condensador 22 está conectado al segundo ciclo, en la dirección del flujo después de la turbina, segundo condensador 22 que condensa el gas de la turbina 18, después de lo cual se devuelve el condensado del condensador 22, de manera adecuada a través de una segunda válvula 23a de expansión o una bomba 23, al evaporador 4. En el segundo condensador 22, un conducto 21 está conectado de manera adecuada para evacuar el calor a un flujo que pasa de portador de calor a temperatura preferiblemente baja en el conducto 21. El primer ciclo 2 está previsto para producir frío y/o calor bajo demanda y el segundo ciclo 16 está previsto para producir energía mecánica y/o energía eléctrica bajo demanda.

Preferiblemente, el sistema comprende además una primera válvula 24 de control, unida al primer ciclo 2 y en conexión con el primer ciclo 16a parcial del segundo ciclo 16. En las realizaciones según las figuras 1-6, esta válvula de control está dispuesta en el primer ciclo 2 en la dirección del flujo después del evaporador 4 y antes del compresor 8. El primer ciclo 16a parcial está dispuesto en la primera válvula 24 de control. La válvula 24 de control está dispuesta para controlar el flujo de gas, que es fluido de trabajo evaporado, en el primer ciclo 2 y el primer ciclo 16a parcial, respectivamente, mediante lo cual puede obtenerse una producción simultánea de frío, calor y energía mecánica y/o energía, o alternativamente sólo producción de frío y calor o frío y energía mecánica y/o eléctrica, por medio de un control del flujo deseado hacia los ciclos 2, 16a, 16 respectivamente, mediante la primera válvula 24 de control.

Además, según la realización en las figuras 1-6, un sobrecalentador 26 está conectado al primer ciclo 16a parcial, al que se transmite gas procedente del primer ciclo 2, sobrecalentador que emite gas sobrecalentado a la turbina 18 posterior. El sobrecalentador 26 está dispuesto en la dirección del flujo antes de la turbina 18. Preferiblemente puede añadirse energía adicional al fluido de trabajo en el sobrecalentador 26 mediante el paso de calor residual en un conducto 28 en el sobrecalentador. Una segunda válvula 29 de control puede controlar el flujo deseado de calor residual hacia el evaporador 4 y el sobrecalentador 26, respectivamente.

El calor residual que se lleva al evaporador y preferiblemente también al sobrecalentador 26, puede tener adecuadamente una temperatura a partir de aproximadamente 15°C y más. Una temperatura superior del calor residual es preferiblemente de 100°C o menos, y lo más preferiblemente de 50°C o menos. En la realización más general, el sistema según la presente invención todavía no está limitado al intervalo de temperatura mencionado anteriormente, sino que puede funcionar a temperaturas mayores así como a temperaturas menores a las mencionadas.

Preferiblemente, el sistema comprende además una primera válvula 17 de tres vías, conectada al segundo ciclo 16 y en conexión con el ciclo 16a parcial. En las realizaciones según las figuras 1-6, la primera válvula de tres vías está dispuesta en el segundo ciclo 16 en la dirección del flujo después de la bomba 23 de condensado. La primera válvula de tres vías está dispuesta para separar el ciclo 16 del ciclo 2 junto con la primera válvula 24 de control de manera que la evaporación del fluido de trabajo pueda producirse a diversas temperaturas. La evaporación se produce en el evaporador 4 en el ciclo 2 y en el sobrecalentador 26 en el ciclo 16. El sobrecalentador 26 puede funcionar como sobrecalentador y como evaporador 26'.

Preferiblemente, el sistema comprende además una tercera válvula 9 de control, dispuesta en el primer ciclo 2 y en conexión con un segundo ciclo 16b parcial del segundo ciclo 16. En las realizaciones según las figuras 1-6, esta tercera válvula de control está dispuesta en el primer ciclo 2 en la dirección del flujo después del compresor 8 y antes del condensador 10. El segundo ciclo 16b parcial está conectado a la tercera válvula 9 de control. La tercera válvula 9 de control está dispuesta para controlar el flujo de gas comprimido en el primer ciclo 2 y el segundo ciclo 16b parcial, respectivamente. El flujo de gas comprimido desde la tercera válvula 9 de control al segundo ciclo 16b parcial se lleva adicionalmente a la turbina 18, mediante lo cual puede obtenerse la producción simultánea de frío, calor y energía mecánica y/o energía eléctrica, por medio de la tercera válvula 9 de control que controla el flujo deseado hacia los ciclos 2, 16b, 16 respectivamente.

Preferiblemente, el sistema comprende además un intercambiador 30 de calor, dispuesto en la dirección del flujo entre el condensador 10 y la válvula 14 de expansión, conectado al primer ciclo 2. Además, un conducto de suministro de condensado de un tercer ciclo 16c parcial está conectado desde el evaporador al intercambiador 30 de calor. Se bombea el condensado procedente del evaporador 4 mediante la bomba 33 al intercambiador 30 de calor. El gas que se forma por la evaporación del fluido de trabajo en el intercambiador 30 de calor se transfiere a través del tercer ciclo 16c parcial que forma parte del segundo ciclo 16, que en esta realización está conectado al intercambiador 30 de calor, y adicionalmente a la turbina 18, mediante lo cual puede recuperarse una parte del trabajo del compresor que de otro modo se perdería en la expansión entre el condensador 10 y el evaporador 4.

