

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 006 889**

51 Int. Cl.:

F17C 7/02 (2006.01)

F02M 21/02 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2020** **PCT/AT2020/060342**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2021** **WO21102489**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2020** **E 20780903 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024** **EP 4065878**

54 Título: **Sistema con al menos dos contenedores criogénicos para proporcionar un fluido**

30 Prioridad:

29.11.2019 AT 5021019 U

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

19.03.2025

73 Titular/es:

CRYOSHELTER LH2 GMBH (50.00%)

Gewerbeparkstraße 91

8143 Dobl-Zwaring, AT y

CRYOSHELTER BIOLNG GMBH (50.00%)

72 Inventor/es:

REBERNIK, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 3 006 889 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema con al menos dos contenedores criogénicos para proporcionar un fluido

5 La invención se refiere a un sistema para proporcionar un fluido, que comprende al menos un primer y un segundo contenedor criogénico para almacenar el fluido, en donde el primer contenedor criogénico tiene un volumen de contenedor que es mayor que un volumen de contenedor del segundo contenedor criogénico, y en donde el sistema comprende además una primera línea de extracción que se conecta al primer contenedor criogénico para extraer un primer flujo másico de fluido, y una segunda línea de extracción que se conecta al segundo contenedor criogénico para extraer un segundo flujo másico de fluido.

De acuerdo con el estado de la técnica, los gases licuados pueden almacenarse en contenedores ("contenedores criogénicos") para almacenarlos como combustible para un motor, por ejemplo. Los gases licuados son gases que están en estado líquido a temperatura de ebullición, de manera que la temperatura de ebullición de este fluido depende de la presión. Si tal líquido criogénico se llena en un contenedor criogénico, se crea una presión correspondiente a la temperatura de ebullición, aparte de las interacciones térmicas con el propio contenedor criogénico. Cuando se usa metano como combustible, por ejemplo, esto significa que el metano debe estar a una temperatura suficientemente alta para lograr una presión de tanque suficientemente alta para el funcionamiento del motor después de la transferencia de la estación de servicio al tanque del vehículo. Si la presión en las válvulas de inyección del motor cae por debajo del mínimo especificado, no es posible operar el motor.

Durante el funcionamiento, cuando el fluido se extrae del contenedor y se alimenta al motor, el fluido en el contenedor criogénico está, por lo tanto, a una presión de trabajo de entre 6 y 8 bar, por ejemplo. Cuando el sistema se apaga y se completa la extracción, la presión en el tanque criogénico vuelve a aumentar debido al flujo de calor hacia el fluido. Para evitar que la presión en el contenedor criogénico se vuelva demasiado alta y para evitar daños o accidentes, el contenedor criogénico está equipado con una válvula de alivio de presión que se activa a una presión predeterminada. El tiempo desde el final de la extracción a la presión de trabajo hasta que se alcanza la presión predeterminada de la válvula de alivio de presión se denomina en círculos especializados "tiempo de retención".

Si se excede el tiempo de retención, se activa la válvula de alivio de presión y el fluido se drena para evitar un aumento adicional de la presión. Sin embargo, el drenaje de fluido es tanto una pérdida económica, porque el combustible se escapa sin usar, como un problema ambiental, porque la eficiencia del almacenamiento se reduce y el metano se escapa al medio ambiente. Por lo tanto, es conveniente que el tiempo de retención del tanque criogénico sea lo más largo posible para permitir tiempos de inactividad largos.

También se conoce en el estado de la técnica montar dos tanques criogénicos en un vehículo de motor, de manera que el fluido se usa como combustible para el vehículo. Los tanques criogénicos generalmente se montan a la izquierda y a la derecha del bastidor de soporte del vehículo entre los ejes del vehículo.

Debido al diferente espacio disponible a ambos lados del vehículo, puede tener sentido usar dos contenedores criogénicos con diferentes volúmenes de contenedor, por ejemplo, un contenedor criogénico más corto y uno más largo. Sin embargo, un problema que surge aquí es que los contenedores criogénicos con diferentes volúmenes de contenedor tienen diferentes tiempos de retención. Por lo tanto, el tiempo de retención "total" del sistema se calcula a partir del contenedor criogénico con el tiempo de retención más corto.

Una solución obvia sería, por ejemplo, aislar mejor el contenedor criogénico con un volumen de contenedor más pequeño, que típicamente tiene un tiempo de retención más bajo, para reducir el flujo de calor hacia el fluido. Esto haría posible lograr contenedores criogénicos con un tiempo de retención similar. Sin embargo, esta solución es muy inflexible, ya que los contenedores criogénicos deben coincidir exactamente entre sí.

