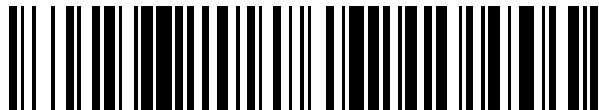


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 643**

51 Int. Cl.:

F01K 3/00 (2006.01)

F02C 6/16 (2006.01)

F25J 1/02 (2006.01)

F01K 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013** **E 13003986 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016** **EP 2835507**

54 Título: **Procedimiento para generar energía eléctrica e instalación para la generación de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2017

73 Titular/es:

LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (50.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE y
MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS
EUROPE GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

ALEKSEEV, ALEXANDER DR.;
STILLER, CHRISTOPH DR.;
REHFELDT, SEBASTIAN y
STÖVER, BRIAN DR.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 608 643 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 generar energía eléctrica e instalación para la generación de energía eléctrica

5 La invención se refiere a un procedimiento para generar energía eléctrica en una instalación combinada de generación de energía que comprende una unidad de tratamiento del aire y una unidad de central eléctrica, y una correspondiente instalación de generación de energía conforme a las cláusulas precharacterizantes de las reivindicaciones independientes.

Estado de la técnica

10 Por ejemplo, a partir de los documentos US 2003 101728 A1, DE 31 39 567 A1 y EP 1 989 400 A1 es conocido utilizar aire líquido o nitrógeno líquido, es decir, productos de licuefacción del aire ultracongelados, para la regulación de la red y para proporcionar una alimentación de control en redes eléctricas.

15 En horas de corriente económica u horas de exceso de energía, el aire es licuado en este caso en una instalación de descomposición del aire con un licuefactor integrado o en una instalación de licuefacción energética, aquí en general denominada unidad de tratamiento del aire, en conjunto o en parte para formar un producto de licuefacción del aire de este tipo. El producto de licuefacción del aire es almacenado en un sistema de tanques con tanques de ultracongelación. Este modo de funcionamiento se denomina aquí "funcionamiento de licuefacción".

20 En horas de carga pico se retira el producto de licuefacción del aire del sistema de tanques, por medio de una bomba se incrementa en presión y se calienta hasta aproximadamente la temperatura ambiente o superior y, con ello, se transforma en un estado gaseoso o súper-crítico. Una corriente de alta presión obtenida con ello es expandida a la presión atmosférica en una unidad de central eléctrica en una turbina de expansión o en varias turbinas de expansión con calentamiento intermedio. La potencia mecánica que se libera en este caso se transforma en uno o varios generadores de la unidad de central eléctrica en energía eléctrica y se alimenta a una red eléctrica. Este modo de funcionamiento se denomina aquí "funcionamiento de toma".

25 Procedimientos y dispositivos correspondientes pueden trabajar, al igual que el procedimiento y el dispositivo de la invención, básicamente también con un producto de licuefacción del aire que contenga más de 40 por ciento en moles de oxígeno. Sin embargo, esto se excluyó aquí con el fin de evitar una confusión con procedimientos y dispositivos en los que un fluido particularmente rico en oxígeno es introducido en una turbina de gas para el respaldo de reacciones de oxidación.

30 El frío que se libera al convertir el producto de licuefacción del aire en el estado gaseoso o súper-crítico puede ser almacenado durante el funcionamiento de toma y durante el funcionamiento de licuefacción para proporcionar frío para obtener el producto de licuefacción del aire.

35 Finalmente, se conocen también centrales eléctricas de almacenamiento de aire comprimido en las que el aire de partida no es, sin embargo, licuado, sino comprimido en un compresor y almacenado en una caverna subterránea. En horas de elevada demanda de energía, el aire comprimido es conducido desde la caverna a la cámara de combustión de una turbina de gas. Al mismo tiempo, a la turbina de gas se le aporta, a través de una conducción de gas, combustible, por ejemplo gas natural, y en la que se quema en la atmósfera formada por el aire comprimido. El gas de escape formado es expandido en la turbina de gas, con lo que se genera energía.

La rentabilidad de procedimientos y dispositivos correspondientes se ve fuertemente influenciada por el rendimiento global. La invención tiene por misión mejorar procedimientos y dispositivos correspondientes en su rentabilidad.

40 Descripción de la invención

45 Ante estos antecedentes, la invención propone un procedimiento para la generación de energía eléctrica en una instalación de generación de energía combinada que comprende una unidad de tratamiento del aire y una unidad de central eléctrica, así como una correspondiente instalación de generación de energía conforme a las características de las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas son objeto de las reivindicaciones subordinadas, así como de la descripción siguiente.

Antes de explicar las ventajas que se pueden alcanzar en el marco de la presente invención, se explican algunos términos y expresiones utilizados en esta solicitud.

5 Por una “unidad de central eléctrica” se entiende aquí una instalación o una parte de una instalación que está prevista para la generación de energía eléctrica. Una unidad de central eléctrica comprende en este caso al menos una turbina de expansión que está acoplada con al menos un generador. La potencia mecánica que se libera durante la expansión de un fluido en la al menos una turbina de expansión puede ser convertida en energía eléctrica en la unidad de central eléctrica.

10 Por una “unidad de tratamiento del aire” se entiende aquí una instalación que está dispuesta para la obtención de al menos un “producto de licuefacción del aire”. Como ya se ha explicado al comienzo, en este caso se puede tratar de una instalación de descomposición del aire que puede estar concebida para la obtención de correspondientes fracciones de aire, o también sólo de una unidad de licuefacción de una instalación de este tipo o de una unidad de licuefacción enérgica. Es suficiente para una unidad de tratamiento del aire para el empleo en la presente invención que mediante ésta pueda obtenerse un producto de licuefacción del aire ultracongelado correspondiente, que pueda ser utilizado como líquido de almacenamiento y pueda ser transferido a un sistema de tanques. Una “instalación de descomposición del aire” es cargada con aire atmosférico y presenta un sistema de columnas de destilación para la descomposición del aire atmosférico en sus componentes físicos, en particular en nitrógeno y oxígeno. Para ello, el aire es enfriado primeramente hasta cerca de su punto de rocío y luego es introducido en el sistema de columnas de destilación. Procedimientos y dispositivos para la descomposición de la temperatura del aire son conocidos, p. ej., de Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik 2ª edición, 1985, Capítulo 4 (páginas 281 a 337). A diferencia de ello, una “instalación de licuefacción del aire” no comprende un sistema de columnas de destilación. Por lo demás, su estructura corresponde a la de una instalación de descomposición del aire con la entrega de un producto de licuefacción del aire. Naturalmente, también en una instalación de descomposición del aire puede generarse aire líquido como producto secundario.

25 Un “producto de licuefacción del aire” es cualquier producto que puede ser producido al menos mediante compresión, enfriamiento y subsiguiente expansión del aire en forma de un líquido ultracongelado. En particular, en el caso de un producto de licuefacción del aire se puede tratar de líquido, oxígeno líquido, nitrógeno líquido y/o un gas noble líquido tal como argón líquido. Las expresiones “oxígeno líquido” o bien “nitrógeno líquido” designan con ello, en cada caso, también un líquido ultracongelado que presenta oxígeno o bien nitrógeno en una cantidad que se encuentra por encima de la del aire atmosférico. Por lo tanto, en este caso no se ha de tratar necesariamente de líquidos puros con altos contenidos en oxígeno o bien nitrógeno. Por nitrógeno líquido se entiende, por lo tanto, tanto nitrógeno puro o nitrógeno esencialmente puro como una mezcla a base de gases del aire licuados, cuyo contenido en nitrógeno es mayor que el del aire atmosférico. Por ejemplo, éste presenta un contenido en nitrógeno de al menos 90, preferiblemente al menos 99 por ciento en moles.

35 Por un líquido o bien un correspondiente fluido, producto de licuefacción del aire, corriente, etc. “ultracongelado”, se entiende un medio líquido cuyo punto de ebullición se encuentra claramente por debajo de la temperatura ambiente respectiva y asciende, por ejemplo, a 200 K o menos, en particular a 220 K o menos. Ejemplos son aire líquido, oxígeno líquido, nitrógeno líquido, etc.

40 Un “sistema intercambiador de calor” sirve para la transmisión indirecta de calor entre al menos dos corrientes conducidas en contracorriente entre sí, por ejemplo una corriente de aire comprimido caliente y una o varias corrientes frías o un producto de licuefacción del aire ultracongelado y una o varias corrientes calientes. Un sistema intercambiador de calor puede estar formado por un solo segmento intercambiador de calor o por varios segmentos intercambiadores de calor paralelos y/o unidos en serie, p. ej., por uno o varios bloques intercambiadores de calor de placas.

45 Un “sistema de compresor” es un dispositivo que está dispuesto para la compresión de al menos una corriente gaseosa de al menos una presión de entrada, a la que es aportada dicha corriente al sistema de compresor, hasta al menos una presión final a la que es retirada del sistema de compresor. El sistema de compresor forma en este caso una unidad constructiva que puede presentar, sin embargo, varias “etapas de compresor” en forma de disposiciones de émbolo, tornillo y/o rueda de paletas o bien de turbina (es decir, etapas de compresor radiales o axiales). En particular, estas etapas de compresor son accionadas por medio de un accionamiento común, por ejemplo a través de un árbol común o bien a través de un motor eléctrico común. Varios sistemas de compresor, p. ej., un compresor principal y un compresor secundario de una unidad de tratamiento del aire pueden formar juntos una “disposición de compresor”.

Una "turbina de expansión", que puede estar acoplada a través de un árbol común con otras turbinas de expansión o transformadores de energía tales como frenos oleohidráulicos, generadores o etapas de compresor, está dispuesta para la expansión de una corriente gaseosa o al menos parcialmente líquida. En particular, las turbinas de expansión pueden estar configuradas como turbo-expansores para su empleo en la presente invención. En la técnica de centrales eléctricas, las máquinas de expansión o bien turbinas de expansión se designan a menudo como expansores. Si una o varias turbinas de expansión configuradas como turbo-expansores están acopladas sólo con una o varias etapas de compresor, por ejemplo en forma de etapas de compresor radiales y eventualmente están mecánicamente frenadas, éstas son puestas en funcionamiento, sin embargo, sin una energía aportada desde el exterior, por ejemplo mediante un motor eléctrico, para ellas se utiliza la expresión "turbina de refuerzo". Una turbina de refuerzo de este tipo comprime en este caso al menos una corriente a través de la expansión de al menos otra corriente, pero sin energía aportada desde el exterior, por ejemplo mediante un motor eléctrico.

Por una "turbina de gas" se entiende en el marco de la presente solicitud una disposición a base de al menos una cámara de combustión y al menos una turbina de expansión (turbina de gas en sentido estricto) dispuesta a continuación de la anterior. En esta última, los gases calientes procedentes de la cámara de combustión se expanden de forma productiva. Una turbina de gas puede presentar, además, al menos una etapa del compresor accionada por la turbina de expansión a través de un árbol común, típicamente al menos una etapa del compresor axial. Una parte de la energía mecánica generada en la turbina de expansión se emplea habitualmente para el accionamiento de la al menos una etapa del compresor. Otra parte se realiza regularmente para la generación de energía eléctrica en un generador.

Como variación de una turbina de gas, una "turbina de combustión" presenta únicamente la cámara de combustión mencionada y una turbina de expansión dispuesta a continuación de ésta. Habitualmente, no está previsto un compresor.

Una "turbina de gas caliente" presenta, a diferencia de una turbina de gas, en lugar de una cámara de combustión, un calentador. Una turbina de gas caliente puede estar configurada de una etapa con un calentador y una turbina de expansión. Alternativamente, pueden estar previstas, sin embargo, varias turbinas de expansión, preferiblemente con calentamiento intermedio. En cualquier caso, en particular aguas abajo de la última turbina de expansión, puede estar previsto otro calentador. También la turbina de gas caliente está acoplada preferiblemente con uno o varios generadores para la generación de energía eléctrica.

Por un "calentador" se entiende en el marco de esta solicitud un sistema para el intercambio de calor indirecto entre un fluido calefactor y un fluido gaseoso a calentar. Por medio de un calentador de este tipo puede transferirse calor residual, calor de escape, calor del proceso, calor solar, etc. al fluido gaseoso a calentar y aprovecharse para la generación de energía en una turbina de gas caliente.

Un "generador de vapor de calor residual", también denominado caldera de calor residual (en inglés Heat Recovery Steam Generator, HRSG) está dispuesto para la generación de vapor mediante calentamiento de agua o para el calentamiento adicional, p. ej., de vapor frío en vapor caliente, por medio de una corriente de calor residual, por ejemplo por medio de una corriente de gas todavía caliente o calentada posteriormente aguas abajo de una turbina de gas o turbina de gas caliente.

Por un "sistema de tanques" se entiende en el marco de la presente solicitud la disposición con al menos un tanque de almacenamiento ultracongelado concebido para el almacenamiento de un producto de licuefacción del aire ultracongelado. Un sistema de tanques correspondiente presenta medios de aislamiento.

