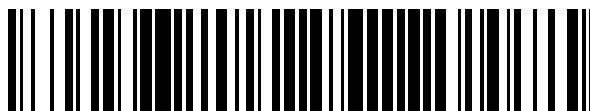


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 217**

51 Int. Cl.:

F01K 25/04 (2006.01)

F01K 25/02 (2006.01)

F01K 25/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2010 PCT/EP2010/054969**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010 WO10127932**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2010 E 10713959 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2432975**

54 Título: **Procedimiento para la obtención de energía eléctrica y para el uso de un medio de trabajo**

30 Prioridad:

07.05.2009 DE 102009020268

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

28.11.2017

73 Titular/es:

**KALINA POWER LIMITED (100.0%)
114-116 Auburn Road, Suite 1, level 1
Hawthorn VIC 3122, AU**

72 Inventor/es:

**BOZEK, EWA;
FENZ, MICHAEL;
HIMMLER, KLAUS;
JOH, RALPH y
LENGERT, JÖRG**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 644 217 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la obtención de energía eléctrica y para el uso de un medio de trabajo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura, en el que se ejecuta un ciclo VPT.

10 En vista del aumento sostenido en los precios de la energía en todo el mundo, los sistemas para el aprovechamiento de las emisiones de calor incluidas aquellas a bajas temperaturas de hasta 400 °C, como, por ejemplo, la energía geotérmica o las emisiones térmicas de un proceso industrial, cobra cada vez más importancia.

15 Con el ciclo VPT se utiliza el calor de una fuente de calor a baja temperatura de manera intensiva como en un ciclo ORC convencional (ORC: ciclo orgánico de Rankine, *Organic Rankine Cycle*), que emplea medios de trabajo orgánicos, a menudo contaminantes, o como en el denominado ciclo Kalina, que es técnicamente laborioso y usa una mezcla de agua de amoníaco como medio de trabajo.

20 Un ciclo VPT se basa en una turbina (VPT: turbina de fase variable, *Variable Phase Turbine*) que se puede accionar por medio de una fase gaseosa o de una fase líquida o de una combinación de fase gaseosa y fase líquida. En el documento US 7.093.503 B1 se presenta una turbina de este tipo.

25 El documento US 7.093.503 B1 muestra en la figura 7 un procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura, en el que se ejecuta un ciclo VPT. La fuente de calor a baja temperatura es un fluido calentado con energía geotérmica, cuyo calor se transfiere a un medio de trabajo. El medio de trabajo se conduce hasta la turbina y se expande por medio de una boquilla. El chorro resultante del medio de trabajo genera energía cinética que acciona un rotor de un generador para producir energía eléctrica. El medio de trabajo (gaseoso o gaseoso/líquido) se enfría, condensa y se transfiere a una bomba que aumenta la presión del mismo. A continuación, según el documento US 7.093.503 B1, el medio de trabajo se conduce en su totalidad hasta la turbina para refrigerar el generador y para lubricar las juntas en la turbina. Tras salir de la turbina, se vuelve a transferir calor al medio de trabajo a través del fluido calentado con energía geotérmica para así completar el ciclo.

30 En un modo de funcionamiento no deducible del documento US 7,093,503 B1 la refrigeración del generador y la lubricación de las juntas en la turbina también se puede realizar de modo que solo se reconduzca una parte del medio de trabajo hasta la turbina para refrigerar el generador y lubricar las juntas en la turbina. Una vez que salga de la turbina, la parte derivada a la misma se vuelve a juntar con la parte restante del medio de trabajo. El ciclo se completa cuando, a continuación, se vuelve a transferir calor al medio de trabajo a través del fluido calentado con energía geotérmica. Con ello, aquí también se considera ciclo VPT a aquel ciclo en el que, tras el bombeo, el medio de trabajo se reconduce solo parcialmente una vez más hasta la turbina.