En los sistemas con dos tanques criogénicos del mismo tamaño, generalmente se toma el mismo flujo másico de ambos tanques criogénicos. Aquí también, sin embargo, las influencias externas o el ajuste incorrecto del sistema pueden dar como resultado diferentes cantidades de fluido en los dos tanques criogénicos, de modo que ambos tanques tienen un tiempo de retención diferente. Esto a su vez significa que el tiempo de retención "total" del sistema no es óptimo en todo momento.

El documento US 2018/313496 A1 describe un sistema con un primer y un segundo contenedor criogénico, de manera que los flujos másicos se controlan durante la extracción del fluido criogénico de los dos contenedores criogénicos de tal manera que los niveles de llenado de los dos contenedores criogénicos permanezcan esencialmente iguales. Si los dos niveles de llenado difieren, los niveles de llenado se ajustan mediante el cambio de los flujos másicos.

El documento DE 20 2019 103696 U1 muestra un sistema de extracción que consiste en dos contenedores de gas líquido que son del mismo tamaño. El objetivo es mantener el nivel de llenado de ambos tanques criogénicos esencialmente igual. Para este propósito, se mide el nivel de gas líquido en los tanques y se evita el retiro adicional de gas líquido del contenedor más lleno si hay una diferencia del 20 % en el nivel de gas líquido.

El documento EP 3 093 178 A1 muestra un vehículo con dos contenedores criogénicos de diferentes tamaños, aunque no se hace ninguna declaración con respecto a la extracción del fluido criogénico de los contenedores criogénicos.

Por lo tanto, la tarea de la invención es crear un sistema con al menos dos contenedores criogénicos para proporcionar un fluido que supere las desventajas mencionadas.

Este problema se soluciona mediante un sistema para proporcionar un fluido, que comprende al menos un primer y un segundo contenedor criogénico para almacenar el fluido, en donde el primer contenedor criogénico tiene un volumen de contenedor que es mayor que el volumen de contenedor del segundo contenedor criogénico, y en donde el sistema comprende además una primera línea de extracción que se conecta al primer contenedor criogénico para extraer un primer flujo másico de fluido, y una segunda línea de extracción que se conecta al segundo contenedor criogénico para extraer un segundo flujo másico de fluido, en donde el sistema comprende medios que están diseñados para formar los dos flujos másicos de diferentes tamaños, de manera que en un primer modo de operación los dos flujos másicos de fluido son de diferentes tamaños, que se conecta al segundo contenedor criogénico para extraer un segundo flujo másico de fluido, el sistema que comprende medios adaptados para hacer que los dos flujos másicos sean diferentes en tamaño de manera que en un primer modo de operación el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos converja en la extracción y/o en un segundo modo de operación el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos disminuya a una velocidad sustancialmente igual cuando son sustancialmente iguales en tamaño, donde el tiempo de retención es el período de tiempo desde el final de la extracción hasta el momento dado en el que la presión en el contenedor criogénico alcanza un valor umbral predefinido.

La solución de acuerdo con la invención resuelve el problema mencionado al principio mediante la igualación de los diferentes tiempos de retención de los contenedores criogénicos mediante la extracción del fluido de los contenedores de manera diferente. Con la solución de acuerdo con la invención, es posible aumentar el tiempo de retención del sistema general de ambos contenedores criogénicos sin realizar cambios estructurales en uno de los dos contenedores.

El primer modo de funcionamiento tiene el efecto de que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos se aproxima, de manera que el tiempo de retención del sistema general aumenta, lo que se da por el tiempo de retención más corto de los dos contenedores criogénicos. El segundo modo de funcionamiento tiene el efecto de que después de que los dos contenedores criogénicos hayan alcanzado el mismo tiempo de retención por primera vez, el tiempo de retención del sistema general disminuye lo menos posible cuando el fluido se extrae nuevamente. También es posible equipar el sistema solo con el segundo modo de funcionamiento, por ejemplo, si los dos contenedores criogénicos se llenan de tal manera que tienen el mismo tiempo de retención.

De acuerdo con la invención, los medios comprenden una unidad de control que está diseñada para controlar el primer y/o el segundo flujo másico. Como resultado, el control dinámico del tiempo de retención puede lograrse como una función del tiempo de retención actual o el nivel de llenado de los contenedores criogénicos.