Preferiblemente, el sistema comprende además una bomba 38 de condensado, en un cuarto ciclo 16d parcial conectado al primer ciclo 2, en la realización según la figura 6. La bomba 38 de condensado está dispuesta para bombear el condensado desde el evaporador 4, que en esta realización según la figura 6 funciona como condensador 4', al condensador 10, que en esta realización según la figura 6 funciona como evaporador 10'. Además, una segunda válvula 40 de tres vías está conectada entre la bomba 38 de condensado en la cuarta válvula 16d parcial y el evaporador 10' en el primer ciclo 2. La segunda válvula 40 de tres vías está dispuesta para ponerse en el cuarto ciclo 16d parcial en la producción eléctrica en la realización según la figura 6.

Con referencia a las figuras 1-6 se describirán ahora diversos modos de funcionamiento A-F:

A) La figura 1 muestra el sistema conectado para la producción eléctrica principalmente (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el presente modo de funcionamiento). El dibujo muestra un proceso de una fase pero naturalmente puede ser un proceso de múltiples fases. El proceso del ciclo comienza en el evaporador 4. El medio en circulación se evapora totalmente absorbiendo calor de la fuente 6 de calor, a una temperatura de preferiblemente 50°C o mayor, que de ese modo se enfría 7, es decir se produce una producción de frío. Se suministra vapor con más energía al sobrecalentador 26 preferido. Se ha añadido calor al evaporador y al sobrecalentador. El vapor sobrecalentado se expande en la turbina 18. Posteriormente, el vapor se condensa en el condensador 22 que acompaña a la turbina 18. El calor se transmite a una depresión de enfriamiento, que tiene una temperatura de preferiblemente 15°C o menor. El medio condensado se bombea mediante la bomba 23 de vuelta al evaporador y se cierra el proceso del ciclo.

B) La figura 2 muestra el sistema conectado para aprovechamiento de calor principalmente, pero también para la producción frío y la recuperación de trabajo del compresor (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el presente modo de funcionamiento). La conexión muestra un proceso de una fase pero naturalmente puede ser un proceso de múltiples fases. El proceso del ciclo comienza en el evaporador 4. El medio en circulación se evapora completamente. Se suministra calor o bien procedente de la fuente de calor residual o bien procedente de otra fuente de calor, por ejemplo agua de mar, a una temperatura de preferiblemente 5°C o mayor. Si se usa calor residual como fuente de calor, al sistema de calor residual sólo se suministra la energía de funcionamiento que es necesaria para el compresor 8 en comparación con si se usa una fuente de calor externa, por ejemplo agua de mar, cuando se suministra tanto la energía absorbida en el evaporador como la energía de funcionamiento para el compresor al sistema de calor residual. Ésta es una diferencia principal e importante si sólo se busca el aprovechamiento de la temperatura. Después del evaporador, el gas se comprime en el compresor 8. Posteriormente, el gas se condensa en el condensador 10 que acompaña al compresor. El calor se transmite a un flujo 12 parcial desde la fuente de calor residual, que de ese modo se calienta hasta aproximadamente 60°C o más. El condensado se superenfía en el intercambiador 30 de calor mediante un intercambio de calor con respecto a un tercer ciclo 16c parcial que comprende el condensado procedente del evaporador 4. El condensado en el tercer ciclo 16c parcial se calienta previamente y se evapora en el intercambiador 30 de calor y se conduce adicionalmente a la turbina 18 mediante lo cual se produce la expansión. El fluido de trabajo se lleva adicionalmente al evaporador 4. La producción de frío en el evaporador 4 puede aumentarse si el gas se condensa en el condensador 22 después de la turbina 18. El condensado superenfriado procedente del intercambiador 30 de calor se expande en la válvula 14 de expansión hacia el evaporador 4. De ese modo, se cierra el proceso del ciclo.

C) La figura 3 muestra el sistema conectado para una producción simultánea de frío, calor y electricidad (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el presente modo de funcionamiento). Los procesos del ciclo funcionan según las explicaciones con respecto a las figuras 1 y 2. El evaporador 4 suministra gas en este modo de funcionamiento tanto a la turbina 18 como al compresor 8. Una primera válvula 24 de control controla el flujo deseado hacia el compresor 8 y la turbina 18, respectivamente. Esta conexión implica una gran libertad en la estrategia de funcionamiento. Por ejemplo, puede darse prioridad a la electricidad durante el día y al calor durante la noche. En caso de mayor disponibilidad de calor residual, la turbina 18 puede hacer funcionar tanto el compresor 8 como el generador 20.

D) La figura 4 muestra el sistema conectado para la producción de frío principalmente (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el presente modo de funcionamiento). Los procesos del ciclo funcionan según las explicaciones con respecto a las figuras 1, 2 y 3. La cantidad de gas evaporado procedente del evaporador 4, que no es necesaria después de la compresión en el compresor 8 para satisfacer la demanda existente de calor, se lleva a la turbina 18 a través del segundo ciclo 16b parcial para su expansión, lo que significa que se recupera el trabajo del compresor. Con el fin de aumentar la producción de frío en el evaporador 4, el gas se condensa después de la turbina 18 en el condensador 22 con respecto a un portador 21 de calor a baja temperatura, de manera adecuada a aproximadamente 5-25°C.