40 En otro modo de funcionamiento tampoco deducible a partir del documento US 7.093.503 B1, la refrigeración del generador y la lubricación de las juntas en la turbina también se puede realizar a través de un circuito de lubricación y/o refrigeración independiente. Con ello, aquí también se considera ciclo VPT a aquel ciclo en el que, tras el bombeo, el medio de trabajo es sometido directamente a calentamiento a través del fluido calentado con energía térmica, cerrando así el ciclo, sin que el medio de trabajo sea reconducido una vez más hasta la turbina.

45 El medio de trabajo circula en un sistema cerrado. A lo largo de su recorrido atraviesa una zona de intercambio de calor, en la que el calor de la fuente a baja temperatura es transferido al medio de trabajo, a una turbina, a una zona de condensación, a una bomba, opcionalmente otra vez a la turbina ya sea en su totalidad o solo en parte, para, finalmente, ser reconducido de nuevo a la zona de intercambio de calor y volver a iniciar el circuito.

50 De acuerdo con el documento US 7.093.503 B1, se describen R134a (1,1,1,2-Tetrafluoretano) y R245fa (1,1,1,3,3-Pentafluoropropano) como medios de trabajo para un ciclo VPT.

55 Además, en el sitio web de la empresa Energent (<http://www.energent.net/Projects%20VPT.htm>) también se menciona R245ca (1,1,2,2,3-Pentafluoropropano) como medio de trabajo de aplicación en un ciclo VPT.

Con los medios de trabajo conocidos a una temperatura de aproximadamente 115 °C, el ciclo VPT solo puede alcanzar una eficacia inferior al 11,5 %, lo que significa que solo se transforman en energía eléctrica menos del 11,5 % de las energías térmicas disponibles.

60 Por ello, el cometido de la invención es incrementar la eficacia de un procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura, en el que se ejecuta un ciclo VPT.

65 El cometido se resuelve mediante un primer procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura, en el que se ejecuta un ciclo VPT, en el que el medio de trabajo para el ciclo VPT sea

a) al menos una sustancia del grupo que comprende el cicloalcano, alcano, dieno o alquino, que presente entre dos y seis átomos de carbono, o

5 b) al menos un alcano del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, clorometano, bromodifluorometano, iodotrifluorometano, 2-metilpropano, o

c) al menos un éter, que presente dos átomos de carbono.

10 El cometido se resuelve mediante un segundo procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura, en el que se ejecuta un ciclo VPT, en el que el medio de trabajo para el ciclo VPT sea al menos una sustancia que presente una fugacidad superior a los 17 bares en fase líquida a una temperatura de 115 °C.

15 Por ciclo VPT se entiende cualquier ciclo que incluye una turbina VPT que se acciona por medio de una fase gaseosa, una fase líquida o una combinación de fase gaseosa y fase líquida.

Para que exista un medio de trabajo en fase líquida, es probable que haya que aumentar la presión del mismo, por ejemplo, con ayuda de una bomba. En este caso se prefieren concretamente las bombas centrífugas.

20 Este proceso se traduce en un incremento de la eficacia a valores del 12 % y superiores.

25 En lo que al primer procedimiento se refiere, el cicloalcano preferible es ciclopropano. Los alcanos más adecuados son el trans-2-buteno o el 1-cloro-2,2-difluoroetileno. En el caso de los dienos, el 1,2-butadieno, 1,3-butadieno y el propadieno son especialmente idóneos. Un alquino preferido es el propino. Un éter particularmente preferido es el éter dimetílico.

30 En lo relativo al segundo procedimiento se prefiere utilizar como medio de trabajo para el ciclo VPT una sustancia del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, 2-metilpropano, isobuteno, ciclopropano, propadieno, propino y éter dimetílico. En fase líquida a 115 °C, el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano presenta una fugacidad de 21,6 bar, el 1-cloro-1,1-difluoroetano una fugacidad de 19,9 bar, el 2-metilpropano una fugacidad de 19,2 bar, el isobuteno una fugacidad de 17,9 bar, el ciclopropano una fugacidad de 32,6 bar, el propadieno una fugacidad de 31,3 bar, el propino una fugacidad de 30,1 bar y el éter dimetílico una fugacidad de 29,9 bar.