Además, de acuerdo con la invención, la unidad de control comprende una unidad de cálculo que está diseñada para calcular el tiempo de retención actual del primer y/o el segundo contenedor criogénico y para controlar los flujos másicos sobre la base del tiempo de retención calculado. Esto puede hacerse, por ejemplo, midiendo un nivel de llenado actual y/o una presión actual en el contenedor criogénico para determinar el tiempo de retención actual. Un tiempo de retención calculado tiene la ventaja de que el control de los flujos másicos puede ser más preciso y, por lo tanto, puede lograrse un tiempo de retención mejorado del sistema general.

Alternativamente, la unidad de control también podría regular los flujos másicos de acuerdo con un esquema prescrito, por ejemplo, al activar la válvula de encendido/apagado antes mencionada después de un tiempo predeterminado, de manera que pueda lograrse el primer modo de funcionamiento.

En el caso de contenedores criogénicos con el mismo volumen de contenedor, la solución de acuerdo con la invención puede usarse en particular si las líneas de extracción tienen diferentes longitudes de línea o, más generalmente, diferentes pérdidas de flujo. En este caso, los medios o una unidad de control de los medios pueden controlar los flujos másicos de tal manera que se igualen las diferentes pérdidas de flujo.

Preferentemente, el primer contenedor criogénico tiene un volumen de contenedor que es mayor que el volumen de contenedor del segundo contenedor criogénico. En esta modalidad, la solución de acuerdo con la invención puede usarse particularmente preferentemente, porque el tiempo de retención de los contenedores criogénicos generalmente será diferente y no solo cuando el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos se vuelva diferente debido a circunstancias externas. En esta modalidad, es particularmente preferible si, por ejemplo, el primer modo de funcionamiento se inicia directamente después de que el tanque se haya llenado completamente - y particularmente preferiblemente después de que se haya alcanzado la presión de trabajo en los contenedores criogénicos - y el segundo modo de funcionamiento se inicia después de que se haya alcanzado un tiempo de retención igualmente grande.

Además, es ventajoso si la unidad de control está diseñada para extraer esencialmente solo fluido del primer contenedor criogénico en el primer modo de operación hasta que el tiempo de retención del primer contenedor criogénico corresponda esencialmente al tiempo de retención del segundo contenedor criogénico. En el caso más simple, esto puede lograrse mediante una válvula de encendido/apagado en la primera o segunda línea de extracción, que es accionada por la unidad de control.

Alternativamente, puede proporcionarse una mejora adicional, específicamente en que la unidad de control está diseñada para extraer esencialmente solo tal cantidad de fluido del segundo contenedor criogénico en el primer modo de operación de manera que el tiempo de retención del segundo contenedor criogénico permanezca constante, y para extraer el fluido restante del primer contenedor criogénico. Esto asegura que el tiempo de retención del segundo contenedor criogénico no disminuya mientras se extrae la mayor parte del fluido del primer contenedor criogénico.

En la última modalidad, también es preferible si el sistema está diseñado para extraer el fluido del segundo contenedor criogénico solo en estado gaseoso en el primer modo de funcionamiento. Esto significa que se tiene que extraer menos masa del segundo contenedor criogénico para mantener constante el tiempo de retención.

En todas las modalidades, es preferible que la unidad de control esté diseñada para cambiar del primer al segundo modo de funcionamiento después de que se haya alcanzado por primera vez el mismo tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos. De esta manera, se puede lograr un sistema que controle el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos de la manera más eficiente posible.

Además, se prefiere que la unidad de control esté diseñada para seleccionar entre la extracción del fluido en una fase líquida y/o la extracción del fluido en una fase gaseosa cuando el fluido se extrae del primer y/o segundo contenedor criogénico. Esto puede proporcionarse tanto para el primer como para el segundo modo de funcionamiento. En el funcionamiento normal, el fluido se extrae en la fase líquida. Sin embargo, si la presión excede la presión de trabajo deseada, el fluido puede retirarse en la fase gaseosa. Esto permite lograr una llamada función de economizador, teniendo en cuenta el tiempo de retención.

Además, puede proporcionarse preferentemente un tercer modo de funcionamiento, de manera que el sistema en el tercer modo de funcionamiento esté diseñado para formar una presión de trabajo diferente en los dos contenedores criogénicos durante el funcionamiento y para retirar el fluido solo del primer o solo del segundo contenedor criogénico. Preferentemente, el tanque criogénico más pequeño se baja a la presión de trabajo inferior y el fluido solo se extrae del tanque criogénico más grande si una salida requerida esperada del sistema está por encima de un valor umbral y el fluido solo se extrae del tanque criogénico más pequeño si la salida requerida esperada del sistema está por debajo del valor umbral. También es preferible usar un perfil de distancia de viaje esperado para determinar la potencia requerida. Estas medidas pueden aumentar aún más el contenido útil de los depósitos criogénicos, porque al reducir la presión de trabajo en uno de los depósitos criogénicos a un nivel en el que el sistema solo puede soportar una salida de motor baja, el tiempo de retención de este depósito criogénico puede extenderse.