La presente solicitud utiliza para la caracterización de presiones y temperaturas las expresiones "nivel de presión" y "nivel de temperatura", con los cuales se han de expresar que correspondientes presiones y temperaturas en una instalación correspondiente no tienen que utilizarse en forma de valores exactos de presión o bien de temperatura para poner en práctica el concepto de la invención. Sin embargo, presiones y temperaturas de este tipo oscilan típicamente dentro de determinados intervalos que se encuentran, por ejemplo, en $\pm 1\%$, 5% , 10% , 20% o incluso 50% en torno a un valor medio. Niveles de presión y niveles de temperatura correspondientes pueden encontrarse en este caso en intervalos disyuntivos o en intervalos que se solapan entre sí. En particular, por ejemplo, los niveles de presión incluyen pérdidas de presión inevitables o pérdidas de presión esperadas, por ejemplo en virtud de efectos de enfriamiento. Lo correspondiente es válido para los niveles de temperatura. En el caso de los niveles de presión indicados aquí en bares, se trata de presiones absolutas.

Si productos de licuefacción del aire ultracongelados o bien correspondientes corrientes líquidas en el marco de la presente solicitud son “transformados en un estado gaseoso o súper-crítico” mediante calentamiento, esto incluye, por una parte, una transferencia de fase regular mediante evaporación cuando esto tiene lugar a una presión sub-crítica.

- 5 En el caso de que productos de licuefacción del aire ultracongelados de este tipo o bien correspondiente corrientes líquidas se calienten, sin embargo, a una presión que se encuentra por encima de la presión crítica, no tiene lugar transferencia de fase alguna en sentido estricto durante el calentamiento por encima de la temperatura crítica, sino una transferencia de un estado líquido al estado súper-crítico, para la cual se utiliza el término “pseudo-evaporar”.

Ventajas de la invención

- 10 En el marco de la presente invención se propone un procedimiento para la obtención de energía eléctrica en una instalación de generación de energía combinada que comprende una unidad de tratamiento del aire y una unidad de central eléctrica. En un primer modo de funcionamiento, el aire es comprimido sucesivamente en la unidad de tratamiento del aire, enfriado y expandido y es utilizado para la obtención de un producto de licuefacción del aire. El producto de licuefacción del aire se almacena preferiblemente en un sistema de tanques. Junto a la generación del
15 producto de licuefacción del aire en el primer modo de funcionamiento, también un producto de licuefacción del aire proporcionado desde el exterior, por ejemplo a partir de una unidad separada de tratamiento del aire, puede ser transferido a un correspondiente sistema de tanques.

- En un segundo modo de funcionamiento, en la unidad de tratamiento del aire se evapora o pseudo-evapora un producto de licuefacción del aire a una presión por encima de la atmosférica, es decir se transforma en un estado
20 gaseoso o súper-crítico, y se utiliza en la unidad de central eléctrica para la obtención de energía eléctrica.

- Un producto de licuefacción del aire evaporado o pseudo-evaporado “a utilizar para la obtención de energía eléctrica” comprende, por ejemplo, una correspondiente corriente a presión, presente en estado gaseoso o súper-crítico a una presión por encima de la atmosférica, y/o una corriente a presión derivada de la misma a expandir en al
25 menos una turbina de expansión, acoplada con un generador y, con ello, obtener energía eléctrica. Una corriente “derivada” puede obtenerse a partir de la corriente a presión, en este caso mediante mezcladura o bien reunión con al menos otra corriente y/o mediante al menos una reacción parcialmente química de al menos un componente de la corriente de presión, por ejemplo en forma de una reacción de combustión tal como se explica más adelante haciendo referencia al empleo de una corriente de presión correspondiente en una turbina de gas o turbina de combustión. Típicamente, sólo se hace reaccionar químicamente una parte de la corriente a presión y/o de la
30 corriente a presión derivada de la misma, por ejemplo 4 a 5%, en la cámara de combustión con un combustible mediante la combustión, es decir, el combustible es hecho reaccionar en la cámara de combustión con una cantidad claramente superior a la estequiométrica de la corriente colectiva o bien del oxígeno contenido en la misma.

- Estos dos modos de funcionamiento explicados posibilitan, como ya se ha mencionado al comienzo, licuar aire, en
35 tiempos de corriente económica o tiempos de exceso de corriente, para formar un producto de licuefacción del aire y, en tiempos de carga pico, recoger este producto de licuefacción del aire del sistema de tanques. En este caso, el procedimiento posibilita un aprovechamiento efectivo de energía eléctrica favorable o presente en exceso y su almacenamiento intermedio. En este caso, el procedimiento de acuerdo con la invención puede pasar a emplearse también, por ejemplo, para fuentes de energía que sólo se encuentran a disposición temporalmente para la generación de energía eléctrica.

- 40 En un tercer modo de funcionamiento, en la unidad de tratamiento del aire se comprime aire y se utiliza en la unidad de central eléctrica para la obtención de energía eléctrica. El aire no es con ello licuado en el tercer modo de funcionamiento, sino que es transferido directamente bajo presión a la unidad de central eléctrica. El tercer modo de funcionamiento posibilita un funcionamiento de una correspondiente instalación de generación de energía también cuando, por ejemplo, no esté disponible producto de licuefacción del aire alguno. A primera vista, parece ciertamente
45 desventajoso comprimir primeramente el aire en el tercer modo de funcionamiento y luego expandirlo en la unidad de central eléctrica y, con ello, recuperar de nuevo la energía eléctrica previamente invertida. El aprovechamiento de una instalación correspondiente puede, sin embargo, mejorarse en conjunto mediante estas medidas, dado que mediante el tercer modo de funcionamiento pueden aprovecharse mejor los componentes de hardware existentes. Varios de estos componentes de hardware, por ejemplo intercambiadores de calor y bombas, se utilizan en este
50 caso tanto en el primer modo de funcionamiento como también en el segundo modo de funcionamiento. También pueden pasar a emplearse en el tercer modo de funcionamiento. Con ello, el tercer modo de funcionamiento posibilita, en particular, un funcionamiento ininterrumpido de una pluralidad de componentes de la instalación, el cual

se manifiesta particularmente ventajoso en la consideración global. Los componentes de la instalación pueden ser hechos funcionar de forma continua y de forma respetuosa con el material.

5 El primer modo de funcionamiento se denomina en el marco de la presente solicitud, tal como ya se ha mencionado, también "funcionamiento de licuefacción". El segundo modo de funcionamiento se denomina en el marco de la presente solicitud también "funcionamiento de toma". El tercer modo de funcionamiento, en el que aire comprimido procedente de la unidad de tratamiento del aire es transferido directamente a la unidad de central eléctrica, se denomina en el marco de la presente invención también "funcionamiento directo".

10 Conforme a la invención, está previsto que el aire, en el primer modo de funcionamiento que se utiliza para la obtención del producto de licuefacción del aire, se enfríe sucesivamente en contracorriente frente a un primer y frente a un segundo refrigerante líquido procedente de un correspondiente sistema de refrigerante en un sistema intercambiador de calor. Al sistema intercambiador de calor que, para ello, como se explica más adelante, puede presentar en particular dos bloques intercambiadores de calor, es aportado el primer refrigerante a un primer nivel de temperatura y, después del calentamiento (es decir, transferencia parcial de su frío al aire) es retirado a un segundo nivel de temperatura. El segundo refrigerante es aportado al sistema intercambiador de calor, en parte, a un tercer nivel de temperatura y, en parte, a un cuarto nivel de temperatura y es retirado después del calentamiento a un quinto nivel de temperatura.

20 El producto de licuefacción del aire es calentado en el segundo modo de funcionamiento de forma inversa, es decir, es conducido al sistema intercambiador de calor sucesivamente en contracorriente frente al segundo y frente al primer refrigerante. El segundo refrigerante es aportado entonces al sistema intercambiador de calor al quinto nivel de temperatura y, después del enfriamiento (es decir, la toma de frío del producto de licuefacción del aire) es retirado en parte al cuarto nivel de temperatura y, en parte, al tercer nivel de temperatura. El primer agente refrigerante es aportado al sistema intercambiador de calor al segundo nivel de temperatura y es retirado después de un correspondiente enfriamiento al primer nivel de temperatura. Ejemplos de niveles de temperatura correspondientes se indican seguidamente:

25 primer nivel de temperatura (T1): 20 a 50°C
 segundo nivel de temperatura (T2): -100 a -70°C
 tercer nivel de temperatura (T3): -100 a -70°C
 cuarto nivel de temperatura (T4): -140°C a -100°C
 quinto nivel de temperatura (T5): -180°C a -150°C

30 El segundo y el tercer nivel de temperatura pueden corresponderse también entre sí, por lo tanto, en el marco de la presente invención.

35 Conforme a la invención pasan a emplearse, por lo tanto, dos refrigerantes líquidos para el enfriamiento del aire y para el calentamiento del producto de licuefacción del aire. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de refrigerantes líquidos o licuados tales como alcoholes de baja calidad y/o hidrocarburos saturados o halogenados tales como, p. ej., propano. El primer refrigerante presenta en este caso ventajosamente un punto de ebullición superior que el segundo refrigerante y, por lo tanto, se denomina también refrigerante "caliente". El segundo refrigerante se denomina, en virtud de su bajo punto de ebullición, también refrigerante "frío".

40 Con refrigerantes correspondientes se puede configurar de manera particularmente favorable el diagrama de intercambio de calor de un sistema intercambiador de calor utilizado. Los dos refrigerantes líquidos se diferencian en su composición química y, en particular, en su punto de ebullición. Como primer refrigerante líquido pasa a emplearse, en particular, metanol (intervalo de empleo hasta -95°C) y como segundo refrigerante líquido, en particular propano licuado (intervalo de empleo hasta -170°C). Mediante el uso de los dos refrigerantes líquidos que absorben calor perceptible en el enfriamiento de una corriente de aire correspondiente, se dispone de una posibilidad de almacenamiento para el frío.

45 Los refrigerantes para uso en la invención se eligen, por lo tanto, en particular, en base al respectivo punto de ebullición. Éste debe elegirse de manera que el refrigerante sea líquido en el intervalo de trabajo global respectivo.

Como primer refrigerante (caliente) entran en consideración, junto a metano y propano, además los alcoholes de baja calidad recogidos en la siguiente Tabla. Además, se adecuan compuestos aromáticos tales, por ejemplo, tolueno.

Como segundo refrigerante (frío) pueden pasar a emplearse, por el contrario, por ejemplo alcanos y alquenos tales como etano, etileno, propano, propileno, butano, pentano, hexano, etc. y/o sus derivados clorados y/o fluorados (FCKW). Asimismo, se pueden utilizar mezclas de este tipo de sustancias.

Nombre	Punto de fusión en °C	Temperatura de ebullición en °C
Metanol	-97,8	64,7
Etanol	-114,1	78,3
Propan-1-ol	-126,2	97,2
Butan-1-ol	-89,3	117,3
Pentan-1-ol	-78,2	138
Hexan-1-ol	-48,6	157,5
Propan-2-ol	-88,5	82,3
Butan-2-ol	-114,7	99,5
2-metilpropan-1-ol	-108	108
Pentan-2-ol	-50	118,9
2-metilbutan-1-ol	-70	129
3-metilbutan-1-ol	-117	130,8
1,2-propanodiol	-68	188
Butan-1,2-diol	-114	192
Butan-1,3-diol	por debajo de -50	207,5
Prop-2-en-1-ol	-129	97
Pentan-1-ol	-78,2	128,0

- 5 Durante el enfriamiento y el calentamiento, los dos refrigerantes se mantienen líquidos. El frío almacenado en el producto de licuefacción del aire es transferido, por consiguiente, a varios niveles de temperatura a los dos refrigerantes y se encuentra de nuevo a disposición para la generación del producto de licuefacción en el primer modo de funcionamiento. A diferencia de la por demás habitual evaporación o pseudo-evaporación de un correspondiente producto de licuefacción frente a un soporte de calor tal como aire atmosférico o vapor de agua caliente, el frío de licuefacción procedente del producto de licuefacción del aire no se pierde o no lo hace por completo. Al mismo tiempo, se reduce el número de componentes de hardware tales como intercambiadores de calor, turbinas y/o compresores, se reducen los costes para la instalación de generación de energía global y se aumenta la rentabilidad.
- 10
- 15 Naturalmente, en la invención pueden emplearse también uno o varios refrigerantes adicionales. Con ello, se puede continuar optimizando el diagrama de intercambio de calor; no obstante, también es mayor la complejidad de aparatos y de técnica de regulación. El calentamiento y el enfriamiento de los refrigerantes se lleva a cabo en este caso en el sistema intercambiador de calor de la instalación de tratamiento del aire que de cualquier modo está presente para el enfriamiento del aire en el primer modo de funcionamiento y para el calentamiento del producto de licuefacción en el segundo modo de funcionamiento.
- 20 Es particularmente ventajoso aportar el segundo refrigerante en el primer modo de funcionamiento al sistema intercambiador de calor en forma de corrientes parciales al tercer nivel de temperatura y al cuarto nivel de temperatura y retirarlo en forma de una corriente colectiva al quinto nivel de temperatura. En este caso, las corrientes parciales son reunidas en la corriente colectiva en el sistema intercambiador de calor.
- 25 De manera correspondiente, el segundo refrigerante en el segundo modo de funcionamiento es aportado al sistema intercambiador de calor ventajosamente en forma de una corriente colectiva al quinto nivel de temperatura y es retirado en forma de corrientes parciales al cuarto nivel de temperatura y al tercer nivel de temperatura. También la división de la corriente colectiva en las corrientes parciales tiene lugar en este caso en el sistema intercambiador de calor, siendo conducidas la corriente colectiva y las corrientes parciales en el primer y segundo modo de funcionamiento ventajosamente a través de los mismos pasajes del sistema intercambiador de calor.
- 30 Puede ser particularmente ventajoso conducir en cada caso una corriente de un gas que no se condensa en contracorriente al primer y al segundo refrigerante a través del sistema intercambiador de calor. Un correspondiente gas que no se condensa, por ejemplo nitrógeno, puede superponerse en este caso al respectivo refrigerante en correspondientes tanques de refrigerante y utilizarse para la sollicitación con presión.
- 35 El calentamiento del primer refrigerante líquido en el primer modo de funcionamiento se lleva a cabo, por lo tanto, preferiblemente en los mismos grupos de pasaje del sistema intercambiador de calor en los que tiene lugar el enfriamiento del primer refrigerante líquido en el segundo modo de funcionamiento. Lo correspondiente es válido

para el segundo refrigerante líquido. Con ello, en ambos modos de funcionamiento puede emplearse el mismo aparato. Análogamente a ello, en el primer y en el segundo modo de funcionamiento pueden emplearse las mismas bombas, en cada caso una para el transporte del primer y del segundo refrigerante líquido.