35 Es especialmente ventajoso cuando en el segundo procedimiento se emplea como medio de trabajo para el ciclo VPT al menos una sustancia que en fase líquida a una temperatura de 115 °C presenta una fugacidad superior a los 20 bares, prefiriéndose una superior a los 25 bares.

40 En lo referente a las consideraciones ambientales, de las sustancias mencionadas para ambos procedimientos se prefieren aquellas libres de halógenos.

Además, se favorece el uso de sustancias puras para los medios de trabajo frente al uso de medios de trabajo mezclados, ya que así se reduce el gasto en equipamiento de una instalación para la ejecución de un ciclo VPT.

45 Es preferible que el medio de trabajo que se utilice para el ciclo VPT sea una sustancia del grupo que comprende el ciclopropano, trans-2-buteno, 1-cloro-2,2-difluoroetileno, 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, bromodifluorometano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, propadieno, propino, clorometano, iodotrifluorometano y éter dimetílico. Así se consigue un incremento de la eficacia a valores del 12,5 % y superiores.

50 Concretamente, se emplea el medio de trabajo empleado en el ciclo VPT es una sustancia del grupo que comprende el ciclopropano, propadieno, propino, iodotrifluorometano y éter dimetílico. Así se puede obtener un incremento de la eficacia a valores del 13 % y superiores.

55 Se recomienda especialmente el uso de éter dimetílico, propino, propadieno o iodotrifluorometano. Con estos, la eficacia puede alcanzar valores del 13,5 % y superiores.

Es posible beneficiarse de una eficacia de más del 14 % cuando se usa propadieno como medio de trabajo.

60 El uso de un medio de trabajo en forma de:

a) al menos una sustancia del grupo que comprende el cicloalcano, alcano, dieno o alquino, que presente entre dos y seis átomos de carbono, o

65 b) al menos un alcano del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, clorometano, bromodifluorometano, iodotrifluorometano y 2-metilpropano, o

c) al menos un éter, que presente dos átomos de carbono,

es ideal para un ciclo VPT con el fin de obtener energía eléctrica a partir de al menos una fuente de calor a baja temperatura.

5 Además, también es ideal el uso de un medio de trabajo en forma de al menos una sustancia que presente una fugacidad superior a los 17 bares en fase líquida a una temperatura de 115 °C para un ciclo VPT con el fin de obtener energía eléctrica a partir de al menos una fuente de calor a baja temperatura.

10 Ha demostrado su valor cuando la fuente de calor a baja temperatura está en un rango de temperaturas de entre 90 y 400 °C, sobre todo entre los 100 y los 250 °C. De hecho, son especialmente preferidas aquellas fuentes de calor a baja temperatura con temperaturas comprendidas entre los 100 y los 150 °C.

15 Una fuente de calor a baja temperatura se alimentará preferentemente de energía geotérmica, de modo que basten pocas perforaciones en la tierra para extraer emisiones de calor a temperaturas de entre 90 y 250 °C.

20 Alternativamente, una fuente de calor a baja temperatura también puede generarse a partir de las emisiones de calor de un proceso industrial. Los procesos industriales que producen emisiones de calor aprovechables se basan, por ejemplo, en reacciones químicas, tratamientos térmicos, etc., como es habitual en las industrias química o farmacéutica, metalúrgica o papelera, entre otras.

En la zona de intercambio de calor se prefiere una diferencia térmica de al menos 5 °C, sobre todo de 10 °C como mínimo, entre el medio dispuesto por la fuente de calor a baja temperatura y el medio de trabajo.

25 Las tablas 1 a 3 presentan una comparativa de los medios de trabajo desde el punto de vista de su eficacia bruta η , habiendo sido el medio de trabajo empleado en un ciclo VPT calentado a partir de una fuente de calor a baja temperatura a una temperatura de 115 °C. Para ello la temperatura del medio de trabajo se confirmó inmediatamente después de completar la transferencia de calor desde la fuente de calor a baja temperatura al medio de trabajo en cuestión.