Además, el sistema puede configurarse en un cuarto modo de funcionamiento si la presión en ambos contenedores criogénicos está entre una presión de trabajo y el dicho valor umbral, y en donde el sistema en el cuarto modo de funcionamiento está diseñado para seleccionar los dos flujos máscicos de tal manera que la presión en ambos contenedores criogénicos se reduzca a la presión de trabajo y el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos converja durante la extracción y/o aumente a una velocidad esencialmente la misma. Esto permite lograr un modo de funcionamiento que se selecciona inmediatamente después de que se inicie el sistema, es decir, en las modalidades anteriores antes del primer o segundo modo de funcionamiento. El cuarto modo de funcionamiento permite que la presión en los contenedores criogénicos se reduzca a la presión de trabajo, teniendo en cuenta el tiempo de retención.

En el cuarto modo de funcionamiento, también es preferible que el fluido solo se elimine de los contenedores criogénicos en la fase gaseosa, ya que esto permite alcanzar la presión de trabajo lo más rápido posible. Sin embargo, también puede disponerse que el fluido se elimine de uno de los contenedores criogénicos en la fase gaseosa y del otro contenedor criogénico en la fase líquida, por ejemplo, si esto ayuda a que el tiempo de retención converja más rápidamente.

Además, la unidad de control puede diseñarse para determinar el tiempo de retención actual del primer y/o segundo contenedor criogénico a partir de valores precalculados o de valores medidos durante una medición de referencia. Por ejemplo, la velocidad de extracción del fluido de los dos contenedores criogénicos puede medirse durante la extracción o simplemente puede usarse un tiempo de funcionamiento del sistema.

El sistema de acuerdo con la invención puede implementarse particularmente de manera simple en que el sistema comprende una primera válvula en la primera línea de extracción y una segunda válvula en la segunda línea de extracción, y en donde la unidad de control está diseñada para controlar las válvulas para establecer las velocidades de flujo máscico primera y segunda. Esto permite un diseño particularmente simple del sistema y, en particular, la adaptación de sistemas existentes.

En las modalidades antes mencionadas, es preferible que el sistema comprenda un dispositivo de medición que esté diseñado para medir un volumen actual del fluido y/o una presión de trabajo actual del fluido en el primer contenedor criogénico y/o en el segundo contenedor criogénico y enviarlo a la unidad de control. Esto permite determinar el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos con una precisión particular.

También es preferible que los volúmenes de contenedores se almacenen en una base de datos que pueda consultarse por la unidad de control. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, si el tiempo de retención se calcula directamente. En algunas modalidades, sin embargo, no es necesario almacenar los volúmenes de contenedor, por ejemplo, si los valores de referencia para el tiempo de retención están disponibles.

Las modalidades ventajosas y no limitativas de la invención se explican con más detalle a continuación con referencia a los dibujos.

La Figura 1 muestra un vehículo de motor sobre el que se monta el sistema de acuerdo con la invención.

La Figura 2 muestra un diagrama en el que el tiempo de retención se representa en relación con un nivel de llenado de contenedor actual de dos contenedores criogénicos diferentes.

La Figura 1 muestra un vehículo de motor 1 con un bastidor de soporte 2 y dos ejes 3, 4. Un contenedor criogénico 7, 8 se monta en cada lado 5, 6 del bastidor de soporte 2 entre los ejes 3, 4. Los contenedores criogénicos 7, 8 almacenan cada uno fluido, por ejemplo, gas natural licuado, que también es conocido por el experto como GNL ("gas natural líquido"). El fluido está presente en los contenedores criogénicos 7, 8 tanto en forma líquida como en estado gaseoso. Si los contenedores criogénicos 7, 8 se usan junto con un vehículo de motor 1, el fluido almacenado puede usarse, por ejemplo, como combustible para un motor del vehículo de motor 1. En otras modalidades, sin embargo, los contenedores criogénicos 7, 8 también podrían usarse en otras aplicaciones.

En el presente sistema 1, el primer contenedor criogénico 7 tiene un volumen de contenedor V1 que es mayor que un volumen de contenedor V2 del segundo contenedor criogénico 8. Tales configuraciones pueden ser útiles, por ejemplo, si hay disponibles diferentes cantidades de espacio de instalación en los dos lados 5, 6 del vehículo de motor 1.