5 El primer refrigerante es bombeado de ida y vuelta con un correspondiente sistema de bombas, ventajosamente entre dos tanques de refrigerante (un tanque de refrigerante “frío” en el primer nivel de temperatura, así como un tanque de refrigerante “caliente” en el segundo nivel de temperatura) Durante el primer modo de funcionamiento, el primer refrigerante líquido es bombeado en este caso del tanque de refrigerante frío al caliente, en el segundo modo de funcionamiento, a la inversa.

10 El segundo refrigerante es bombeado de ida y vuelta, asimismo con un correspondiente sistema de bombeo, entre tres, más exactamente entre uno y otros dos tanques de refrigerante (un tanque de refrigerante “frío” en el tercer nivel de temperatura, un tanque de refrigerante “atemperado” en el cuarto nivel de temperatura y un tanque de refrigerante “caliente” en el quinto nivel de temperatura). Durante el primer modo de funcionamiento, el segundo refrigerante es retirado en este caso del tanque de refrigerante frío y del tanque de refrigerante atemperado en forma de dos corrientes parciales y es aportado al sistema intercambiador de calor. Después del calentamiento y de la eventual reunión para formar una corriente colectiva, el segundo refrigerante es transferido al tanque de refrigerante caliente. En el segundo modo de funcionamiento el segundo refrigerante es retirado como corriente colectora del tanque de refrigerante caliente y es aportado al sistema intercambiador de calor. Allí, la corriente colectiva se enfría y se divide en dos corrientes parciales. El segundo refrigerante recorre el sistema intercambiador de calor en este caso a través de tramos diferentes de intercambio de calor y, por lo tanto, es enfriado de manera distinta (al cuarto y al tercer nivel de temperatura). Las correspondientes corrientes parciales son transferidas a continuación en el segundo modo de funcionamiento al tanque de refrigerante atemperado y al tanque de refrigerante frío

25 Otro aspecto central de la presente invención es la compresión escalonada del aire en el primer y el tercer modo de funcionamiento y la alimentación del aire a diferentes presiones en la unidad de central eléctrica del tercer modo de funcionamiento. Esto tiene lugar de manera que la compresión del aire utilizado en el primer modo de funcionamiento para la obtención del producto de licuefacción del aire tiene lugar sucesivamente desde un primer nivel de presión primeramente a un segundo nivel de presión, después a un tercer nivel de presión y, finalmente, a un cuarto nivel de presión. El producto de licuefacción del aire es calentado en el segundo modo de funcionamiento en particular a un quinto nivel de presión que se encuentra por debajo del cuarto nivel de presión. Al menos el cuarto o quinto nivel de presión puede estar a una presión súper-crítica.

30 En el marco de la presente invención se utilizan en este caso, en particular, los siguientes niveles de presión indicados:

35 primer nivel de presión (LP): 0 a 2 bares, en particular 1,4 bares
 segundo nivel de presión (MP): 4 a 8 bares, en particular 5,6 bares
 tercer nivel de presión (MP1): 12 a 50 bares, en particular 17 bares
 cuarto nivel de presión (HP): 50 a 100 bares, en particular 85 bares
 quinto nivel de presión (HP1): 50 a 100 bares, en particular 65 bares

40 Finalmente, en el tercer modo de funcionamiento, la compresión del aire utilizado para la obtención de la energía eléctrica puede tener lugar, en una primera proporción, al tercer nivel de presión, y en una segunda proporción, al cuarto nivel de presión y al quinto nivel de presión. En este caso, la primera y la segunda proporción pueden transferirse a la unidad de central eléctrica particularmente separadas una de otra. Esto permite un funcionamiento particularmente eficaz de una correspondiente instalación de generación de energía en el tercer modo de funcionamiento, ya que con ello las etapas de presión correspondientes de una unidad de central eléctrica pueden ser hechas funcionar de manera particularmente eficiente. Sólo una parte del aire utilizado debe ser aportado ciertamente a través del compresor secundario. El compresor principal puede ser hecho funcionar con una potencia del compresor mayor y puede proporcionar una cantidad de aire mayor. El aire no tiene que ser comprimido posteriormente por completo, sino que también puede ser transferido directamente en parte a la unidad de central eléctrica.

50 En el marco de la presente invención, la unidad de central eléctrica se hace funcionar en el segundo modo de funcionamiento y en el tercer modo de funcionamiento, en donde en el segundo modo de funcionamiento el producto de licuefacción del aire calentado bajo presión y transferido al estado gaseoso o súper-crítico, preferiblemente a presión súper-crítica, es conducido a la unidad de central eléctrica a través de una cámara de combustión en la que se quema un combustible. Un gas de escape de la cámara de combustión es aportado, con el tercer nivel de presión

y conforme a una primera forma de realización, a una turbina de expansión acoplada con un generador. Se trata, por lo tanto, de una generación de energía eléctrica por medio de una turbina de combustión o de una turbina de gas.

5 También puede estar previsto que en el segundo modo de funcionamiento el producto de licuefacción del aire calentado en la unidad de tratamiento del aire bajo presión y transformado al estado gaseoso súper-crítico sea aportado a la unidad de central eléctrica, antes de conducirlo a través de la cámara de combustión al quinto nivel de presión a otra unidad de expansión acoplada con un generador. Ventajosamente, también el gas de escape de una cámara de combustión puede ser aprovechado de manera correspondiente aguas abajo de la unidad de expansión, por ejemplo puede ser aportado a un generador de vapor de calor residual y ser utilizado allí para la generación de vapor.

10 En cualquier caso, puede utilizarse una turbina de gas caliente tal como se ha explicado al comienzo. Ésta puede utilizarse en lugar de una turbina de gas o de combustión. En particular, una de las porciones del aire que se comprime en el tercer modo de funcionamiento para formar una primera porción al tercer nivel de presión y para formar una segunda porción al cuarto nivel de presión o al quinto nivel de presión, puede ser aumentada en presión en este caso mediante calentamiento.

15 Para el calentamiento pueden utilizarse, por ejemplo, calor residual y/o calor solar. Un calentamiento correspondiente puede tener lugar en este caso, naturalmente, también con relación al producto de licuefacción del aire calentado en el segundo modo de funcionamiento en la unidad de tratamiento del aire bajo presión y transformado en el estado gaseoso súper-crítico.

20 Para la reducción o bien simetrización de una carga axial de un generador utilizado en el marco de la invención, éste puede estar configurado también con un eje o bien árbol que está equipado con turbinas de expansión dispuestas a ambos lados del generador. Mediante una disposición simétrica de este tipo se reduce una sollicitación por un lado de un generador. Particularmente ventajoso es en este caso dividir la corriente colectiva o la corriente derivada de la misma, por ejemplo aguas arriba o aguas abajo de un calentador y/o de una cámara de combustión, en dos o más corrientes parciales, de las que cada una es expandida en una turbina de expansión acoplada con un generador común.

25

Las presentes explicaciones se refieren de igual manera a una instalación para la generación de energía que presenta medios para llevar a cabo el procedimiento precedentemente explicado. Una correspondiente instalación de generación de energía está prevista en particular para llevar a cabo un procedimiento correspondiente.

La invención y formas de realización preferidas de la invención se explican con mayor detalle en las figuras adjuntas.

30 La Figura 1A muestra una instalación de generación de energía de acuerdo con una forma de realización de la invención en un primer modo de funcionamiento.

La Figura 1B muestra la instalación de generación de energía de la Figura 1A en un segundo modo de funcionamiento.

35 La Figura 1C muestra la instalación de generación de energía de la Figura 1A en un tercer modo de funcionamiento.

La Figura 2A muestra un primer sistema de refrigerante de acuerdo con una forma de realización de la invención en el primer modo de funcionamiento.

La Figura 2B muestra el primer sistema de refrigerante de la Figura 2A en el segundo modo de funcionamiento.

40 La Figura 3A muestra el segundo sistema de refrigerante de acuerdo con una forma de realización de la invención en el primer modo de funcionamiento.

La Figura 3B muestra el sistema de refrigerante de la Figura 3A en el segundo modo de funcionamiento.

La Figura 4A muestra una instalación de generación de energía de acuerdo con una forma de realización de la invención en el primer modo de funcionamiento.

- La Figura 4B muestra la instalación de generación de energía de la Figura 4A en el segundo modo de funcionamiento.
- La Figura 4C muestra la instalación para la generación de energía de la Figura 4A en el tercer modo de funcionamiento.
- 5 La Figura 5 muestra un sistema intercambiador de calor de acuerdo con una forma de realización de la invención en el primer modo de funcionamiento.
- La Figura 6 muestra un sistema intercambiador de calor de acuerdo con una forma de realización de la invención en el segundo modo de funcionamiento.

Descripción detallada de los dibujos

- 10 En las figuras, elementos correspondientes entre sí tienen símbolos de referencia idénticos. Con fines de claridad, se renuncia a una explicación repetida. Todas las figuras muestran en este caso diagramas de instalación de instalaciones de generación de energía o bien de sus partes en una representación esquemática, muy simplificada. En este caso, los modos de funcionamiento, en parte diferentes, (compárense las Figuras 1A, 2A, 3A y 4A con las Figuras 1B, 2B, 3B y 4B o bien con las Figuras 1C y 4C) están representados comparativamente entre sí. Estos
- 15 modos de funcionamiento se diferencian, entre otros, en la conexión de una pluralidad de válvulas previstas de una instalación correspondiente. Las válvulas no están representadas en particular. Esto afecta, en particular, a válvulas conectadas de forma conductora (permeable). Conducciones o bien corrientes inactivas bloqueadas mediante válvulas correspondientes se representan, sin embargo, de forma cruzada (-x-).
- 20 La Figura 1A muestra una instalación de generación de energía de acuerdo con una forma de realización de la invención en un primer modo de funcionamiento. Este primer modo de funcionamiento corresponde en este caso al funcionamiento de licuefacción ya varias veces explicado. Por "funcionamiento de licuefacción" se ha de entender en este caso que en el primer modo de funcionamiento se genera una determinada cantidad de un producto de licuefacción ultracongelado a partir del aire y se almacena en un sistema de tanques. Un "funcionamiento de licuefacción" no significa, sin embargo, que el producto de licuefacción del aire sea proporcionado exclusivamente
- 25 por una correspondiente instalación de generación de energía. Más bien, un sistema de tanques correspondiente puede ser cargado también, en parte, por un producto de licuefacción del aire ultracongelado, aportado desde el exterior, en particular cuando la capacidad de la instalación de generación de energía no sea suficiente para generar su demanda total de un producto de licuefacción del aire correspondiente.
- 30 La instalación de generación de energía representada en la Figura 1A comprende componentes de una unidad de tratamiento del aire que están dibujados con trazos discontinuos o indicados en conjunto con 10, así como componentes de una unidad de central eléctrica que están representados con trazos discontinuos e indicados en conjunto con 20. La instalación de generación de energía se designa en conjunto con 100.
- 35 En la instalación de generación de energía 100 o bien en su unidad de tratamiento del aire 10, el aire del entorno AIR es aspirado a través de un sistema de compresor principal 11 a través de un filtro 111. A la entrada del sistema de compresor principal, el aire AIR se encuentra en un primer nivel de presión LP de típicamente 0 a 2 bares, por ejemplo 1,4 bares.
- 40 El sistema de compresor principal 11 puede disponer de varias etapas de compresor (no representadas con mayor detalle) que pueden ser accionadas a través de un accionamiento de un compresor común M o bien de un árbol común. Un sistema de compresor principal 11 puede comprender, además, medios para el enfriamiento intermedio y posterior de una corriente correspondientemente comprimida de forma escalonada. Entre las etapas del compresor, en donde también pueden ser alimentadas corrientes adicionales, el aire AIR se encuentra en un segundo nivel de presión MP de típicamente 4 a 8 bares, por ejemplo 5,6 bares. El sistema de compresor principal 11 en conjunto está dispuesto para la compresión del aire AIR a un tercer nivel de presión MP1 de típicamente 12 a 50 bares, por ejemplo 17 bares, en su salida.
- 45 Una corriente a comprimida al tercer nivel de presión MP1 es transferida a un sistema de purificación 12 que puede presentar, por ejemplo, un recipiente adsorbedor 121 lleno de un material adsorbente adecuado. El recipiente adsorbedor 121 puede ser regenerado ciclicamente, lo cual también se representa en las siguientes Figuras 1B y 1C. Una corriente b correspondientemente purificada es aportada a continuación a un sistema de compresor secundario 13 y allí es comprimida a un cuarto nivel de presión HP, de nuevo superior, de típicamente 50 a 100

bares, por ejemplo 85 bares. También el sistema de compresor secundario 13 puede presentar varias etapas de compresor que son accionadas mediante un accionamiento común del compresor M.