30 Las siguientes tablas contienen tanto los medios de trabajo ya conocidos para su uso en un ciclo VPT (destacados en negrita), como una selección a modo de ejemplo con otros medios de trabajo que llevan a una mayor eficacia.

En las tablas T_{kr} = temperatura crítica.

35 La eficacia bruta se calcula en base a la fórmula

$$\eta = (W_{\text{Turbina}} / Q_{\text{geotérmica}}) \cdot 100\%$$

40 en la que:

W_{Turbina} = trabajo de la turbina (en J), estando el trabajo expresado en valores absolutos

$Q_{\text{geotérmica}}$ = calor en el límite entre la fuente de calor a baja temperatura y el medio de trabajo (en J)

45 Tabla 1: Medios de trabajo en forma de alcanos en comparación con medios de trabajo conocidos

Tabla 1

Medio de trabajo	Fórmula molecular	T_{kr} [°C]	Eficacia bruta en % a 115 °C
1,1,1,3,3-pentafluoropropano [R245fa]	C3H3F5	157.5	11.44
1,1,2,2,3-pentafluoropropano [R245ca]	C3H3F5	174.42	9.31
1-cloro-2,2-difluoroetileno [R1122]	C2HClF2	127.4	12.59
2-trans-buteno	C4H8	155.45	12.77
Isobuteno	C4H8	149.25	12.04

50 Tabla 2: Comparativa de medios de trabajo en forma de alcanos

Tabla 2

Medio de trabajo	Fórmula molecular	T_{kr} [°C]	Eficacia bruta en % a 115 °C
1,1,1,3,3-pentafluoropropano [R245fa]	C3H3F5	157.5	11.44

1,1,2,2,3-pentafluoropropano [R245ca]	C3H3F5	174.42	9.31
Clorometano [R40]	CH3Cl	143.15	12.87
Bromodifluorometano [R22B1]	CHBrF2	138.83	12.82
Iodotrifluorometano	CF3I	123.29	13.57
Diclorofluorometano [R21]	CHCl2F	178.45	11.02
1,1-diclorotetrafluoroetano [R114a]	C2Cl2F4	145.5	11.2
1,2-diclorotetrafluoroetano [R114]	C2Cl2F4	145.7	11.5
1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano [R124]	C2HClF4	122.5	12.72
1-cloro-1,1-difluoroetano [R142b]	C2H3ClF2	137.2	12.63
1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano [R236fa]	C3H2F6	124.92	11.86
1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano [R236ea]	C3H2F6	139.23	10.95
Ciclopropano	C3H6	124.85	13.18
2-metilpropano	C4H10	135.65	12.43
n-butano [R600]	C4H10	152.05	11.87
Perfluoropentano	C5F12	147.44	8.5

Tabla 3: Medios de trabajo en forma de dienos, alquinos o éteres en comparación con medios de trabajo conocidos

Tabla 3

Medio de trabajo	Fórmula molecular	T _{kr} [°C]	Eficacia bruta en % a 115 °C
1,1,1,3,3-pentafluoropropano [R245fa]	C3H3F5	157.5	11.44
1,1,2,2,3-pentafluoropropano [R245ca]	C3H3F5	174.42	9.31
Propadieno	C3H4	120.75	14.22
1,2-butadieno	C4H6	170.55	12.01
1,3-butadieno	C4H6	151.85	12.36
Propino	C3H4	129.25	13.66
Éter dimetílico	C2H6O	126.85	13.54

5

Las figuras 1 a 4 representan ejemplos de ciclos VPT. Por lo tanto, representan:

la figura 1, es un primer ciclo VPT;

10 la figura 2, es un segundo ciclo VPT;

la figura 3, es un tercer ciclo VPT; y

la figura 4, es un cuarto ciclo VPT.