E) La figura 5 muestra el sistema conectado para una producción simultánea de frío, calor y electricidad (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el presente modo de funcionamiento). Los procesos del ciclo funcionan según las explicaciones con respecto a las figuras 1-4. La primera válvula 17 de tres vías y la primera válvula 24 de control separan el primer ciclo 2 y el segundo ciclo 16. El sobrecalentador 26 funciona en este modo de funcionamiento como evaporador 26'. Por tanto, la evaporación puede producirse a temperaturas diferentes en los ciclos 2, 16. En primer lugar, el calor residual transmite en este caso calor al evaporador 26' mediante lo cual disminuye la temperatura del calor residual, luego se transmite calor al evaporador 4 pero a una temperatura considerablemente inferior. De esta manera, el calor en la fuente de calor residual puede utilizarse de una manera eficaz. También existe la posibilidad de usar dos fuentes de calor diferentes a temperaturas diferentes. Por ejemplo, puede usarse una fuente de calor residual a aproximadamente 50°C para evaporar el fluido de trabajo en el evaporador 26', en el segundo ciclo 16, que está expandiéndose en la turbina 18 y que, a su vez, hace funcionar el compresor 8 en el primer ciclo 2. Entonces se produce la evaporación en el segundo ciclo 16 a una temperatura relativamente alta. Además, es necesario un enfriamiento, por ejemplo en una red de frío urbano. Con el fin de satisfacer las demandas de temperatura de la red de frío urbano de aproximadamente 5-10°C, la evaporación en el primer ciclo 2, en el evaporador 4, debe producirse a una temperatura relativamente baja, preferiblemente de aproximadamente 0°C.

5 F) La figura 6 muestra una realización alternativa del sistema según las figuras 1-5 anteriores, conectado para la  
 producción eléctrica (las líneas que están impresas en negrita muy marcada significan que están conectadas en el  
 presente modo de funcionamiento). Este diseño alternativo del sistema difiere de los funcionamientos descritos ante-  
 riormente de los modos A)-E) en que comprende además un cuarto ciclo 16d parcial adicional, que está conectado a  
 10 través de una segunda válvula 40 de tres vías, que está conectada entre el evaporador 4 y el condensador 10, y que  
 se instala cuando el sistema va a utilizarse sólo para la producción eléctrica. El proceso del ciclo comienza en el  
 condensador 10 que en este caso funciona como evaporador 10', el fluido de trabajo se evapora en el evaporador  
 10' (condensador 10) a alta presión y alta temperatura suministrando calor al fluido de trabajo desde una fuente 12  
 de calor a alta temperatura, preferiblemente de 50°C o mayor, por ejemplo calor urbano. El fluido de trabajo se ex-  
 10 pande luego en un aparato 18 de expansión mediante lo cual caen la presión y la temperatura del fluido de trabajo.  
 Se elimina la energía del fluido de trabajo en forma de energía mecánica en el aparato de expansión. El fluido de  
 trabajo se condensa luego a baja presión y baja temperatura en el evaporador 4 que, de este modo, se utiliza como  
 condensador 4'. Se transmite calor desde el fluido de trabajo, por ejemplo a agua de mar, preferiblemente a una  
 15 temperatura de 15°C o menor. Luego, el fluido de trabajo se bombea, a través del cuarto ciclo 16d parcial con la  
 bomba 38 de condensado, al evaporador 10' mediante lo cual se cierra el proceso del ciclo.

La figura 7 muestra esquemáticamente cómo una combinación 42 de los sistemas según la figura 2 y la figura 6 es-  
 tán conectados en una red 44 de calor urbano, con varios clientes 45, que está acoplada junto con una planta 46 de  
 incineración. Cuando se necesita calor, el sistema 42 se utiliza para producir calor según la figura 2. Luego, cuando  
 surge un exceso de calor de la planta 46 de incineración, el calor se utiliza para producir electricidad en el sistema  
 20 42 según la figura 6. El sistema está conectado a una fuente 48 de aguas residuales o de agua de mar a la que pue-  
 de emitirse calor según la figura 6 y de la que puede obtenerse calor según la figura 2.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para aprovechamiento de calor mediante la utilización de calor residual u otras fuentes de calor, alternativamente frío urbano, para una alternancia entre producción de frío y/o aprovechamiento de calor y/o producción de energía mecánica y/o eléctrica, sistema que comprende un primer ciclo (2) para la circulación de un fluido de trabajo, un evaporador (4) en el que el fluido de trabajo en circulación se evapora en gas captando calor en el evaporador del calor residual o frío urbano que pasa que se transporta por un conducto (6) que luego se enfría (7), un compresor (8) que comprime el gas, un condensador (10) que condensa el gas para dar un condensado y libera calor a un portador de calor que pasa en el condensador, y una válvula (14) de expansión que expande el condensado y devuelve el fluido de trabajo al evaporador (4), estando el sistema caracterizado porque comprende además un segundo ciclo (16; 16a-d), que está en conexión con el primer ciclo (2), para la circulación del fluido de trabajo, segundo ciclo (16; 16a-d) que está unido al primer ciclo (2), un aparato de expansión, tal como una turbina (18), unida al segundo ciclo (16; 16a-d), turbina (18) que suministra gas procedente del evaporador (4), mediante lo cual se produce una expansión, después de la cual se conduce el fluido de trabajo al evaporador (4), alternativamente a través de un segundo condensador (22) conectado al segundo ciclo (16) que condensa el gas procedente de la turbina (18), después de lo cual se devuelve el condensado al evaporador (4).
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además una primera válvula (24) de control conectada al primer ciclo (2) y en conexión con el primer ciclo (16a) parcial del segundo ciclo (16), dispuesta para controlar el flujo de gas evaporado en el primer ciclo y el segundo ciclo, respectivamente, mediante lo cual puede producirse una producción simultánea de frío, calor y electricidad, o alternativamente puede producirse sólo una producción de frío y calor o frío y electricidad, por medio de un control del flujo deseado hacia los ciclos (2, 16a, 16) respectivamente, mediante la válvula (24) de control.
3. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado porque la primera válvula (24) de control está dispuesta después del evaporador (4) y antes del compresor (8).
4. Sistema según la reivindicación 3, caracterizado porque un sobrecalentador (26) está conectado al primer ciclo (16a) parcial, al que se transmite gas procedente del primer ciclo (2), sobrecalentador (26) que emite gas sobrecalentado a la turbina (18) posterior.
5. Sistema según la reivindicación 4, caracterizado porque puede añadirse energía adicional al fluido de trabajo en el sobrecalentador (26) mediante el paso de calor residual u otra fuente (28) de calor en el sobrecalentador (26).
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el trabajo mecánico producido de la turbina (18) hace funcionar el compresor (8) preferiblemente a través de un conmutador (19).
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el trabajo mecánico producido de la turbina (18) hace funcionar preferiblemente un generador (20) para la producción de electricidad.
8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el calor residual puede tener una amplia variación de temperatura, adecuadamente a partir de 15°C y más.
9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para recuperar el trabajo del compresor y para una producción de frío aumentada, caracterizado porque un intercambiador (30) de calor está dispuesto entre el condensador (10) y la válvula (14) de expansión, conectado al primer ciclo (2), un conducto de suministro de condensado de un tercer ciclo (16c) parcial está conectado además desde el evaporador al intercambiador (30) de calor, de manera que el gas que se forma a través de la evaporación del fluido de trabajo en el intercambiador (30) de calor se transfiere a través del tercer ciclo (16c) parcial y adicionalmente a la turbina (18), mediante lo cual puede producirse una producción simultánea de frío, calor y electricidad, mediante lo cual puede recuperarse una parte del trabajo del compresor.
10. Sistema según la reivindicación 1 para la producción de trabajo mecánico y/o energía eléctrica, estando el sistema caracterizado porque comprende además una tercera válvula (9) de control, dispuesta en el primer ciclo (2) y en conexión con un segundo ciclo (16b) parcial del segundo ciclo (16), tercera válvula de control que está dispuesta en el primer ciclo (2) en la dirección del flujo después del compresor (8) y antes del primer condensador (10), en el que el segundo ciclo (16b) parcial está conectado a la tercera válvula (9) de control, mediante lo cual la válvula (9) de control está dispuesta para controlar el flujo de gas comprimido en el primer ciclo (2) y el segundo ciclo (16b) parcial, respectivamente, y en el que el flujo de gas comprimido desde la tercera válvula (9) de control al segundo ciclo (16b) parcial se lleva adicionalmente a la turbina (18), de manera que puede obtenerse una producción simultánea de frío, calor y energía mecánica y/o energía eléctrica, por medio de la tercera válvula (9) de control que controla el flujo deseado hacia los ciclos (2, 16b, 16) respectivamente.
11. Sistema según la reivindicación 1 para una producción de frío aumentada, caracterizado porque un portador de calor a baja temperatura en un conducto (21) conectado al segundo condensador (22) elimina el calor y de este modo el gas se condensa para dar un condensado en el condensador (22) antes de una transferencia adicional al evaporador (4).

12. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado porque un evaporador (26') está conectado al segundo ciclo (16), comprendiendo además el sistema una primera válvula (17) de tres vías, dispuesta en el segundo ciclo (16) en la dirección del flujo después de la bomba (23) de condensado, dispuesta entre el segundo condensador (22) y el evaporador (26'), bomba (23) de condensado que bombea el medio condensado de vuelta al evaporador (26'), estando dicha primera válvula de tres vías dispuesta para separar el ciclo (16) del primer ciclo (2) junto con primera válvula (24) de control.
- 5
13. Sistema según la reivindicación 12, caracterizado porque la evaporación en el primer ciclo (2) y el segundo ciclo (16), respectivamente, se produce a temperaturas diferentes, por ejemplo con una fuente de calor residual a una temperatura de aproximadamente 50°C para la evaporación en el segundo ciclo (16) y con frío urbano, frío libre y/o aguas residuales a una temperatura relativamente baja para la evaporación en el primer ciclo (2) con el fin de cumplir los requisitos de temperatura de la red de frío urbano de aproximadamente 5-10°C.
- 10
14. Sistema según la reivindicación 12, caracterizado porque la evaporación en el primer ciclo (2) y el segundo ciclo (16), respectivamente, se produce con fuentes de calor diferentes, tales como por ejemplo con una fuente de calor residual en el segundo ciclo (16) y con frío urbano, frío libre y/o aguas residuales en el primer ciclo (2).
- 15
15. Sistema según la reivindicación 12, caracterizado porque el primer ciclo (2) y el segundo ciclo (16), respectivamente, funcionan independientemente uno de otro, a través del control de flujos deseados hacia los ciclos (2, 16) respectivamente, por medio de la primera válvula (17) de tres vías, la primera válvula (24) de control y/o una tercera válvula (29) de control.
- 20
16. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque se conecta un cuarto ciclo (16d) parcial adicional del segundo ciclo (16), a través de una segunda válvula (40) de tres vías, en la producción eléctrica en la que condensador (10) se utiliza como evaporador (10') y el evaporador (4) se utiliza como condensador (4'), además una bomba (38) de condensado está dispuesta en el cuarto ciclo (16d) parcial entre el condensador (4') y la segunda válvula (40) de tres vías, para bombear el condensado desde el condensador (4') al evaporador (10').