Cuando el sistema 1 está en funcionamiento, la presión en los tanques criogénicos 7, 8 está entre 6 y 8 bar, por ejemplo. Esta presión puede regularse, por ejemplo, mediante el retiro de fluido o mediante un intercambiador de calor que sobresale en el contenedor criogénico respectivo. Sin embargo, tan pronto como el sistema 1 ya no esté en funcionamiento, es decir, se apague, la presión en los contenedores criogénicos 7, 8 aumenta constantemente debido a una entrada de calor constante en los contenedores criogénicos 7, 8.

Para evitar la presión excesiva en los contenedores criogénicos 7, 8 y, por lo tanto, su falla, tanto el primer contenedor criogénico 7 como el segundo contenedor criogénico 8 tienen cada uno una válvula de alivio de presión 9, 10, que se conecta directa o indirectamente al contenedor criogénico respectivo 7, 8 a través de una línea de conexión. Las válvulas de alivio de presión 9, 10 se activan a una presión predeterminada, por ejemplo 16 bar, y liberan el fluido en estado gaseoso. Típicamente, las dos válvulas de alivio de presión 9, 10 se activan a la misma presión predeterminada, aunque también es posible que se activen a diferentes presiones.

El período de tiempo desde el final de la extracción hasta un momento dado en el que la presión en el contenedor criogénico 7, 8 alcanza un valor umbral predefinido se denomina tiempo de retención. Se entiende que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 debe ser lo más alto posible, ya que el fluido omitido representa una pérdida económica y un deterioro ambiental.

El tiempo de retención del contenedor criogénico respectivo 7, 8 se calcula, entre otras cosas, a partir del volumen del contenedor V1, V2, ya que un área superficial del contenedor más grande también significa una mayor entrada de calor. Además, el tiempo de retención depende del volumen actual de fluido en el contenedor criogénico 7, 8 y la diferencia de presión entre la presión de activación de la válvula de alivio de presión respectiva 9, 10 y la presión de operación que prevalece en el contenedor criogénico respectivo 7, 8 en el momento de la terminación de la extracción. Para el cálculo del tiempo de retención, puede asumirse una temperatura ambiente predeterminada de los contenedores criogénicos 7, 8 o una entrada de calor predeterminada en los contenedores criogénicos 7, 8. Sin embargo, la relación del tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 depende solo ligeramente de la temperatura ambiente.

La Figura 2 muestra un diagrama en el que el volumen actual de fluido en relación con el volumen total del contenedor se traza en el eje horizontal y el tiempo de retención en días se traza en el eje vertical. HT1 muestra la progresión del tiempo de retención de un primer contenedor criogénico 7 con un volumen de contenedor V1 de 500 litros. HT2 muestra la progresión del tiempo de retención de un contenedor criogénico 8 con un volumen de contenedor V2 de 300 litros. Puede verse que el primer contenedor criogénico 7 con el volumen de contenedor mayor V1 tiene un tiempo de retención más largo al mismo nivel de llenado que el segundo contenedor criogénico 8 con el volumen de contenedor menor V2. En el ejemplo mostrado, se seleccionó un tiempo de retención mínimo de cuatro días.

Para extraer el fluido de los contenedores criogénicos 7, 8 para su funcionamiento, el sistema 1 comprende una primera línea de extracción 11, que se conecta al primer contenedor criogénico 7 para extraer un primer flujo másico M1 de fluido, y una segunda línea de extracción 12, que se conecta al segundo contenedor criogénico 8 para extraer un segundo flujo másico M2 de fluido.

El sistema 1 de acuerdo con la invención comprende medios 13 que están diseñados para formar los dos flujos másicos M1, M2 de diferentes tamaños. Esto se usa con el objetivo de lograr el tiempo más largo posible después de la terminación de la extracción en el que se activa una de las dos válvulas de sobrepresión 9, 10. Esto se logra si el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 es esencialmente el mismo durante la extracción.

Los medios 13 pueden, por ejemplo, diseñarse como una unidad de control 14, que controla los flujos másicos M1, M2. Esto puede lograrse, por ejemplo, a través de las válvulas 15, 16, que se disponen en cada una de las líneas de extracción 11, 12 y se controlan mediante la unidad de control 14. En modalidades alternativas, sin embargo, los medios 13 también pueden comprender solo un acelerador rígido en una de las líneas de extracción 11, 12.

Para determinar cuán grandes deben ser los flujos másicos en el primer o segundo modo de operación, la unidad de control 14 puede comprender una unidad de cálculo que está diseñada para calcular el tiempo de retención actual del primer y/o el segundo contenedor criogénico 7, 8. Para este propósito, el sistema 1 puede comprender en particular un dispositivo de medición que está diseñado para medir un volumen actual del fluido y/o una presión de trabajo actual del fluido en el primer contenedor criogénico 7 y/o en el segundo contenedor criogénico 8 y enviarlo a la unidad de control 14. Otros valores medidos también podrían medirse y enviarse a la unidad de control 14 para controlar los flujos másicos M1, M2 incluso de manera más eficiente.