15

La figura 1 muestra un primer ciclo VPT 1. Se dispone de una fuente de calor a baja temperatura 2, que presenta un fluido calentado 20a por medio de energía geotérmica o de las emisiones térmicas de un proceso industrial. Un fluido calentado con energía geotérmica es concretamente agua termal. El fluido calentado 20a recorre una zona de intercambio de calor 3, en la que el fluido calentado 20a transfiere una parte de la energía calorífica que almacena a un medio de trabajo 7e que también atraviesa la zona de intercambio de calor 3. El medio de trabajo 7e puede ser propadieno, éster dimetílico, ciclopropano, propino o iodotrifluorometano. La zona de intercambio de calor 3 consta, por ejemplo, de un intercambiador de calor, especialmente de un intercambiador de calor de flujo cruzado o a contracorriente. El medio de trabajo calentado 7a con ayuda del fluido calentado 20a pasa de la zona de intercambio de calor 3 a una turbina de "fase variable" 4 (VPT) y ahí se expande a través de una boquilla.

20

El chorro de medio de trabajo 7b resultante genera energía cinética que acciona un rotor de un generador para producir energía eléctrica E. El medio de trabajo 7b presente en un estado al menos parcialmente gasificado se enfría y se condensa en una zona de condensación 5. A fin de enfriar el medio de trabajo 7b, la zona de condensación 5 recibe un refrigerante 50a, por ejemplo agua de refrigeración o aire frío, que después abandona la

25

zona de condensación 5 en forma de refrigerante calentado 50b. Alternativamente, la zona de condensación 5 también se puede enfriar por medio de refrigeración directa o híbrida. El medio de trabajo condensado 7c se conduce hasta una bomba 6 que aumenta la presión del medio de trabajo 7c. A continuación, el medio de trabajo a mayor presión o comprimido 7d se conduce en su totalidad hasta la turbina 4 para refrigerar el generador y para lubricar las juntas en la turbina 4. Una vez que el medio de trabajo 7e ha salido de la turbina 4, se vuelve a transferir calor a dicho medio de trabajo 7e a través del fluido calentado 20a con energía geotérmica o a partir de un proceso industrial para así completar el ciclo.

La figura 2 muestra un segundo ciclo VPT 10. Las referencias similares empleadas en las figuras 1 y 2 corresponden a los mismos elementos. El medio de trabajo 7e puede ser propadieno, éster dimetilico, ciclopropano, propino o iodotrifluorometano. El procedimiento de la figura 2 entre la zona de intercambio de calor 3 y la bomba 6 se corresponde con el descrito para la figura 1. En este caso el medio de trabajo condensado 7c también se conduce hasta la bomba 6, que aumenta la presión de dicho medio de trabajo 7c. A continuación, el medio de trabajo a mayor presión 7d se divide en un primer flujo parcial 7d' y un segundo flujo parcial 7d". El primer flujo parcial 7d' se reconduce hasta la turbina 4 para refrigerar el generador y para lubricar las juntas en la turbina 4. Una vez que el primer flujo parcial ha abandonado la turbina 4, este se vuelve a mezclar con el segundo flujo parcial 7d". Después se transfiere de nuevo calor al medio de trabajo 7e resultante de la mezcla a través del fluido calentado 20a con energía geotérmica o a partir de un proceso industrial para así completar el ciclo.

La figura 3 muestra un tercer ciclo VPT 100. Las referencias similares empleadas en las figuras 1 a 3 corresponden a los mismos elementos. El medio de trabajo 7e puede ser propadieno, éster dimetilico, ciclopropano, propino o iodotrifluorometano. El procedimiento de la figura 3 entre la zona de intercambio de calor 3 y la bomba 6 se corresponde con el descrito para la figura 1. En este caso el medio de trabajo condensado 7c también se conduce hasta la bomba 6, que aumenta la presión de dicho medio de trabajo 7c. A continuación, el medio de trabajo a mayor presión 7d se reconduce directamente hasta la zona de intercambio de calor 3. Después se transfiere de nuevo calor al medio de trabajo 7e a través del fluido calentado 20a con energía geotérmica o a partir de un proceso industrial para así completar el ciclo. A fin de enfriar el generador y lubricar las juntas de la turbina 4, se incluye de un circuito propio para refrigerante y lubricante 8, que conduce y extrae refrigerante 9a y lubricante 9b hasta y desde la turbina 4 de manera independiente al circuito del medio de trabajo.