FIG. 1

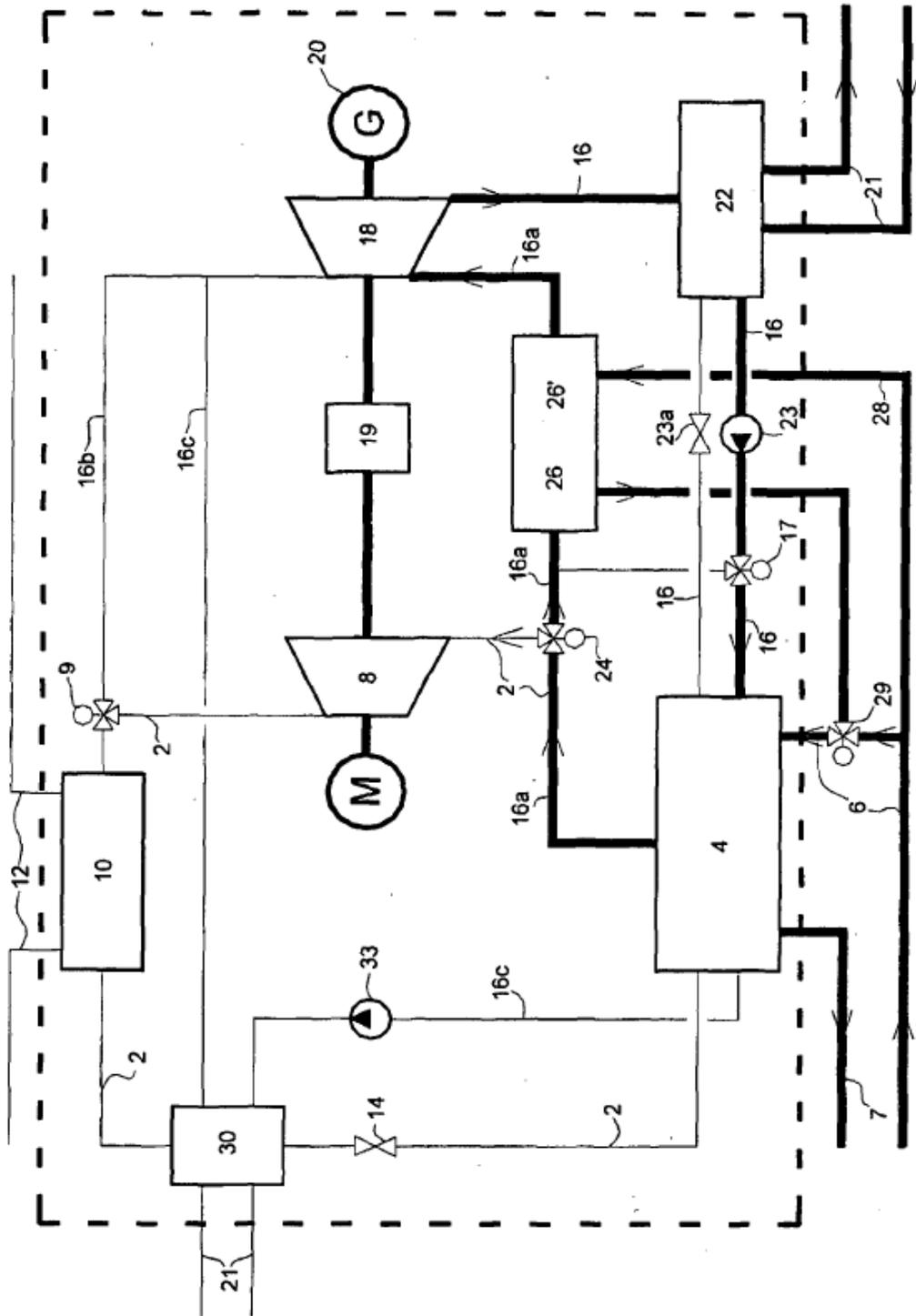


FIG. 2