5 La corriente c comprimida posteriormente es aportada a una unidad intercambiadora de calor 14 que en el ejemplo representado comprende un primer bloque intercambiador de calor 141 y un segundo bloque intercambiador de calor 142. La corriente c es conducida en este caso primeramente a través del primer bloque intercambiador de calor 141 y, a continuación, a través del segundo bloque intercambiador de calor 142. Después del enfriamiento en el sistema intercambiador de calor 14 está presente una corriente d correspondientemente enfriada. Ésta se presenta esencialmente todavía al cuarto nivel de presión HP, teniéndose en cuenta también las pérdidas de presión, pérdidas de potencia y similares condicionadas por el enfriamiento.

10 La corriente d enfriada es aportada a continuación a un dispositivo de expansión 151 que puede comprender, por ejemplo, una turbina de expansión oleohidráulica. El dispositivo de expansión 151 es parte de un sistema de licuefacción 15. En el dispositivo de expansión 151 la corriente d es reducida a un nivel de presión menor, por ejemplo al segundo nivel de presión MP. En este caso, la corriente d puede ser reducida adicionalmente también con una válvula no representada aquí con mayor detalle.

15 La corriente d expandida es transferida después de la expansión a un recipiente de separación 152 en el que se separa en el lado del sumidero una fracción líquida. De la parte superior del recipiente de separación 152 se puede retirar un fluido gaseoso (sin designación). Dado que éste se encuentra en el segundo nivel de presión MP, puede ser calentado en los bloques intercambiadores de calor 142 y 141 del sistema intercambiador de calor 14 y ser aportado de nuevo al sistema de compresor principal 11 en un punto intermedio.

20 Del sumidero del recipiente de separación 152 se separa una fracción líquida, es decir, un producto de licuefacción del aire AIR, aquí líquido LAIR, y es conducida a un ultra-refrigerador 153. En el lado de salida del ultra-refrigerador se obtiene, con ello, una corriente e líquida ultracongelada que puede ser transferida a un sistema de tanques 16 con un tanque de ultracongelación. Como se ha explicado, al sistema de tanques 16 puede aportarse también desde el exterior otro producto de licuefacción, por ejemplo líquido LAIR.

25 El ultra-refrigerador 153 puede ser hecho funcionar con una corriente parcial de la corriente e líquida ultracongelada que es reducida al primer nivel de presión LP y es conducida en contracorriente a través del ultra-refrigerador 153. Una corriente f obtenida correspondiente puede ser calentada, a continuación, en los bloques intercambiadores de calor 142 y 141 del sistema intercambiador de calor 14 y, por ejemplo, ser entregada al entorno amb. La corriente f puede ser aportada también aguas arriba del sistema de compresor principal 11 de nuevo al sistema de compresor principal 11.

30 Para el atemperamiento del primer bloque intercambiador de calor 141 y del segundo bloque intercambiador de calor 142 del sistema intercambiador de calor 14 está previsto un sistema de refrigerante 17 que comprende un primer sistema parcial de refrigerante 171 y un segundo sistema parcial de refrigerante 172. El primer sistema parcial de refrigerante 171 y el segundo sistema parcial de refrigerante 172 del sistema de refrigerante 17 se explican con mayor detalle con referencia a las Figuras 2A a 3B que figuran más adelante. Ya en este punto se ha de indicar que mediante el primer sistema parcial de refrigerante 171, en el primer modo de funcionamiento tal como se representa en la Figura 1A, una corriente de refrigerante g de un primer refrigerante líquido es conducida desde el primer sistema parcial de refrigerante 171 desde el extremo frío al extremo caliente a través del primer bloque intercambiador de calor 141. La corriente de refrigerante g del primer refrigerante se calienta con ello del primer nivel de temperatura T1 (véase arriba) al segundo nivel de temperatura T2 y enfría en contracorriente a la corriente c caliente. En contracorriente a la corriente de refrigerante g del primer refrigerante procedente del primer sistema parcial de refrigerante 171 se conduce una corriente h gaseosa, la cual se trata de un gas que no se condensa, superpuesto al primer refrigerante en correspondientes tanques de refrigerantes del sistema parcial de refrigerante 171.

45 A partir del segundo sistema parcial de refrigerante 172 se aporta una corriente i y una corriente j de un segundo refrigerante líquido al segundo bloque intercambiador de calor 142 del sistema intercambiador de calor 14 en su extremo frío (al tercer nivel de temperatura T3) y en un punto intermedio (al cuarto nivel de temperatura T4). La corriente i y la corriente j del segundo refrigerante se reúnen en el segundo bloque intercambiador de calor 142 antes de o bien después de ser calentadas y son retiradas como corriente k del segundo bloque intercambiador de calor 142 en su extremo caliente. Con ello, el segundo refrigerante se calienta al quinto nivel de temperatura T5. De nuevo, en el caso de la corriente l se trata de un gas que no se condensa, que se superpone al segundo refrigerante l en tanques de almacenamiento correspondientes.

En el primer modo de funcionamiento representado en la Figura 1A, la unidad de central eléctrica 20 de la instalación de generación de energía 100 no está en funcionamiento o sólo se hace funcionar mediante medios aportados desde el exterior. Por lo tanto, se explicará en las figuras siguientes.

5 La Figura 1B muestra la instalación de generación de energía 100 en un segundo modo de funcionamiento. En este caso se trata del funcionamiento de toma varias veces explicado, entendiéndose por un "funcionamiento de toma" un modo de funcionamiento en el que a la instalación de generación de energía 100 no es aportado aire alguno, sino sólo es retirado un producto de licuefacción del aire de un sistema de tanques 16. En el funcionamiento de toma, tal como se representa en la Figura 1B, no se aspira aire alguno mediante el sistema de compresor principal 11. El sistema de purificación 12 se encuentra en regeneración, en donde una corriente calentada (véanse los enlaces 3 y 4 y las explicaciones indicadas más adelante con respecto al intercambiador 21 de la unidad de central eléctrica 20) recorre en contracorriente el aire aportado en el primer modo de funcionamiento (véase la Figura 1A) a través de un correspondiente recipiente absorbedor 121 y, con ello, libera componentes del recipiente absorbedor. Una correspondiente corriente de regeneración puede ser alimentada a continuación aguas abajo de nuevo a la unidad de tratamiento del aire 10 o bien a la unidad de central eléctrica 20 (véase la corriente o aguas abajo del primer bloque intercambiador de calor 141 en esta figura).

En el segundo modo de funcionamiento representado en la Figura 1B, del tanque de almacenamiento 16 se retira una corriente m de un producto de licuefacción ultracongelado, aquí líquido LAIR. La corriente m es llevada a presión líquida mediante una bomba 154. Aguas abajo de la bomba 154 se encuentra una correspondiente corriente n en un quinto nivel de presión HP1 de típicamente 50 a 100 bares, por ejemplo una presión de 65 bares. La corriente n es transformada a continuación en un estado gaseoso o súper-crítico en el sistema intercambiador de calor 14, es decir, sucesivamente en el segundo bloque intercambiador de calor 142 y el primer bloque intercambiador de calor 141, es decir, se evapora o bien pseudo-evapora. En el ejemplo representado, la corriente n es transformada típicamente a una presión súper-crítica en un estado súper-crítico, es decir, se pseudo-evapora. La corriente o obtenida es retirada del primer bloque intercambiador de calor 141 en su extremo caliente. En este punto, puede derivarse, por ejemplo, una corriente parcial y devolverse posteriormente de nuevo (véanse los enlaces 2 y 4) la cual, después del calentamiento en el intercambiador de calor 21 explicado en lo que sigue (véanse los enlaces 2 y 3), puede ser utilizada como gas de regeneración en un sistema de purificación 12 (véanse los enlaces 3 y 4).

El sistema de refrigerante 17 se hace funcionar en el segundo modo de funcionamiento de la instalación de generación de energía 100, que está representada en la Figura 1B, inversamente al primer modo de funcionamiento que está representado en la Figura 1A. Esto significa que mediante el primer sistema parcial de refrigerante 171, una corriente de refrigerante q del primer refrigerante es conducida desde el extremo caliente al extremo frío a través del bloque intercambiador de calor 141 (una corriente gaseosa r correspondiente es conducida en contracorriente con respecto a la anterior) y, por lo tanto, se enfría desde el segundo nivel de temperatura T2 al primer nivel de temperatura T1. Una corriente de refrigerante s del segundo sistema parcial de refrigerante 172 es aportada al segundo bloque intercambiador de calor 142 en su extremo caliente (al quinto nivel de temperatura T5). Esta corriente se divide. Las corrientes parciales t y u obtenidas son tomadas del segundo bloque intercambiador de calor 142 a diferentes temperaturas más frías, es decir al cuarto nivel de temperatura T4 y al tercer nivel de temperatura T3. Mediante la conducción explicada del primer y del segundo refrigerante desde el primer y el segundo sistema parcial de refrigerante 171 o bien 172 al primer bloque intercambiador de calor 141 y al segundo bloque intercambiador de calor 142, estas corrientes pueden ser enfriadas en contracorriente con respecto a la corriente n. El uso del refrigerante 17 permite con ello el almacenamiento del frío que se libera durante la evaporación o bien pseudo-evaporación de la corriente n.

La corriente o puede ser extraída de la unidad de tratamiento de aire 10 con la presión correspondiente, es decir, al quinto de nivel de presión HP1, y puede ser transferida a la unidad de central eléctrica 20. La unidad de central eléctrica 20 dispone, en el ejemplo representado, de al menos dos entradas 20a y 20b de fluido, en donde la corriente a en el segundo modo de funcionamiento representado en la Figura 1B es aportada a la entrada 20a del fluido. En el segundo modo de funcionamiento representado en la Figura 1B, la entrada 20b del fluido no es activa o bien no es abastecida en el segundo modo de funcionamiento.

La corriente o es conducida a través de un intercambiador de calor 21 a la unidad de central eléctrica 20 y allí es calentada en contracorriente con respecto al gas de escape de una unidad de turbina de gas explicada más adelante. En el intercambiador de calor 21 también se puede calentar el gas de regeneración para el sistema de purificación 12 tal como se ha indicado antes (véanse los enlaces 2 y 3). Después del calentamiento en el intercambiador de calor 21 de la unidad de central eléctrica 20, la corriente o es expandida en una turbina de expansión 23 que está acoplada con un generador G. La corriente o expandida puede ser calentada a continuación en otro intercambiador de calor 22 y puede ser conducida a través de una cámara de combustión 25. En la cámara de combustión 25 se quema un combustible F adecuado, por ejemplo gas natural, en la atmósfera gaseosa formada

por la corriente o. Naturalmente, en este punto también pueden alimentarse otras corrientes, por ejemplo una corriente enriquecida en oxígeno. Mediante la combustión del combustible F en la cámara de combustión 25, se aumenta el volumen de la corriente o y se forma, por lo tanto, una corriente derivada de la corriente o. Ésta puede ser aportada a una turbina de expansión 24 que asimismo puede estar acoplada con un generador G. Eventualmente, las turbinas de expansión 23 y 24 también pueden estar acopladas con un generador G común. Mediante la expansión en las turbinas de expansión 23 y 24 se genera energía eléctrica en los generadores G.

El gas todavía caliente después de la expansión en la turbina de expansión 24 puede ser utilizado en los intercambiadores de calor 22 y 21 como corriente p para el calentamiento de la corriente o, ya explicada. La corriente p correspondientemente enfriada es descargada a la atmósfera amb, eventualmente después de etapas de purificación adicionales.

La Figura 1C muestra la instalación de generación de energía de las Figuras 1A y 1B precedentemente explicadas en un tercer modo de funcionamiento. Este tercer modo de funcionamiento se designa, tal como se explica, en el marco de esta solicitud como funcionamiento directo. La expresión "funcionamiento directo" quiere dar a entender en este caso que en el sistema de compresor principal 11 y en el sistema de compresor secundario 13, corrientes comprimidas, designadas aquí con w y x, con los correspondientes niveles de presión, a saber el tercer nivel de presión MP1 (corriente x) y el cuarto nivel de presión HP (corriente w) son transferidas directamente a la unidad de central eléctrica 20. Este funcionamiento directo permite un funcionamiento de la instalación de generación de energía 100 también cuando el sistema intercambiador de calor 14 y/o el sistema de licuefacción 15 no están en funcionamiento y, con ello, no se dispone de una corriente o correspondiente (véase la Figura 1B).

En el tercer modo de funcionamiento representado en la Figura 1C, las dos entradas 20a y 20b de fluido de la unidad de central eléctrica son cargadas, a saber, con las corrientes w y x, que presentan correspondientes presiones. La corriente w en el cuarto nivel de presión HP es conducida en este caso entonces primero a través de la turbina de expansión 23 y, a continuación, a un nivel de presión correspondientemente reducido, es reunida con la corriente x al tercer nivel de presión MP1. Una corriente colectiva obtenida con ello es conducida a través de la cámara de combustión 25 y a través de la turbina de expansión 24.

En todos los estados de funcionamiento de las Figuras 1A a 1C puede aportarse fluido adicional al sistema de tanques 16 cuando el producto de licuefacción del aire generado en el primer modo de funcionamiento que está representado en la Figura 1 no es suficiente para cargar el sistema de tanque 16 o bien para cubrir la demanda de fluido en el segundo modo de funcionamiento.