Alternativamente, la unidad de control 14 también puede controlar los flujos másicos M1, M2 sin medir directamente el fluido en los contenedores criogénicos 7, 8, por ejemplo, controlando los flujos másicos M1, M2 de acuerdo con un esquema predeterminado, por ejemplo, también como una función del tiempo de retiro o un volumen de retiro esperado del fluido.

El sistema 1 puede operarse en un primer modo de operación y/o en un segundo modo de operación por medio de los medios 13 mencionados anteriormente, por medio de los cuales los flujos másicos M1, M2 pueden establecerse en diferentes tamaños. En el primer modo de funcionamiento, los flujos másicos M1, M2 se establecen de tal manera que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 convergen. En el segundo modo de funcionamiento, los flujos másicos M1, M2 pueden establecerse de manera que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 disminuya a una velocidad esencialmente la misma si los tiempos de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 son esencialmente los mismos.

En principio, podría proporcionarse que el sistema 1 solo funcione en el primer o solo en el segundo modo de funcionamiento. Si, por ejemplo, el sistema 1 solo se opera en el primer modo de operación y los flujos másicos M1 y M2 se establecen al mismo valor después de que se haya alcanzado un tiempo de retención igual, el tiempo de retención volverá a divergir. En algunos casos, sin embargo, esta divergencia puede aceptarse, por ejemplo, si se va a lograr un control simplificado. El sistema 1 también podría volver al primer modo de operación si la divergencia excede un valor umbral.

Si el sistema 1 está diseñado para funcionar tanto en el primer como en el segundo estado de funcionamiento, el sistema 1 se opera preferentemente primero en el primer estado de funcionamiento hasta que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 es esencialmente el mismo. El sistema 2 se opera después en el segundo estado de funcionamiento de manera que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 disminuye a una velocidad esencialmente igual. Si sucede que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 se desvía nuevamente, por ejemplo, debido a influencias externas, es posible volver al primer modo de operación hasta que el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos 7, 8 sea una vez más el mismo, para después volver al segundo modo de operación.

En general, el fluido se extrae en la fase líquida en el primer y/o segundo estado de operación para lograr el rendimiento más alto posible. Sin embargo, el fluido también puede retirarse en la fase gaseosa en el primer y/o segundo estado de funcionamiento, de esta manera puede lograrse una función de economizador, por ejemplo. Cuando se establecen los flujos másicos M1, M2, la unidad de control 14 también puede hacer una selección sobre si el fluido debe retirarse en la fase gaseosa o en la fase líquida para lograr un tiempo de retención convergente o constante.

Con referencia a la Figura 2, esto se explica ahora mediante el uso de un ejemplo práctico. Si ambos contenedores criogénicos 7 y 8 están llenos, el fluido solo se retiraría inicialmente del contenedor criogénico de 500 litros 7 hasta que tenga un tiempo de retención restante de 7,2 días, que corresponde al tiempo de retención del contenedor criogénico de 300 litros 8 completo. En general, sin embargo, incluso en el primer modo de funcionamiento, puede extraerse suficiente fluido, preferentemente en la fase gaseosa, del pequeño contenedor criogénico 8 para mantener la presión en él constante, de esta manera se maximiza el tiempo de retención de este contenedor criogénico 8.

Por ejemplo, un contenedor criogénico completo 7 con 500 litros contiene aproximadamente 160 kg de GNL. Un contenedor criogénico de 300 litros 8, por otro lado, contiene aproximadamente 95 kg de GNL. En el primer modo de funcionamiento, los primeros 65 kg solo se extraen del contenedor criogénico de 500 litros 7. Durante este tiempo, se extrae suficiente del tanque criogénico de 300 litros 8 para mantener la presión constante.

Si el viaje continúa después de que se hayan extraído los 65 kg de GNL, el sistema cambia al segundo modo de operación y las velocidades de extracción de los dos tanques criogénicos 7, 8 se ajustan de manera que ambos tanques criogénicos 7, 8 tengan el mismo tiempo de retención restante.