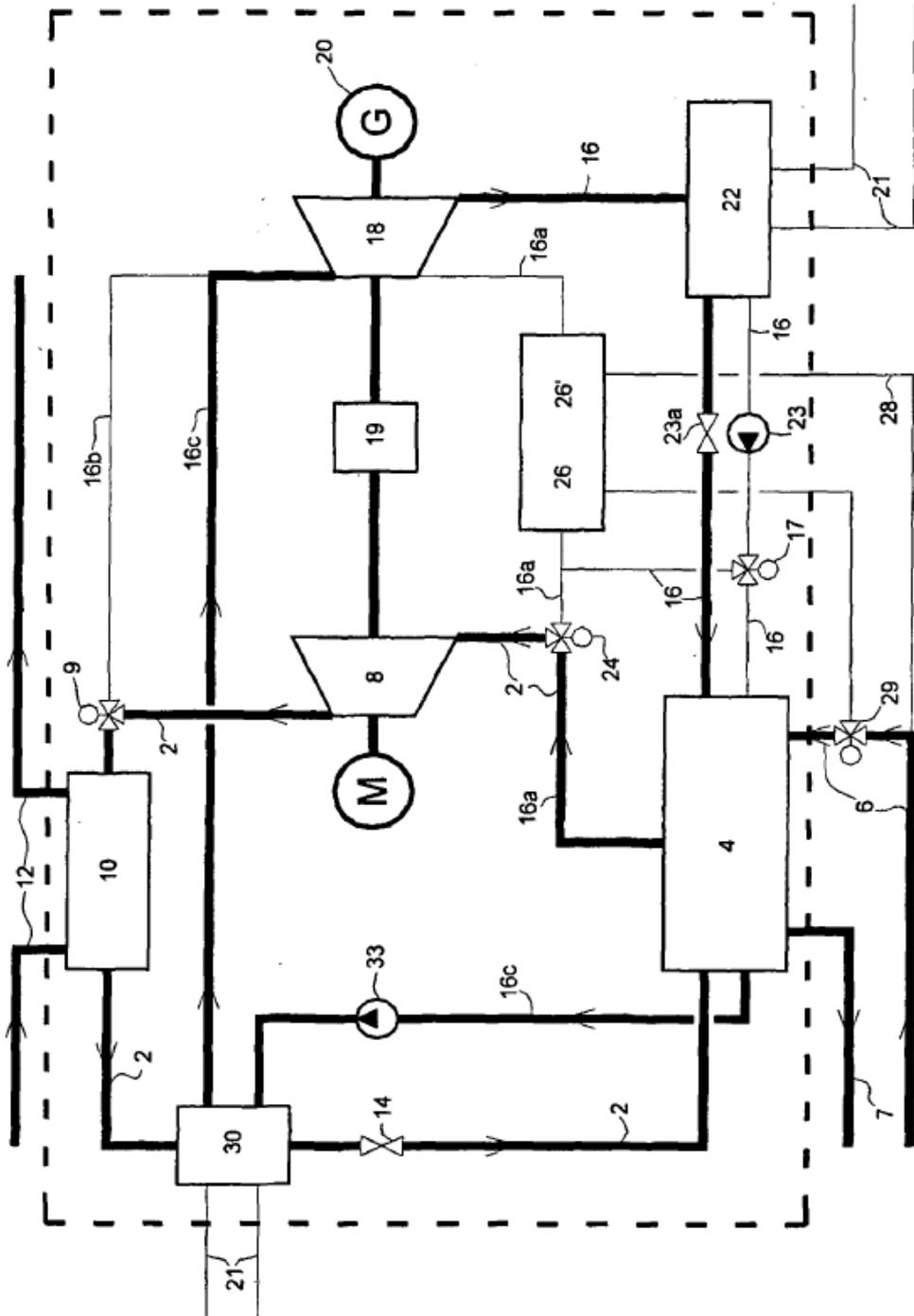


FIG. 3

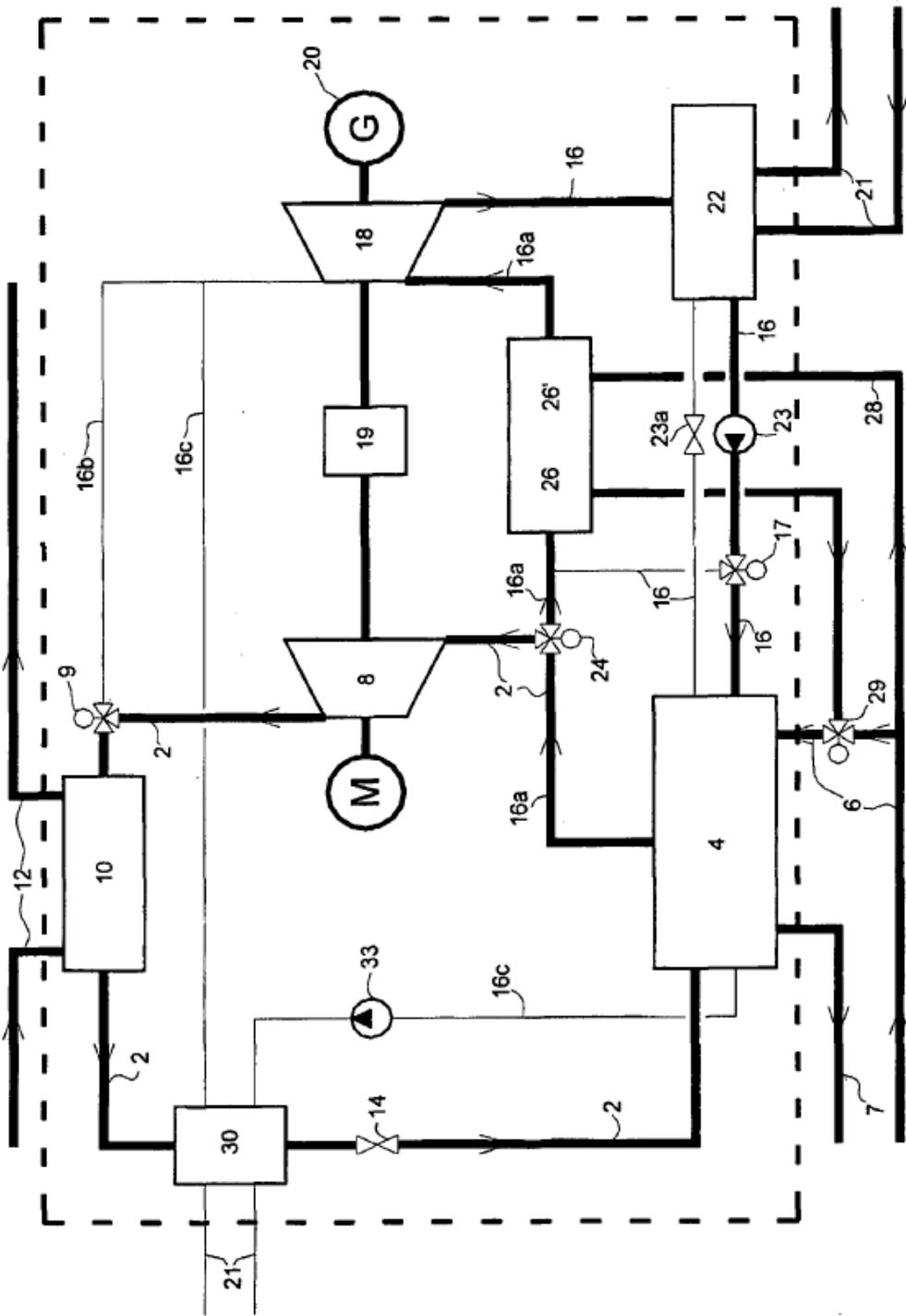