La figura 4 muestra un cuarto ciclo VPT 1'. Se dispone de una fuente de calor a baja temperatura 2, que presenta un fluido calentado 20a por medio de energía geotérmica o de las emisiones térmicas de un proceso industrial. Un fluido calentado con energía geotérmica es concretamente agua termal. El fluido calentado 20a recorre una zona de intercambio de calor 3, en la que el fluido calentado 20a transfiere una parte de la energía calorífica que almacena a un medio de trabajo 7e que también atraviesa la zona de intercambio de calor 3. El medio de trabajo 7e puede ser propadieno, éster dimetilico, ciclopropano, propino o iodotrifluorometano. La zona de intercambio de calor 3 consta, por ejemplo, de un intercambiador de calor, especialmente de un intercambiador de calor de flujo cruzado o a contracorriente. El medio de trabajo calentado 7a con ayuda del fluido calentado 20a pasa de la zona de intercambio de calor 3 a una turbina de "fase variable" 4 (VPT) y ahí se expande a través de una boquilla.

El chorro de medio de trabajo 7b resultante genera energía cinética que acciona un rotor de un generador para producir energía eléctrica E. El medio de trabajo 7b presente en un estado al menos parcialmente gasificado se envía a un separador 11, en el que la fase líquida presente del medio de trabajo 7b' se separa de la fase gaseosa presente del medio de trabajo 7b". El medio de trabajo presente en fase gaseosa 7b" se conduce hasta una turbina de gas 12, con la que se genera más energía eléctrica E'. Tras pasar por la turbina de gas 12, el medio de trabajo 7b"', presente al menos parcialmente en forma gaseosa, se condensa en una zona de condensación 5. A fin de enfriar el medio de trabajo 7b, la zona de condensación 5 recibe un refrigerante 50a, por ejemplo agua de refrigeración o aire frío, que después abandona la zona de condensación 5 en forma de refrigerante calentado 50b. Alternativamente, la zona de condensación 5 también se puede enfriar por medio de refrigeración directa o híbrida. El medio de trabajo 7c condensado en la zona de condensación 5 se conduce junto con la parte del medio de trabajo en fase líquida 7b' aislada en el separador 11 hasta una bomba 6, en la que se aumenta la presión del medio de trabajo 7c, 7b'. A continuación, el medio de trabajo a mayor presión o comprimido 7d se conduce en su totalidad hasta la turbina 4 para refrigerar el generador y para lubricar las juntas en la turbina 4. Una vez que el medio de trabajo 7e ha salido de la turbina 4, se vuelve a transferir calor a dicho medio de trabajo 7e a través del fluido calentado 20a con energía geotérmica o a partir de un proceso industrial para así completar el ciclo.