En las Figuras 2A y 2B se representa en cada caso el primer sistema refrigerante 171 del sistema de refrigerante 17 en el primer y en el segundo modo de funcionamiento (véanse las Figuras 1A y 1B). La Figura 2A muestra el primer modo de funcionamiento, la Figura 2B, el segundo modo de funcionamiento.

El primer sistema refrigerante 171 comprende un primer tanque de refrigerante (frío) 171a y un segundo tanque de refrigerante (caliente) 171b. En el primer y el segundo tanque de refrigerante 171a y 171b, el refrigerante utilizado está presente en cada caso en forma líquida y está recubierto con un gas correspondiente que no se condensa, con el fin de garantizar una solicitud de presión suficiente del refrigerante. En el caso del gas que no se condensa puede tratarse, por ejemplo, de nitrógeno. Además, está prevista una bomba 171p.

Mediante la conexión representada en la Figura 2A de las conducciones, por lo demás no designadas con mayor detalle, del primer sistema parcial de refrigerante 171 en el primer modo de funcionamiento se genera la corriente de refrigerante g ya explicada del primer refrigerante a partir del primer sistema parcial de refrigerante 172, es decir, el correspondiente refrigerante al primer nivel de temperatura T1 es conducido desde el primer tanque de refrigerante 171a del primer sistema parcial de refrigerante 171 a través del primer bloque intercambiador de calor 141 del sistema intercambiador de calor 14, allí es calentado y es transferido al segundo nivel de temperatura T2 en el segundo tanque de refrigerante 171b del primer sistema parcial de refrigerante 171. Con ello, la corriente c puede ser enfriada.

La Figura 2B muestra el funcionamiento inverso del primer sistema parcial de refrigerante 171 tal como se realiza en el segundo modo de funcionamiento. En este caso, tal como se explica, una corriente n en el primer bloque intercambiador de calor 141 es evaporada o bien pseudo-evaporada. Para ello, una correspondiente corriente de refrigerante q del primer refrigerante es generada en el primer sistema parcial de refrigerante 171, al transferir refrigerante del segundo tanque de refrigerante 171b al primer tanque de refrigerante 171a por medio de la bomba 171p. La corriente r gaseosa discurre en contracorriente respecto a la anterior.

- Las Figuras 3A y 3B muestran de manera correspondiente el segundo sistema parcial de refrigerante 172 del sistema refrigerante 17. En el segundo sistema parcial de refrigerante 172 están previstos tres tanques de refrigerante, un primer tanque de refrigerante (frío) 172a, un segundo tanque de refrigerante (atemperado) 172b y un tercer tanque de refrigerante (caliente) 172c. Éstos están dispuestos para almacenar un segundo refrigerante con diferentes temperaturas (primer tanque de refrigerante 172a: tercer nivel de temperatura T3, segundo tanque de refrigerante 172b: cuarto nivel de temperatura T4, tercer tanque de refrigerante 172c: quinto nivel de temperatura T5). Para conducir el segundo refrigerante del segundo sistema parcial de refrigerante 172 a través del segundo bloque intercambiador de calor 142 del sistema intercambiador de calor 14, están previstas en el ejemplo representado dos bombas 172p y 172 q.
- La conexión de las bombas 172p y 172q o bien de las conducciones unidas con éstas, resulta directamente de la representación de las Figuras 3A y 3B. En el modo representado, en el primer modo de funcionamiento (Figura 3A) se generan las corrientes o bien corrientes parciales del segundo refrigerante i, j y k o bien la corriente l del gas que no se condensa, que se superpone al segundo refrigerante también aquí en los tanques de refrigerante 172a a 172c. De manera correspondiente, en el segundo modo de funcionamiento (Figura 3B) se generan las corrientes o bien corrientes parciales del segundo refrigerante s, t, u o bien la corriente del gas v que no se condensa. Se indican asimismo la corriente c y la corriente n a evaporar o bien a pseudo-evaporar.
- En conjunto, mediante el uso del sistema de refrigerante 17 y del sistema intercambiador de calor 14 se puede conseguir un enfriamiento o bien calentamiento energéticamente favorable de las corrientes c y n. En este caso, el primer refrigerante en el primer tanque de refrigerante 171a del primer sistema parcial de refrigerante 171 presenta una temperatura más baja que el primer refrigerante en el segundo tanque de refrigerante 171b del primer sistema parcial de refrigerante 171. En el segundo sistema parcial de refrigerante 172, la temperatura del segundo refrigerante en el primer tanque de refrigerante 171a es la más baja, es más alta en el segundo tanque de refrigerante 171b y de nuevo es más alta en el tercer tanque de refrigerante 171c.
- En las Figuras 4A a 4C se representa esquemáticamente una instalación de generación de energía de acuerdo con otra forma de realización de la invención y en conjunto se designa con 200. También aquí, la Figura 4A corresponde al primer modo de funcionamiento, la Figura 4B al segundo modo de funcionamiento y la Figura 4C al tercer modo de funcionamiento. El funcionamiento de la instalación de generación de energía 200 corresponde en parte al de la instalación de generación de energía 100 que está representada en las Figuras 1A a 1C. El sistema de refrigerante 17 puede estar configurado idénticamente como allí y presentar, por ejemplo, los sistemas parciales de refrigerante 171 y 172 que se muestran en las Figuras 2A a 3B precedentemente explicadas.
- La instalación de generación de energía 200 se diferencia esencialmente de la instalación de generación de energía 100 debido a que el sistema de intercambiador de calor 14 dispone adicionalmente de dispositivos de expansión 143 y 144. De estos pueden derivarse en cada caso de la corriente c, que se proporciona aquí en una mayor cantidad, corrientes parciales (sin designación). Estas corrientes parciales pueden ser expandidas en los dispositivos de expansión 143 y 144 que pueden presentar, por ejemplo, turbinas de expansión que en cada caso están acopladas con un generador. G. En lugar de un generador G puede estar previsto en cada caso también un freno oleohidráulico u otro dispositivo de frenado en los dispositivos de expansión 143 y 144.
- Las corrientes parciales son expandidas, por ejemplo, del cuarto nivel de presión HP al tercer nivel de presión MP1. Pueden ser aportadas al primer bloque intercambiador de calor 141 o bien al segundo bloque intercambiador de calor 142 en el extremo frío o bien a una temperatura intermedia y ser calentadas de manera correspondientes. Las corrientes calentadas pueden ser reunidas y alimentadas aguas arriba de nuevo a la unidad de tratamiento del aire. La alimentación puede tener lugar, por ejemplo, en forma de una alimentación aguas arriba del sistema de compresor principal 11, en un lugar intermedio del sistema de compresor principal 11 o aguas arriba del sistema de compresor secundario 13 (véase la conexión 1). Mediante los dispositivos de expansión adicionales 143 y 144 puede generarse frío adicional, con lo cual se puede licuar una mayor cantidad de aire de partida AIR por medio del sistema de licuefacción 15. La instalación de generación de energía 200 está, por lo tanto, más que la instalación de generación de energía 100, en condiciones de cubrir la demanda de producto de licuefacción de aire LAIR que existe en el segundo modo de funcionamiento. Igualmente, a la instalación de generación de energía 200 puede aportarse de forma externa también un producto de licuefacción del aire.
- El segundo modo de funcionamiento de la instalación de generación de energía 200, que se muestra en la Figura 4B y el tercer modo de funcionamiento de la instalación de generación de energía 200 que se muestra en la Figura 4C corresponden esencialmente a los modos de funcionamiento respectivos de la instalación de generación de energía 100 (véanse las Figuras 1B y 1C). Por lo tanto, se renuncia a una explicación repetida. Tal como menciona, en particular en el segundo modo de funcionamiento que se representa en la Figura 4B, se puede renunciar a una

aportación externa de producto de licuefacción del aire LAIR. Los dispositivos de expansión 143 y 144 no son activos en el segundo y en el tercer modo de funcionamiento.

5 La Figura 5 muestra otra forma de realización alternativa de un sistema intercambiador de calor 14. Éste puede emplearse de forma alternativa a los sistemas intercambiadores de calor 14 mostrados en las Figuras 1A a 1C o bien 4A a 4C. En la Figura 5, está representado en este caso el primer modo de funcionamiento. Un sistema intercambiador de calor 14 correspondiente dispone también aquí de correspondientes primero y segundo bloques intercambiadores de calor 141 y 142 que están unidos a un sistema de refrigerante 17 (no mostrado). Paralelamente al primer bloque intercambiador de calor 141 y al segundo bloque intercambiador de calor 142 están previstos otros bloques intercambiadores de calor 141a y 142a. En este caso, la corriente c puede ser dividida en las corrientes parciales c1 y c2 y, como se representa, ser alimentada al primer bloque intercambiador de calor 141 o bien al segundo bloque intercambiador de calor 141a. En cada caso, una corriente parcial de la segunda corriente parcial c2 puede expandirse en un dispositivo de expansión 143 o bien 144, por ejemplo asimismo de una turbina de expansión que está acoplada con un generador G. La forma de realización del sistema intercambiador de calor 14 representada en la Figura 5 se diferencia con ello esencialmente de la forma de realización precedentemente explicada, que se muestra en las Figuras 4A a 4C, en que los bloques intercambiadores de calor 141a y 142a están separados de los bloques intercambiadores de calor 141 y 142.

En la Figura 6 está representada otra forma de realización de un sistema intercambiador de calor 14 que, asimismo de forma alternativa a las posibilidades precedentemente explicadas, puede pasar a emplearse en una instalación de generación de energía 100 ó 200 correspondiente. La Figura 6 muestra, sin embargo, el segundo modo de funcionamiento. También aquí están previstos dispositivos de expansión 143 y 144, los cuales son hechos funcionar, sin embargo, durante este segundo modo de funcionamiento. También éstos pueden disponer de turbinas de expansión que pueden estar acopladas con correspondientes generadores G. Corrientes parciales de la corriente n pueden expandirse con ello en los dispositivos de expansión 143 y 144 antes y después del calentamiento en el primer bloque intercambiador de calor 141 y el segundo bloque intercambiador de calor 142. A partir de ello, se forma una corriente o1. Una corriente residual o2 es sólo calentada. Las corrientes o1 y o2 pueden ser aportadas a la unidad de central eléctrica 20, pudiendo encontrarse la corriente o1 en el tercer nivel de presión MP1 y la corriente o2 en el cuarto nivel de presión HP. Estas corrientes pueden aportarse a las entradas 20a (corriente o2) y 20b (corriente o1) de la unidad de central eléctrica 20.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para generar energía eléctrica en una instalación de generación de energía (100, 200) combinada que comprende una unidad de tratamiento del aire (10) y una unidad de central eléctrica (20), en donde
- 5 • en un primer modo de funcionamiento en la unidad del tratamiento del aire (10) sucesivamente se comprime aire (AIR), se enfría y se expande y se utiliza para la obtención de un producto de licuefacción del aire (LAIR),
 - en un segundo modo de funcionamiento en la unidad del tratamiento del aire (10) se evapora un producto de licuefacción del aire (LAIR), se evapora o pseudo-evapora a una presión hiperbárica y se utiliza en la
 - 10 • en un tercer modo de funcionamiento en la unidad del tratamiento del aire (10) se comprime aire (AIR) y en la unidad de central eléctrica (20) se utiliza para la obtención de energía eléctrica,
- caracterizado por que
- 15 • el aire (AIR) en el primer modo de funcionamiento es enfriado sucesivamente en contracorriente frente a un primer y frente a un segundo refrigerante líquido en un sistema intercambiador de calor (14) al que es aportado el primer refrigerante a un primer nivel de temperatura (T1) y, después del calentamiento, es retirado a un segundo nivel de temperatura (T2), y al que es aportado el segundo refrigerante, en parte a un tercer nivel de temperatura (T3) y en parte a un cuarto nivel de temperatura (T4), y después del calentamiento se retira a un quinto nivel de temperatura (T5),
 - 20 • el producto de licuefacción del aire (LAIR) en el segundo modo de funcionamiento es calentado sucesivamente en contracorriente frente al segundo y frente al primer refrigerante en el sistema intercambiador de calor (14) al que es aportado el segundo refrigerante al quinto nivel de temperatura (T5) y, después del enfriamiento, es retirado, en parte, al cuarto nivel de temperatura (T4) y, en parte, al tercer nivel de temperatura (T3), y al que es aportado el primer refrigerante al segundo nivel de temperatura (T2) y, después del enfriamiento, es retirado al primer nivel de temperatura (T1),
 - 25 • por que el aire (AIR) en el primer modo de funcionamiento es comprimido sucesivamente desde un primer nivel de presión (LP) a un segundo nivel de presión (MP), a un tercer nivel de presión (MP1) y a un cuarto nivel de presión (HP),
 - 30 • por que el producto de licuefacción del aire (LAIR) en el segundo modo de funcionamiento es calentado a un quinto nivel de presión (HP1) que se encuentra por debajo del cuarto nivel de presión (HP), y
 - el aire (AIR) en el tercer modo de funcionamiento es comprimido, en una primera porción, al tercer de nivel de presión (MP1) y, en una segunda porción, al cuarto nivel de presión (HP) o al quinto nivel de presión (HP1), siendo introducidas la primera porción y la segunda porción separadamente entre sí en la unidad de central eléctrica (20).
- 35 2. Procedimiento según la reivindicación, en el que como el primer y/o como el segundo refrigerante se utiliza propano y/o un alcohol de baja calidad.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que para la provisión del primer refrigerante se utilizan dos tanques de refrigerante (171a, 171b), y para la provisión del segundo refrigerante se utilizan tres tanques de refrigerante (172a, 172b, 172c).
- 40 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo refrigerante en el primer modo de funcionamiento es aportado al sistema intercambiador de calor (14) en forma de corrientes parciales (i, j) al tercer nivel de temperatura (T3) y al cuarto nivel de temperatura (T4) y es retirado en forma de una corriente colectiva (k) al quinto nivel de temperatura (T5).
- 45 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo refrigerante en el segundo modo de funcionamiento es aportado al sistema intercambiador de calor (14) en forma de una corriente colectiva (s) al quinto nivel de temperatura (T5) y es retirado en forma de corrientes parciales al cuarto nivel de temperatura (T4) y al tercer nivel de temperatura (T3).
- 50 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que en cada caso una corriente de un gas que no se condensa es conducida en contracorriente al primer y al segundo refrigerante a través del sistema intercambiador de calor.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se encuentran