FIG. 4

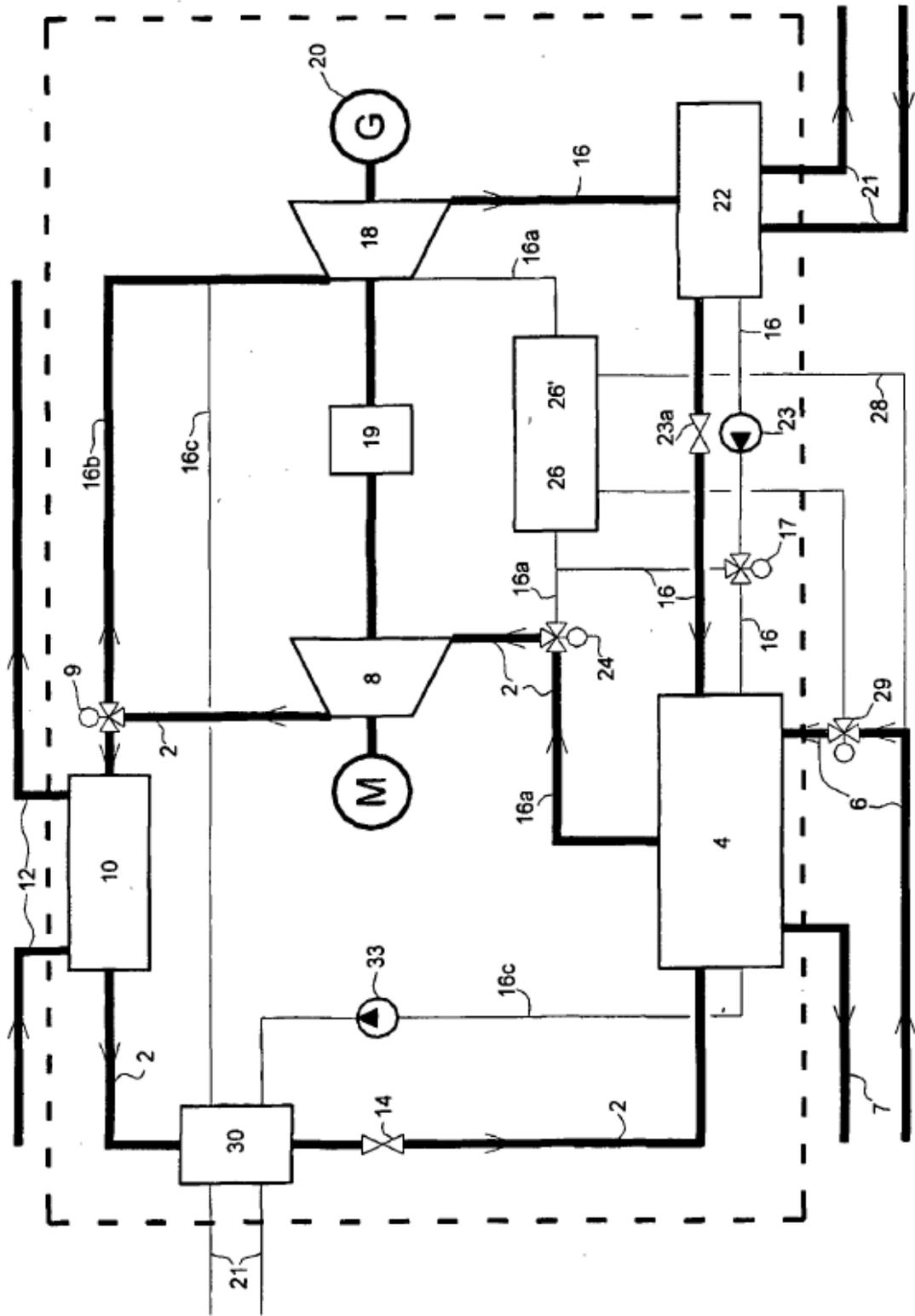


FIG. 5

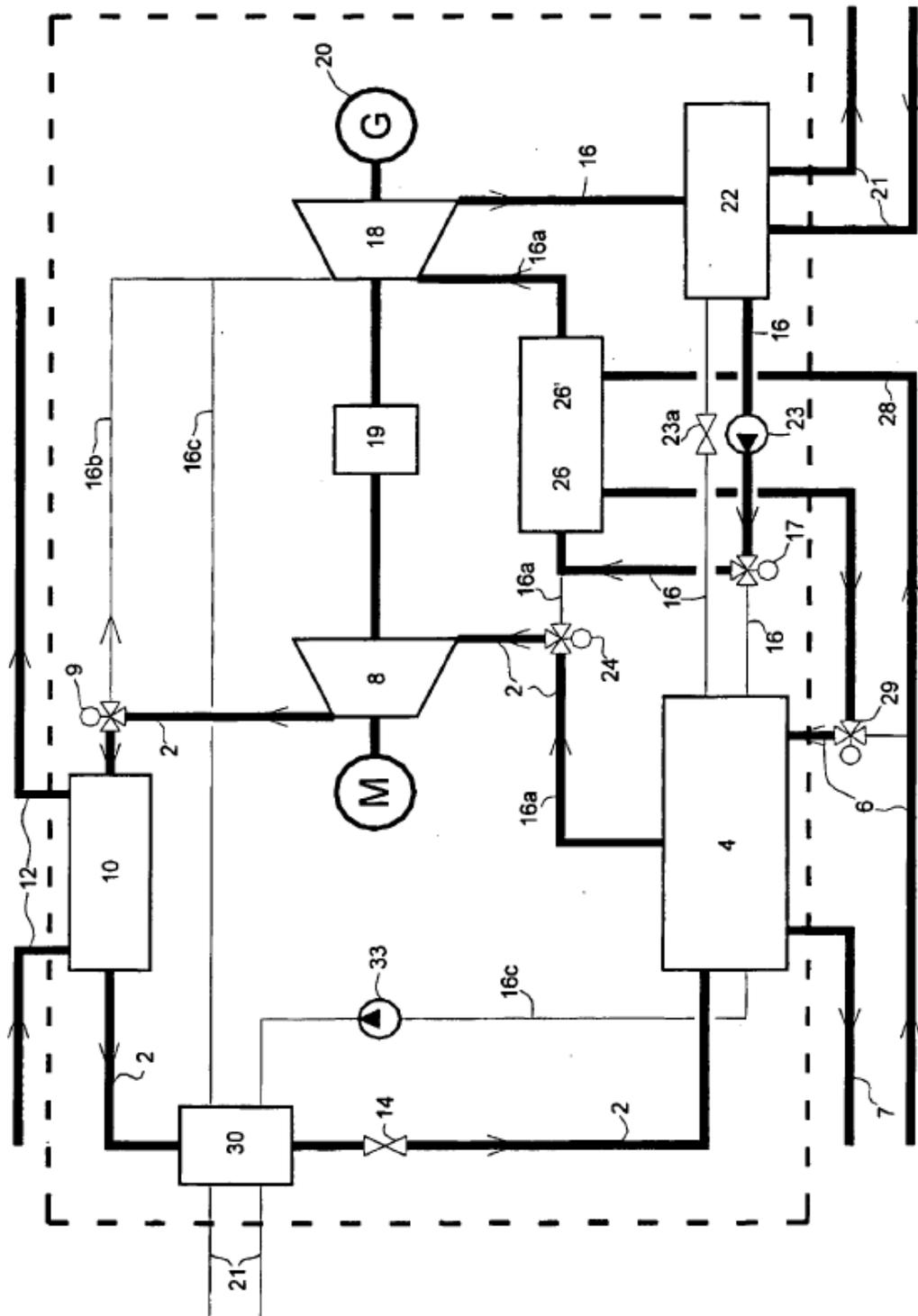