No obstante, los ciclos VPT representados a modo de ejemplo en las figuras 1 a 4 pueden ser modificados por un especialista. Así pues se puede, por ejemplo, abastecer la zona de condensación 5 con refrigerante 50a a través de otro circuito de refrigeración y otras acciones similares. Del mismo modo, se puede prescindir de la turbina de gas 12 en la figura 4, de modo que el medio de trabajo presente en fase gaseosa 7b" pase directamente del separador 11 a la zona de condensación 5. En la figura 4 se podría añadir otro separador entre la turbina de gas 12 y la zona de condensación 5 para poder enviar el medio de trabajo presente en fase líquida directamente a la bomba 6, de tal forma que después de atravesar la turbina de gas 12 solo se derive el medio de trabajo en fase gaseosa hasta la zona de condensación 5. Asimismo, en los ciclos VPT se pueden instalar válvulas de regulación, válvulas de alivio de presión, dispositivos manométricos, etc.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura (2), en el que se ejecuta un ciclo VPT (1, 10, 100), caracterizado por utilizar como medio de trabajo para el ciclo VPT (1, 10, 100):
- a) al menos una sustancia del grupo que comprende el cicloalcano, alcano, dieno o alquino, que presente entre dos y seis átomos de carbono, o
- 10 b) al menos un alcano del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, clorometano, bromodifluorometano, iodotrifluorometano y 2-metilpropano, o
- c) al menos un éter, que presente dos átomos de carbono.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por emplear como medio de trabajo para el ciclo VPT (1, 10, 100) una sustancia del grupo que comprende el ciclopropano, trans-2-buteno, isobuteno, 1-cloro-2,2-difluoroetileno, 1,2-butadieno, 1,3-butadieno, propadieno, propino, iodotrifluorometano y éter dimetílico.
- 20 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por emplear como medio de trabajo para el ciclo VPT (1, 10, 100) una sustancia del grupo que comprende el ciclopropano, propadieno, propino, iodotrifluorometano y éter dimetílico.
- 25 4. Procedimiento para la obtención de energía eléctrica por medio de al menos una fuente de calor a baja temperatura (2), en el que se ejecuta un ciclo VPT (1, 10, 100), caracterizado por emplear como medio de trabajo para el ciclo VPT (1, 10, 100) al menos una sustancia que presente una fugacidad superior a los 17 bares en fase líquida a una temperatura de 115 °C.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por emplear como medio de trabajo para el ciclo VPT una sustancia del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, 2-metilpropano, isobuteno, ciclopropano, propadieno, propino y éter dimetílico.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la fuente de calor a baja temperatura (2) alcanza temperaturas comprendidas entre los 90 y los 400 °C.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la fuente de calor a baja temperatura (2) alcanza temperaturas comprendidas entre los 100 y los 250 °C.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la fuente de calor a baja temperatura (2) es obtenida a partir de energía geotérmica o de las emisiones térmicas de un proceso industrial.
- 45 9. Uso de un medio de trabajo en forma de:
- a) al menos una sustancia del grupo que comprende el cicloalcano, alcano, dieno o alquino, que presente entre dos y seis átomos de carbono, o
- 50 b) al menos un alcano del grupo que comprende el 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,1-difluoroetano, clorometano, bromodifluorometano, iodotrifluorometano y 2-metilpropano, o
- c) al menos un éter, que presente dos átomos de carbono,
- para un ciclo VPT (1, 10, 100) con el fin de obtener energía eléctrica a partir de al menos una fuente de calor a baja temperatura (2).
- 55 10. Uso de un medio de trabajo en forma de al menos una sustancia que presente una fugacidad superior a los 17 bares en fase líquida a una temperatura de 115 °C para un ciclo VPT (1, 10, 100) con el fin de obtener energía eléctrica a partir de al menos una fuente de calor a baja temperatura (2).
- 60 11. Uso según la reivindicación 10, donde la al menos una sustancia empleada en fase líquida a 115 °C alcance una fugacidad superior a los 20 bares, prefiriéndose una superior a los 25 bares.
12. Uso según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde las temperaturas alcanzadas por medio de la fuente de calor a baja temperatura (2) están comprendidas entre los 90 y los 400 °C, sobre todo en el rango entre 100 y 250 °C.