- el primer nivel de temperatura (T1) a 20 a 50°C,
- el segundo nivel de temperatura (T2) a -100 a -70°C,
- el tercer nivel de temperatura (T3) a -100 a -70°C,
- 5 • el cuarto nivel de temperatura (T4) a -140°C a -100°C, y
- el quinto nivel de temperatura (T5) a -180°C a -150°C.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se encuentran

- el primer nivel de presión (LP) a 0 a 2 bares, en particular 1,4 bares,
- el segundo nivel de presión (MP) a 4 a 8 bares, en particular 5,6 bares,
- 10 • el tercer nivel de presión (MP1) a 12 a 50 bares, en particular 17 bares,
- el cuarto nivel de presión (HP) a 50 a 100 bares, en particular 85 bares,
- el quinto nivel de presión (HP1) a 50 a 100 bares, en particular 65 bares.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto de licuefacción del aire (LAIR) calentado bajo presión en el segundo modo de funcionamiento en la unidad de tratamiento del aire (10) y evaporado o pseudo-evaporado en la unidad de central eléctrica (20) es conducido a través de una cámara de combustión (25) en la que se quema un combustible (F), siendo aportado un gas de escape de la cámara de combustión (25) en el tercer nivel de presión (MP1) a una turbina de expansión (24) acoplada con un generador (G).

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el producto de licuefacción del aire (LAIR) calentado bajo presión en el segundo modo de funcionamiento en la unidad de tratamiento del aire (10) y evaporado y pseudo-evaporado en la unidad de central eléctrica (20) es aportado, antes de conducirlo a través de la cámara de combustión (25) con una presión al quinto nivel de presión (HP1), a otra turbina de expansión (23) acoplada con un generador (G).

11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, en el que el gas de escape de la cámara de combustión (25) es aportado, después de la expansión en la turbina de expansión (24) acoplada con el generador (G), a un generador de vapor de calor residual.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que una de las porciones del aire (AIR) introducidas en el tercer modo de funcionamiento, separadas una de otra en la unidad de central eléctrica (20), se aumenta en presión mediante calentamiento.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto de licuefacción del aire (LAIR) calentado bajo presión en el segundo modo de funcionamiento en la unidad de tratamiento del aire (10) y evaporado o pseudo-evaporado se aumenta en presión en la unidad de central eléctrica (20) mediante calentamiento.

14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, en el que para el calentamiento se utiliza calor residual y/o calor solar.

15. Instalación de generación de energía (100, 200) para la generación de energía eléctrica con una unidad de tratamiento del aire (10) combinada una unidad de central eléctrica (20), que comprende una disposición de compresor (11, 13), un sistema intercambiador de calor (14) con un sistema de refrigerante (17), un sistema de licuefacción (15) y un sistema de tanques (16) y concebido para

- en un primer modo de funcionamiento comprimir aire (AIR) en la disposición de compresor (11, 13), enfriarle en el sistema intercambiador de calor (14) y expandirle en el sistema de licuefacción (15) y utilizarlo para la obtención de un producto de licuefacción del aire (LAIR),
- en un segundo modo de funcionamiento evaporar o pseudo-evaporar un producto de licuefacción del aire (LAIR) en el sistema intercambiador de calor (14) a una presión hiperbárica y utilizarlo en la unidad de central eléctrica (20) para la obtención de energía eléctrica, y
- 45 • en un tercer modo de funcionamiento comprimir aire (AIR) en la disposición de compresor (11, 13) y utilizarlo en la unidad de central eléctrica (20) para la obtención de energía eléctrica,

caracterizada por que

la instalación de generación de energía (100, 200) está concebida para

- enfriar el aire (AIR) en el primer modo de funcionamiento sucesivamente en contracorriente frente a un primer y frente a un segundo refrigerante líquido en el sistema intercambiador de calor (14) al aportar a éste

- el primer refrigerante a un primer nivel de temperatura (T1) y retirarlo después del calentamiento a un segundo nivel de temperatura (T2), y el segundo refrigerante es aportado, en parte a un tercer nivel de temperatura (T3) y en parte a un cuarto nivel de temperatura (T4), y después del calentamiento se retira a un quinto nivel de temperatura (T5),
- 5 ● calentar el producto de licuefacción del aire (LAIR) en el segundo modo de funcionamiento sucesivamente en contracorriente frente al segundo y frente al primer refrigerante en el sistema intercambiador de calor (14), al aportar a éste el segundo refrigerante al quinto nivel de temperatura (T5) y, después del enfriamiento, retirarlo, en parte, al cuarto nivel de temperatura (T4) y, en parte, al tercer nivel de temperatura (T3), y el primer refrigerante se aporta al segundo nivel de temperatura (T2) y, después del enfriamiento, se retira al primer nivel de temperatura (T1),
- 10 ● comprimir el aire (AIR) en el primer modo de funcionamiento sucesivamente desde un primer nivel de presión (LP) a un segundo nivel de presión (MP), a un tercer nivel de presión (MP1) y a un cuarto nivel de presión (HP),
- 15 ● calentar el producto de licuefacción del aire (LAIR) en el segundo modo de funcionamiento a un quinto nivel de presión (HP1) que se encuentra por debajo del cuarto nivel de presión (HP), y
- comprimir el aire (AIR) en el tercer modo de funcionamiento en la disposición de compresor (11, 13), en una primera porción, al tercer nivel de presión (MP1) y, en una segunda porción, al cuarto (HP) o al quinto nivel de presión (HP1), e introducir la primera porción y la segunda porción separadamente entre sí en la unidad de central eléctrica (20).
- 20 16. Instalación de generación de energía (100, 200) según la reivindicación 15, que está concebida para llevar a cabo procedimientos según una de las reivindicaciones 1 a 14.