El tiempo de retención se reduce en un día si se retiran aproximadamente 18,5 kg de GNL del tanque criogénico de 500 litros 7 y se retiran aproximadamente 16,7 kg de GNL del tanque criogénico de 300 litros 8. Si esta relación de extracción se mantiene, el tanque criogénico de 500 litros 7 puede operarse por lo tanto con una cantidad residual de aproximadamente 34 kg de GNL (nivel de llenado del 13 %) y el tanque criogénico de 300 litros 8 con una cantidad residual de 42 kg (nivel de llenado del 37 %). El tiempo de retención mínimo de cuatro días se logra en estos niveles de llenado.

En total, esto da como resultado un contenido de GNL utilizable de $160 \text{ kg} - 34 \text{ kg} = 126 \text{ kg}$ para el contenedor criogénico de 500 litros 7. Para el contenedor criogénico de 300 litros 8, esto da como resultado un contenido de GNL utilizable de $95 \text{ kg} - 42 \text{ kg} = 53 \text{ kg}$. En total, el sistema 1 tiene por lo tanto un contenido de GNL utilizable de $126 \text{ kg} + 53 \text{ kg} = 179 \text{ kg}$.

Sin ajustar los flujos máscicos M1 y M2, solo pueden usarse dos veces $53 \text{ kg} = 106 \text{ kg}$ para el tiempo de retención restante de cuatro días, porque cada masa adicional extraída reduce el tiempo de retención del contenedor criogénico más pequeño 8 a menos de cuatro días.

Un aumento adicional en el contenido del contenedor criogénico utilizable puede lograrse si también se proporciona un tercer estado operativo. En este caso, el tanque criogénico más pequeño 8 puede bajarse a una presión más baja para lograr un tiempo de retención de cuatro días gracias al mayor intervalo de presión que crea. Esto es posible si el motor recibe presiones más bajas del tanque criogénico más pequeño 8 en operación de carga parcial hacia el final del viaje planificado. Para ello, debe usarse uno u otro tanque criogénico 7, 8, ya que el retiro simultáneo conduciría a la igualación de presión entre los tanques criogénicos 7, 8. Para regular de qué tanque criogénico 7, 8 se extrae el fluido, puede usarse un perfil de ruta, que puede leerse a partir de un mapa preregistrado, por ejemplo.

Si, por ejemplo, la presión del contenedor criogénico de 300 litros se reduce de 8 bar a 6 bar en el tercer modo de funcionamiento, la masa residual durante 4 días de tiempo de retención se reduce en 16 kg de 42 kg a 26 kg y la masa total utilizable aumenta de 179 kg a 195 kg.

El tercer modo de funcionamiento puede controlarse ya sea por la unidad de control 14 mencionada anteriormente o por una unidad de control separada, que puede conectarse a la unidad de control 14 mencionada anteriormente. En particular, los intercambiadores de calor que sobresalen en el contenedor criogénico respectivo 7, 8 pueden controlarse para ajustar la presión.

También podría proporcionarse un cuarto modo de funcionamiento, que se selecciona, por ejemplo, como un modo de inicio cuando la presión en uno o ambos recipientes criogénicos 7, 8 está por encima de una presión de trabajo deseada. En la técnica anterior, se extrae tanto fluido como sea posible de ambos tanques criogénicos 7, 8 para este propósito de manera que la presión de trabajo se alcance lo más rápido posible. En el presente cuarto modo de funcionamiento, los flujos máscicos M1, M2 pueden ser de diferentes tamaños en este cuarto modo de funcionamiento para alcanzar la presión de trabajo rápidamente, por un lado, pero también para lograr un tiempo de retención convergente o constante por el otro. En el cuarto modo de funcionamiento, el fluido generalmente se extrae en la fase gaseosa. Sin embargo, el fluido también podría retirarse en la fase líquida si esto ayuda a lograr un tiempo de retención convergente o constante.