FIG. 6

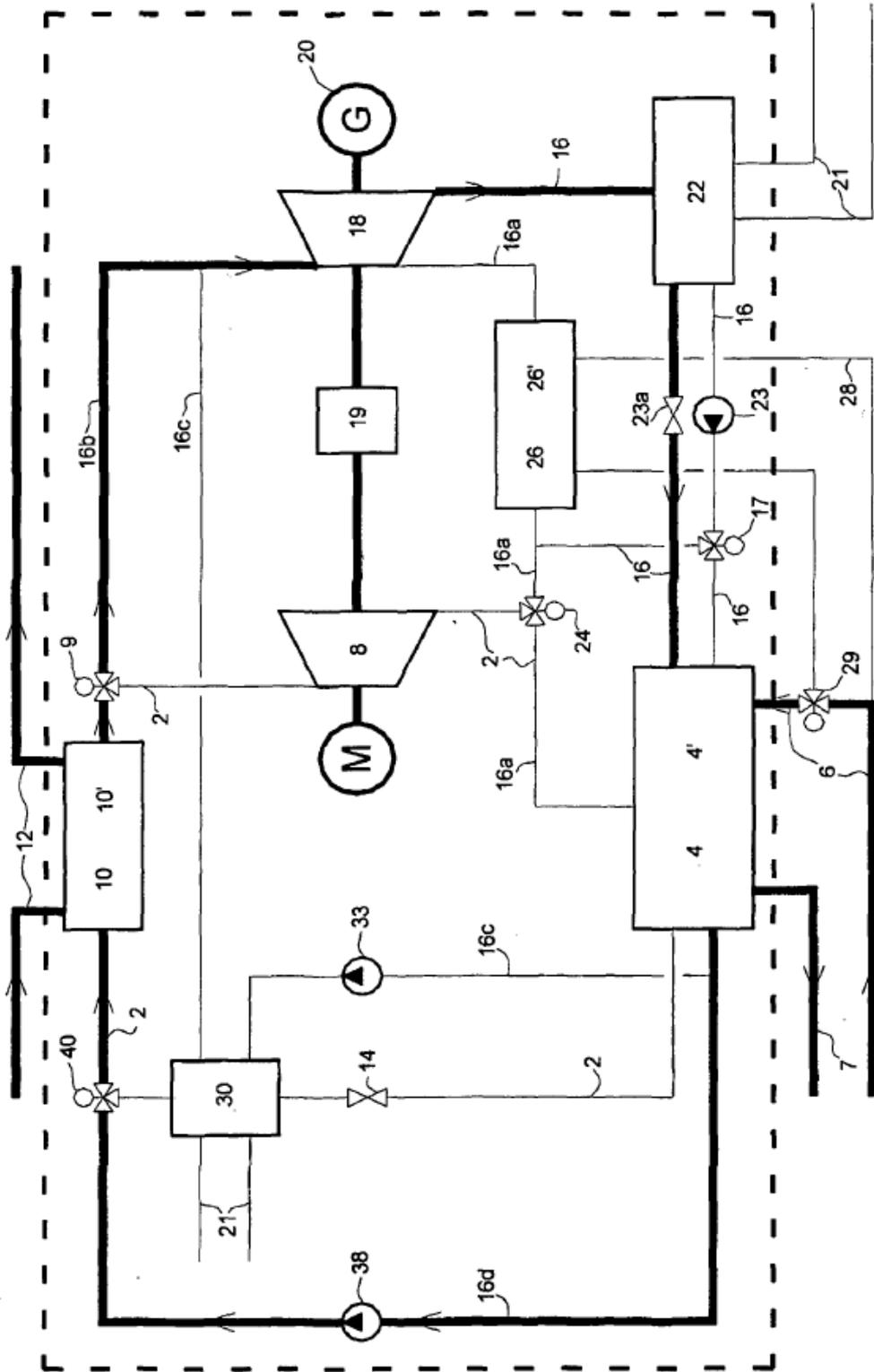


FIG. 7