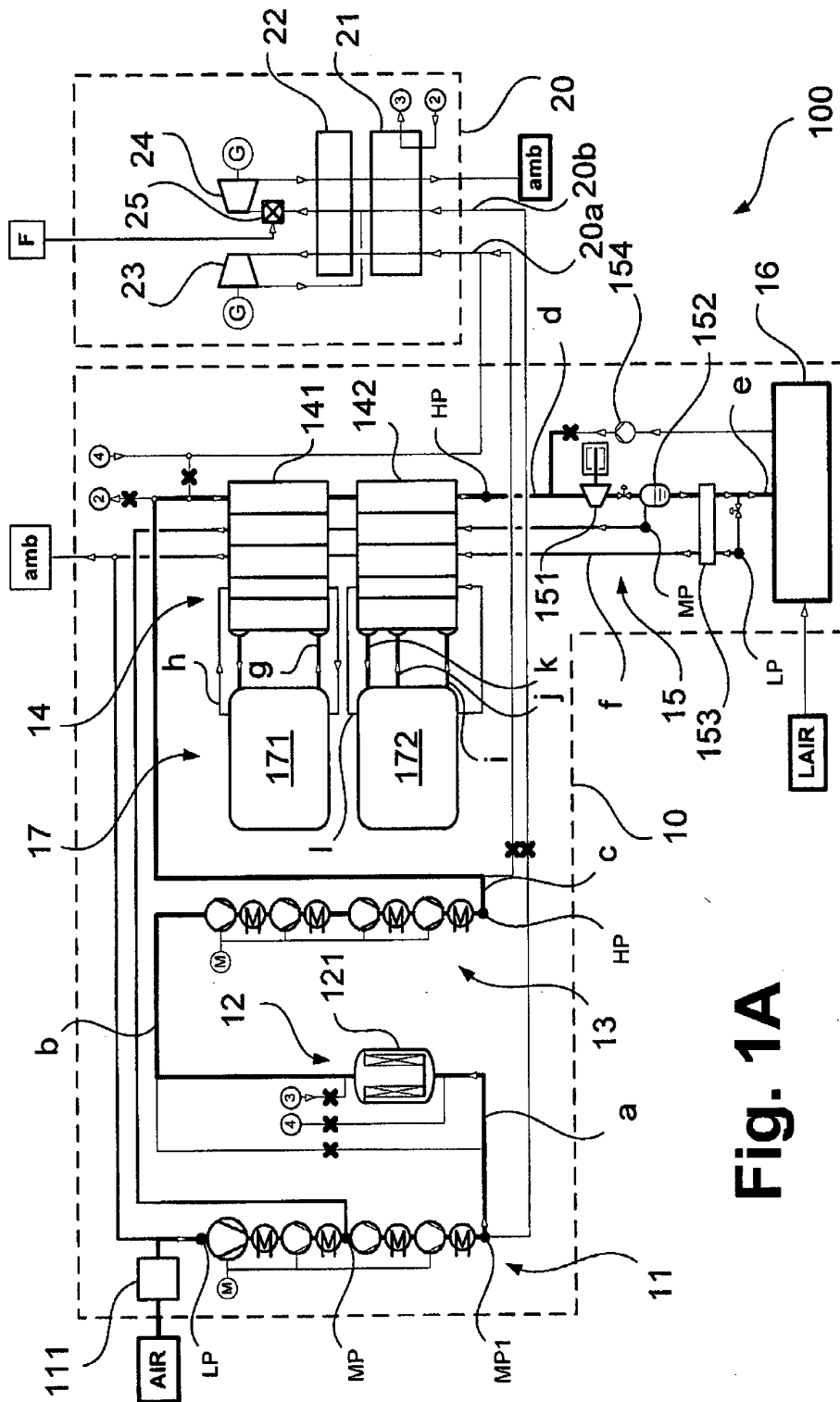


Fig. 1A

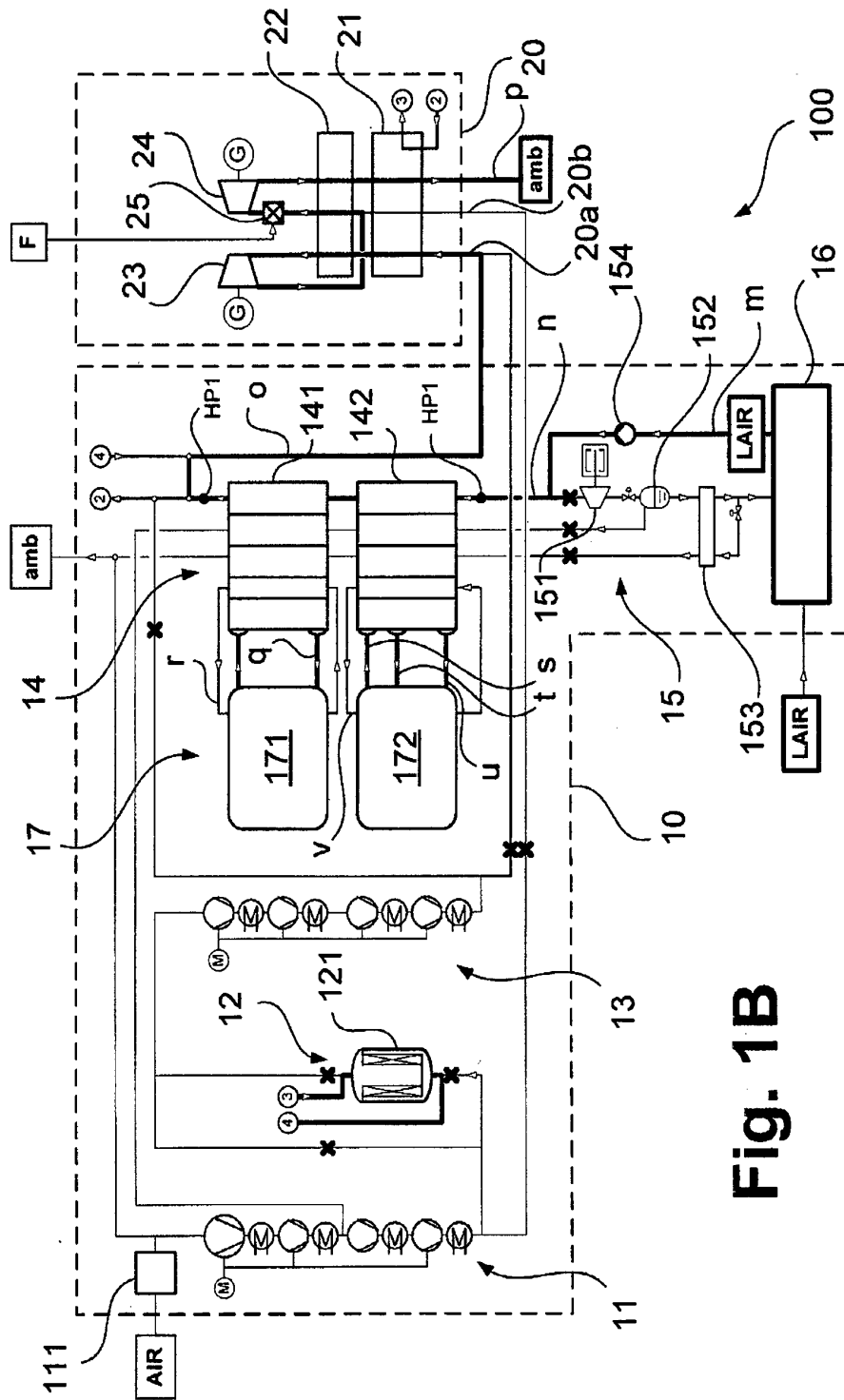


Fig. 1B

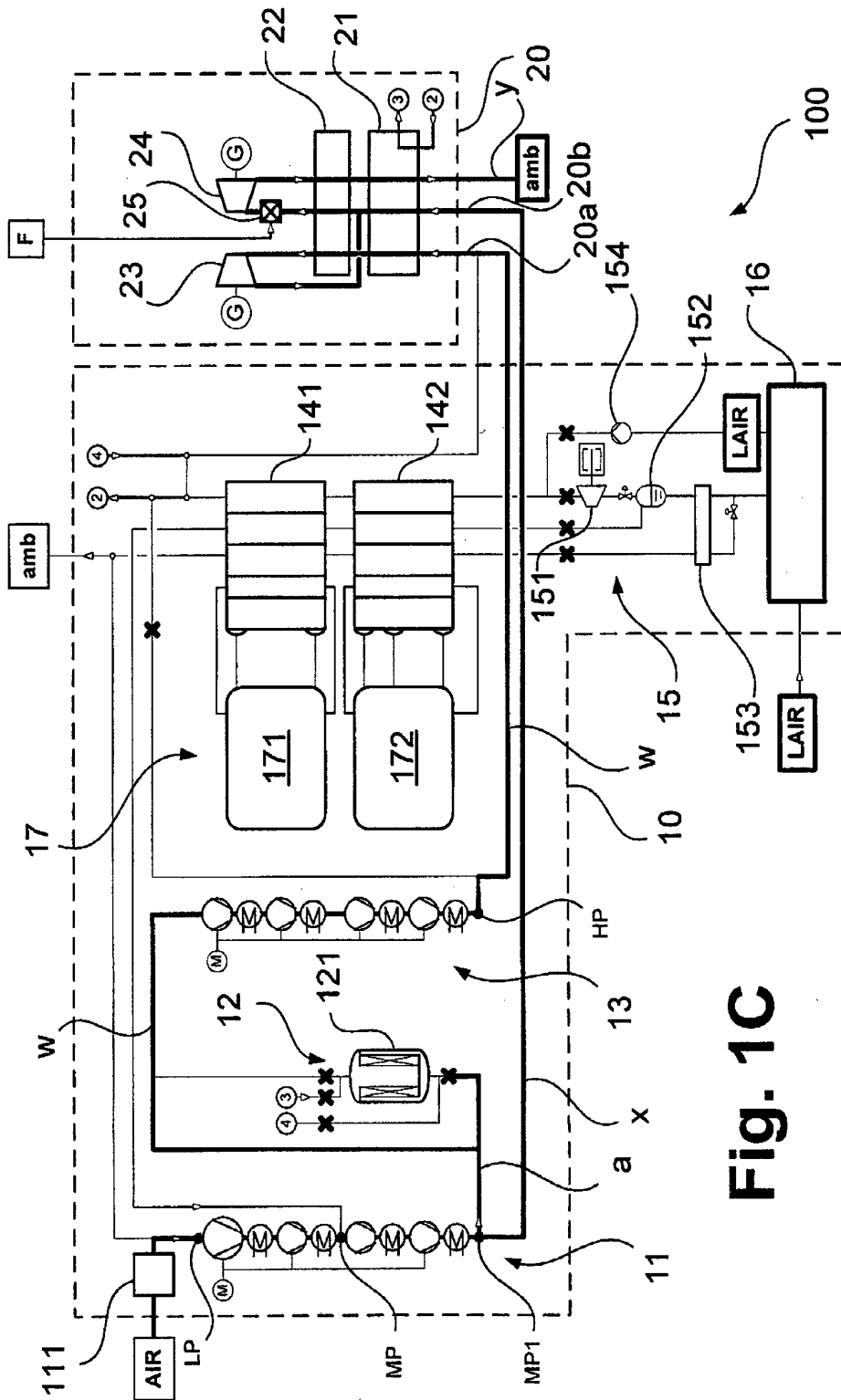


Fig. 1C

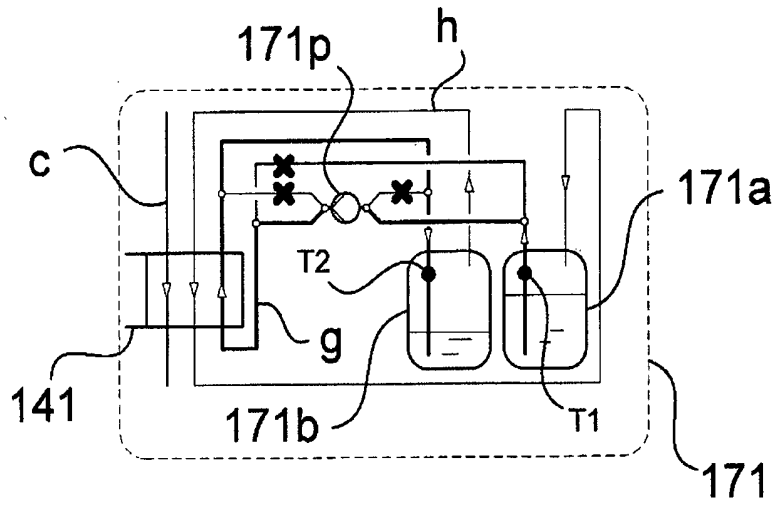


Fig. 2A

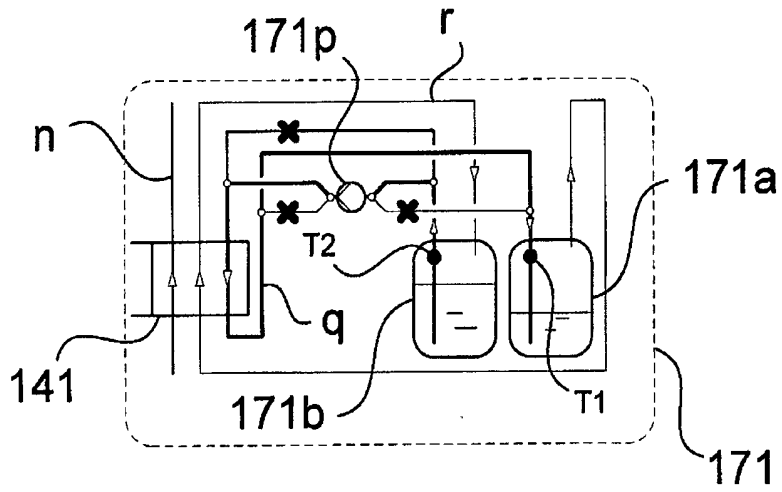


Fig. 2B

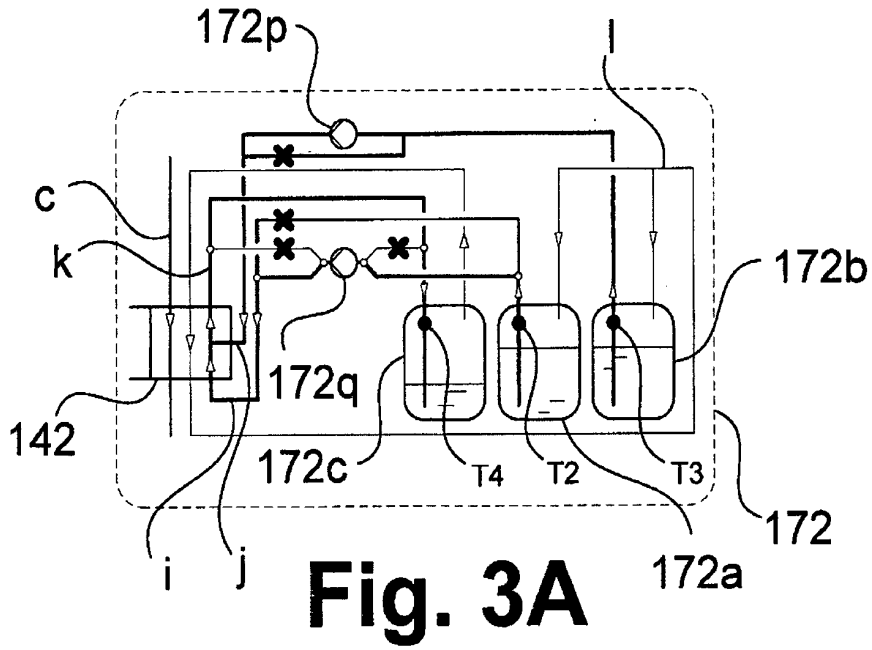


Fig. 3A