FIG 1

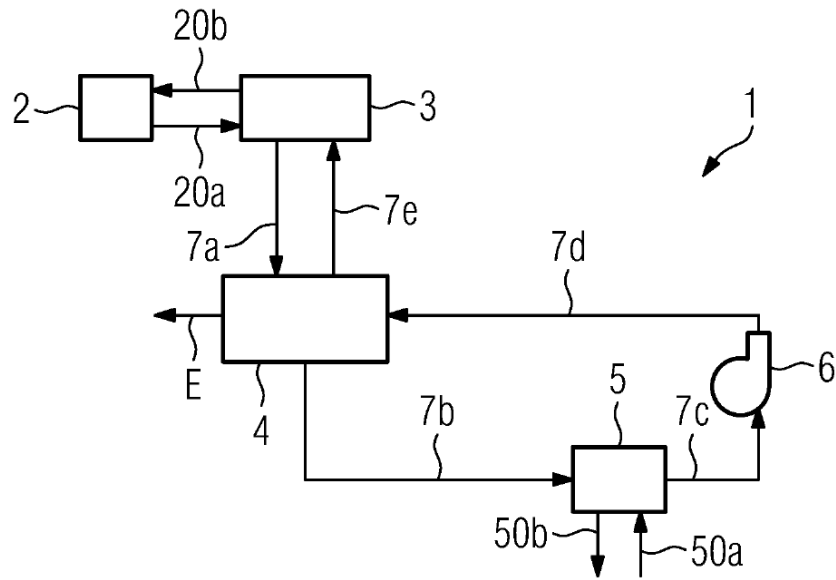


FIG 2

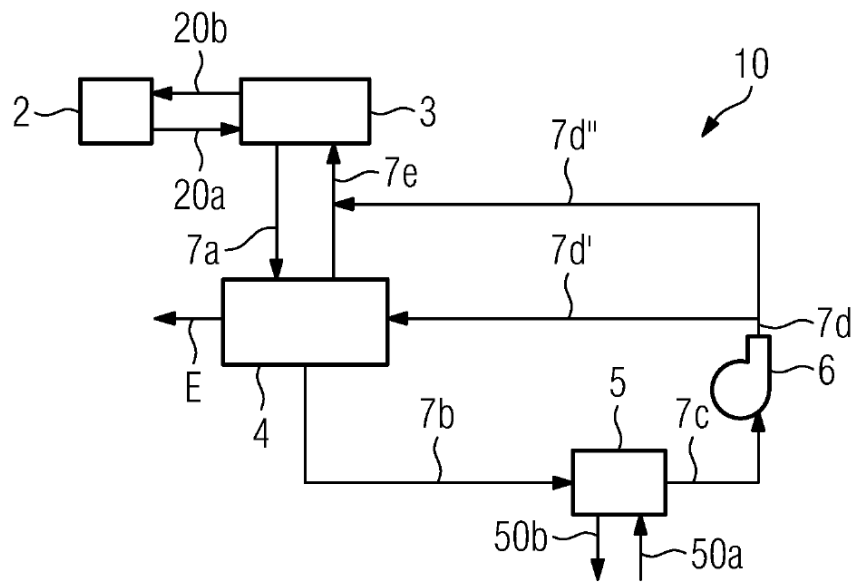


FIG 3

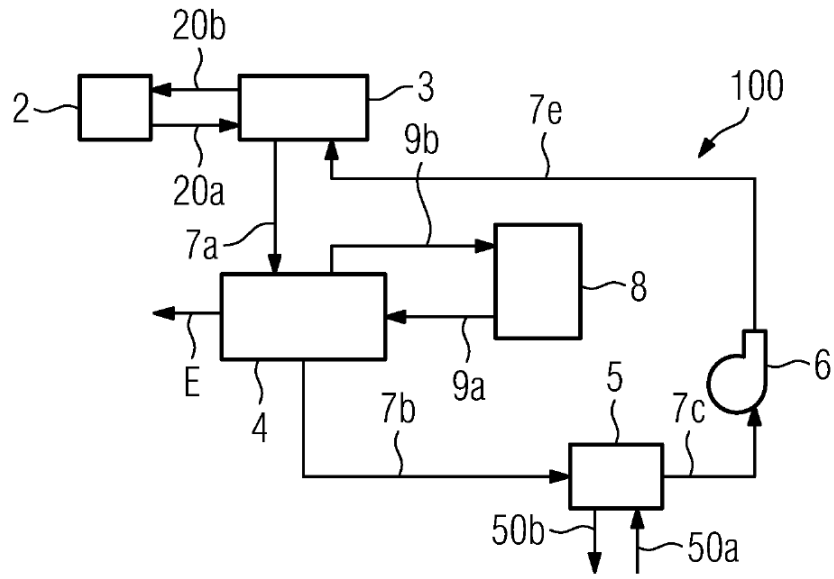


FIG 4