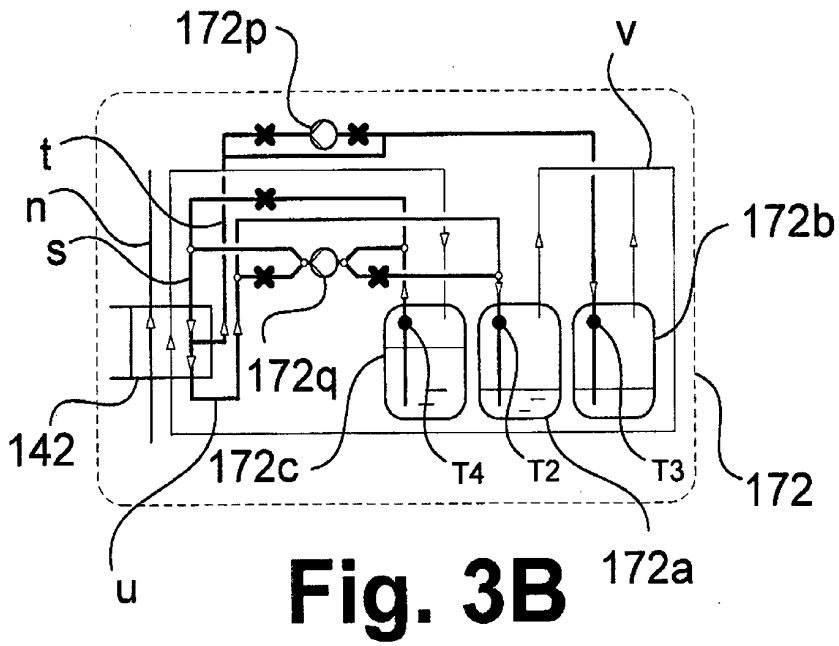


Fig. 3B

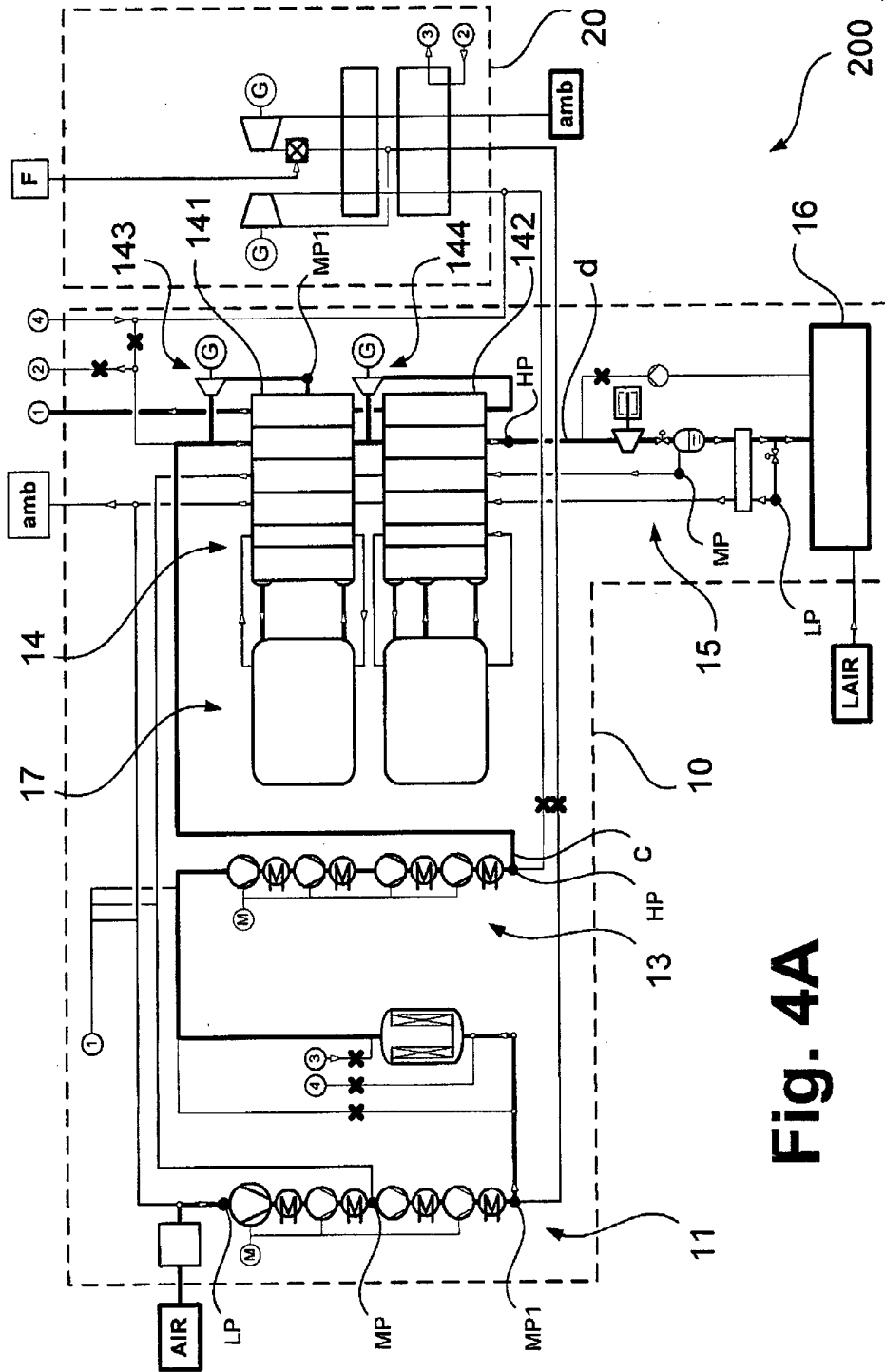


Fig. 4A

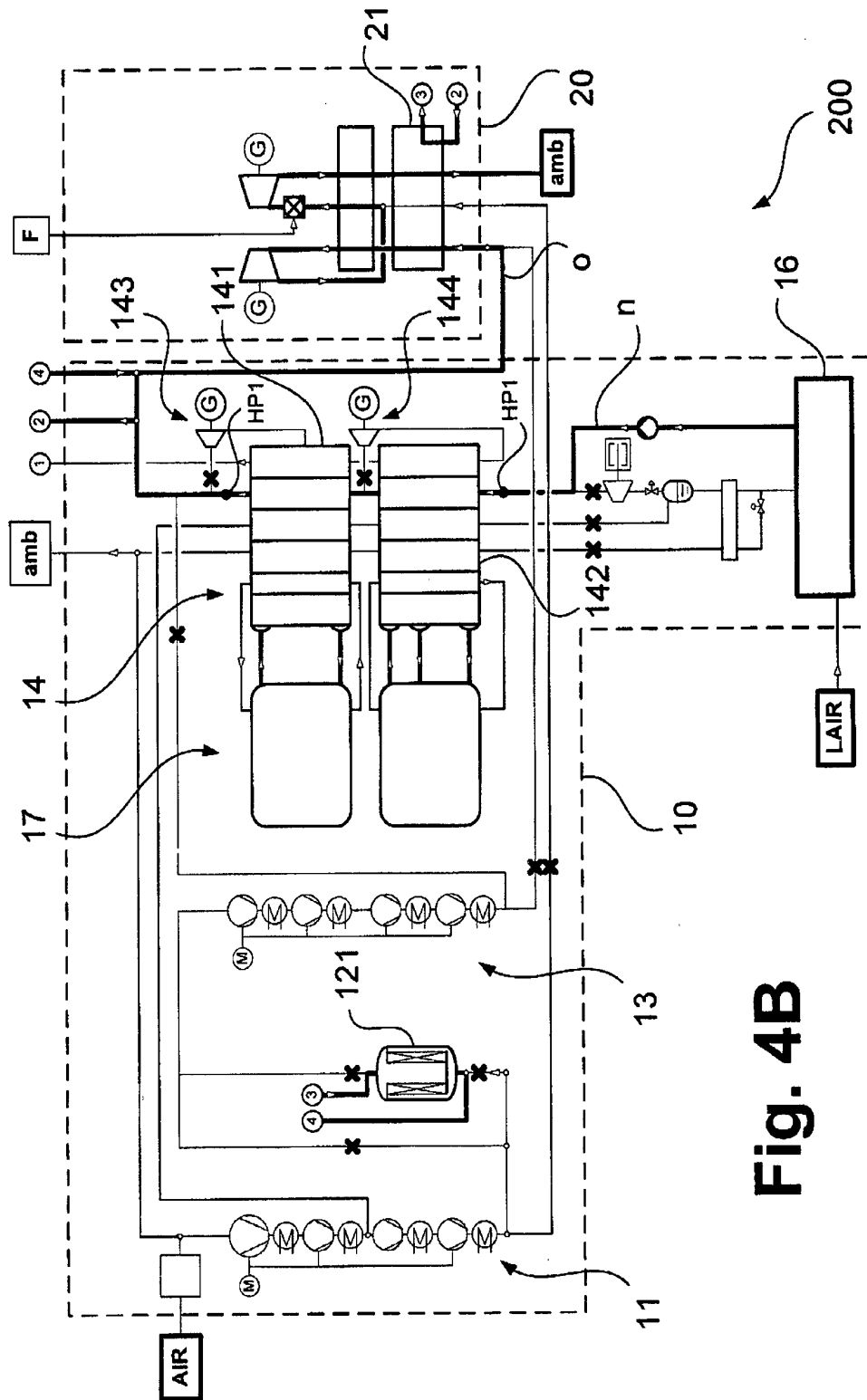


Fig. 4B

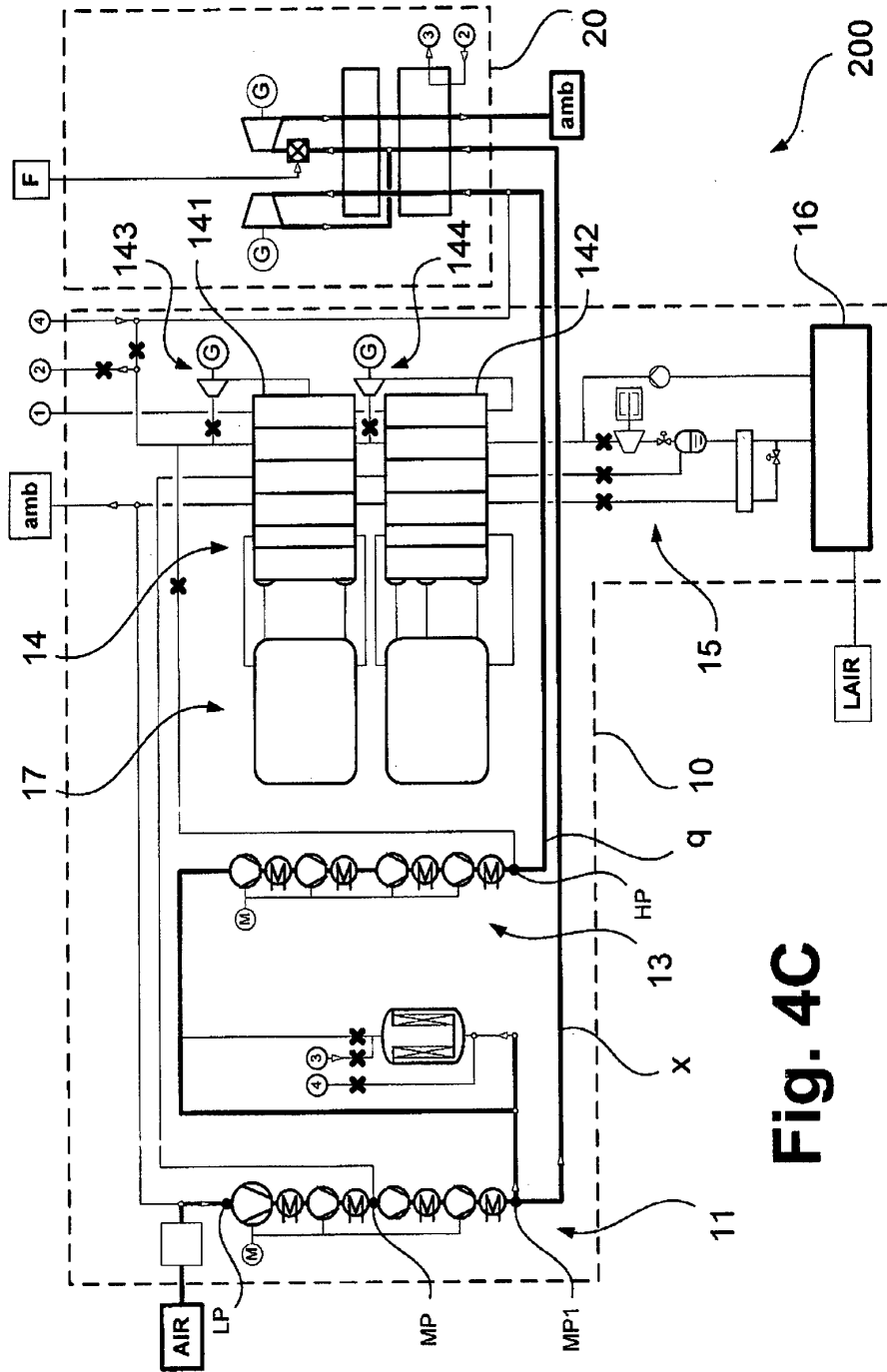


Fig. 4C

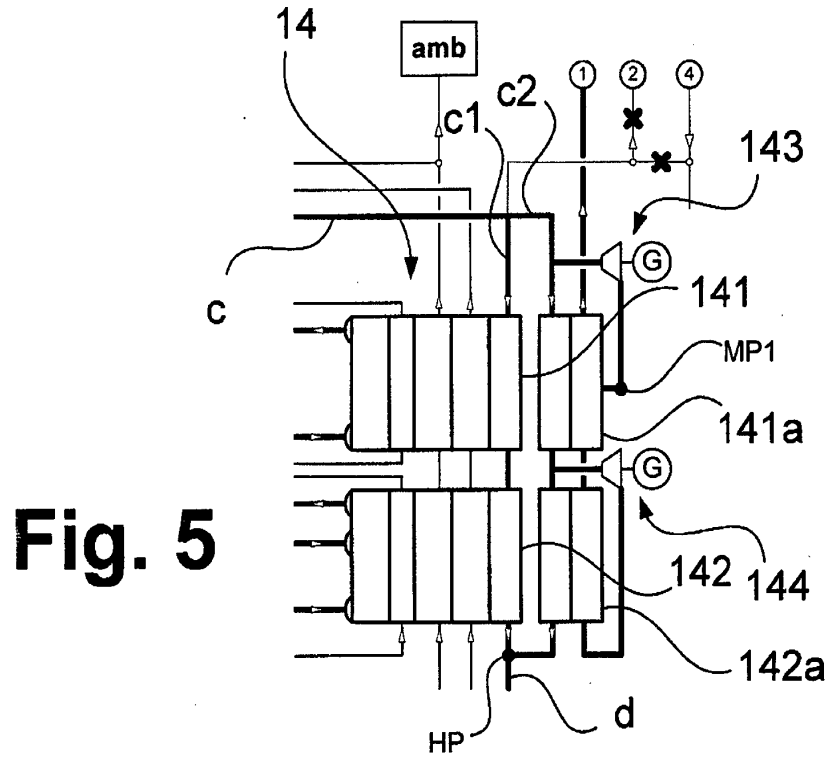


Fig. 5

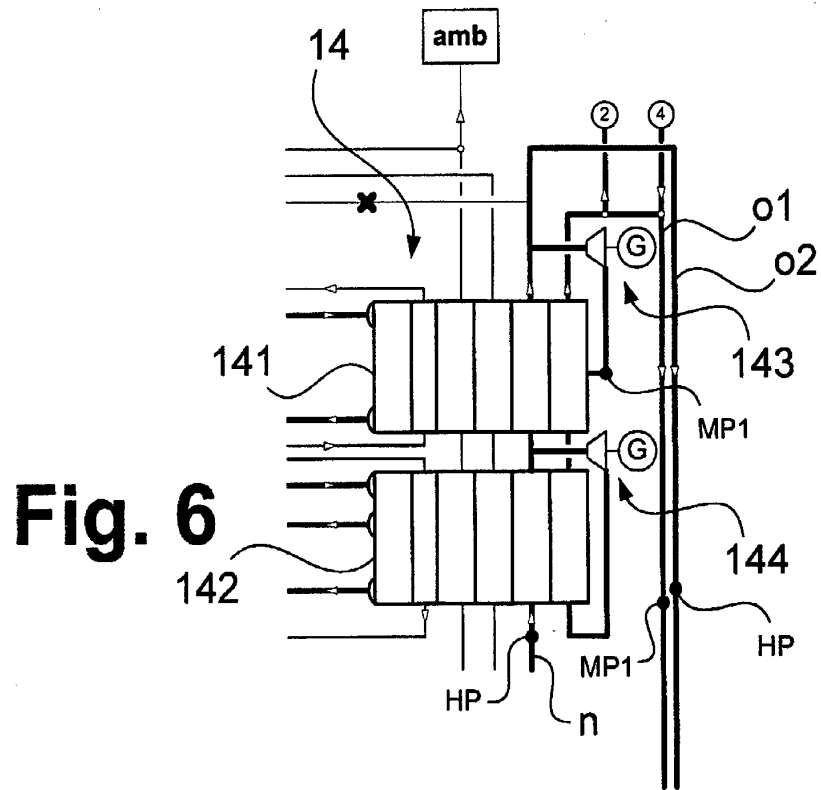


Fig. 6