En modalidades adicionales, los contenedores criogénicos 7, 8 también pueden tener el mismo volumen V1, V2. El establecimiento de diferentes flujos máscicos M1, M2 puede ser ventajoso si el nivel de llenado de los dos contenedores criogénicos es diferente, ya que esto da como resultado un tiempo de retención diferente para los dos contenedores criogénicos 7, 8. En modalidades con contenedores criogénicos 7, 8 de diferentes tamaños, generalmente no se proporciona un segundo modo de funcionamiento, es decir, el segundo modo de funcionamiento solo se proporciona en algunas modalidades si los contenedores criogénicos tienen un volumen de contenedor V1, V2 de diferentes tamaños.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) para proporcionar un fluido, que comprende al menos un primer y un segundo contenedor criogénico (7, 8) para almacenar el fluido, en donde el sistema (1) comprende una primera línea de extracción (11), que se conecta al primer contenedor criogénico (7) para extraer un primer flujo másico (M1) de fluido, y una segunda línea de extracción (12), que se conecta al segundo contenedor criogénico (8) para extraer un segundo flujo másico (M2) de fluido,
5
caracterizado porque el sistema (1) comprende medios (13) que están diseñados para formar los dos flujos másicos (M1, M2) de diferentes magnitudes, de manera que en un primer modo de funcionamiento un tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos (7, 8) convergen durante la extracción y/o en un segundo modo de funcionamiento el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos (7, 8) disminuye esencialmente a la misma velocidad si los tiempos de retención de los dos contenedores criogénicos (7, 8) son esencialmente los mismos,
10
en donde el tiempo de retención es el período de tiempo transcurrido desde un final de la extracción hasta el momento dado en el que la presión en el contenedor criogénico (7, 8) alcanza un valor umbral predefinido, en donde los medios (13) comprenden una unidad de control (14) que está diseñada para regular el primer y/o el segundo flujo másico (M1, M2), y
15
a) en donde la unidad de control (14) comprende una unidad de cálculo que está diseñada para calcular el tiempo de retención actual del primer y/o el segundo contenedor criogénico (7, 8), o
b) en donde la unidad de control (14) está diseñada para controlar los flujos másicos (M1, M2) sin mediciones directas en el fluido en los contenedores criogénicos (7, 8) de acuerdo con un esquema prescrito.
20
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer contenedor criogénico (7) tiene un volumen de contenedor (V1) que es mayor que un volumen de contenedor (V2) del segundo contenedor criogénico (8).
25
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer contenedor criogénico (7) tiene un volumen de contenedor (V1) que es del mismo tamaño que un volumen de contenedor (V2) del segundo contenedor criogénico (8), en donde las líneas de extracción (11, 12) tienen una resistencia al flujo diferente.
30
4. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de control (14) está diseñada para extraer el fluido solo del primer contenedor criogénico (7) en el primer modo de funcionamiento hasta que el tiempo de retención del primer contenedor criogénico (7) corresponda esencialmente al tiempo de retención del segundo contenedor criogénico (8).
35
5. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de control (14) está diseñada para extraer, en el primer modo de funcionamiento, sustancialmente solo tal cantidad de fluido del segundo contenedor criogénico (8) que el tiempo de retención del segundo contenedor criogénico (8) permanece constante, y para extraer el fluido restante del primer contenedor criogénico (7).
40
6. Sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el sistema (1) está diseñado para extraer el fluido del segundo contenedor criogénico (8) solo en el estado gaseoso en el primer modo de funcionamiento.
45
7. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la unidad de control (14) está diseñada para conmutar del primer al segundo modo de funcionamiento después de que se haya alcanzado por primera vez un tiempo de retención igual de los dos contenedores criogénicos (7, 8).
50
8. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad de control (14) está diseñada para seleccionar entre una extracción del fluido en una fase líquida y/o una extracción del fluido en una fase gaseosa cuando el fluido se extrae del primer y/o el segundo contenedor criogénico (7, 8).
55
9. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el sistema (1) puede establecerse en un tercer estado de funcionamiento, y en donde el sistema (1) en el tercer modo de funcionamiento está diseñado para formar una presión de trabajo diferente en los dos contenedores criogénicos (7, 8) durante el funcionamiento y para extraer el fluido solo del primer o solo del segundo contenedor criogénico (7, 8).
60
10. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el sistema (1) puede establecerse en un cuarto modo de funcionamiento cuando la presión en ambos contenedores criogénicos (7, 8) está entre una presión de trabajo y dicho valor umbral, y en donde el sistema (1) en el cuarto modo de funcionamiento está diseñado para seleccionar los dos flujos másicos (M1, M2) de tal manera que la presión en ambos contenedores criogénicos (7, 8) se reduzca a la presión de trabajo y el tiempo de retención de los dos contenedores criogénicos (7, 8) converja y/o aumente a una velocidad esencialmente igual durante la extracción.
65

11. Sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el fluido en el cuarto modo de operación se extrae de los contenedores criogénicos (7, 8) solo en la fase gaseosa.
- 5 12. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el sistema (1) comprende una primera válvula (15) en la primera línea de extracción (11) y una segunda válvula (16) en la segunda línea de extracción (12), y en donde la unidad de control (14) está diseñada para controlar las válvulas (15, 16) para ajustar el primer y segundo flujos másicos (M1, M2).
- 10 13. Sistema (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el sistema (1) comprende un dispositivo de medición que está diseñado para medir un nivel de llenado actual del fluido y/o una presión de trabajo actual del fluido en el primer contenedor criogénico (7) y/o en el segundo contenedor criogénico (8) y enviarlo a la unidad de control (14).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

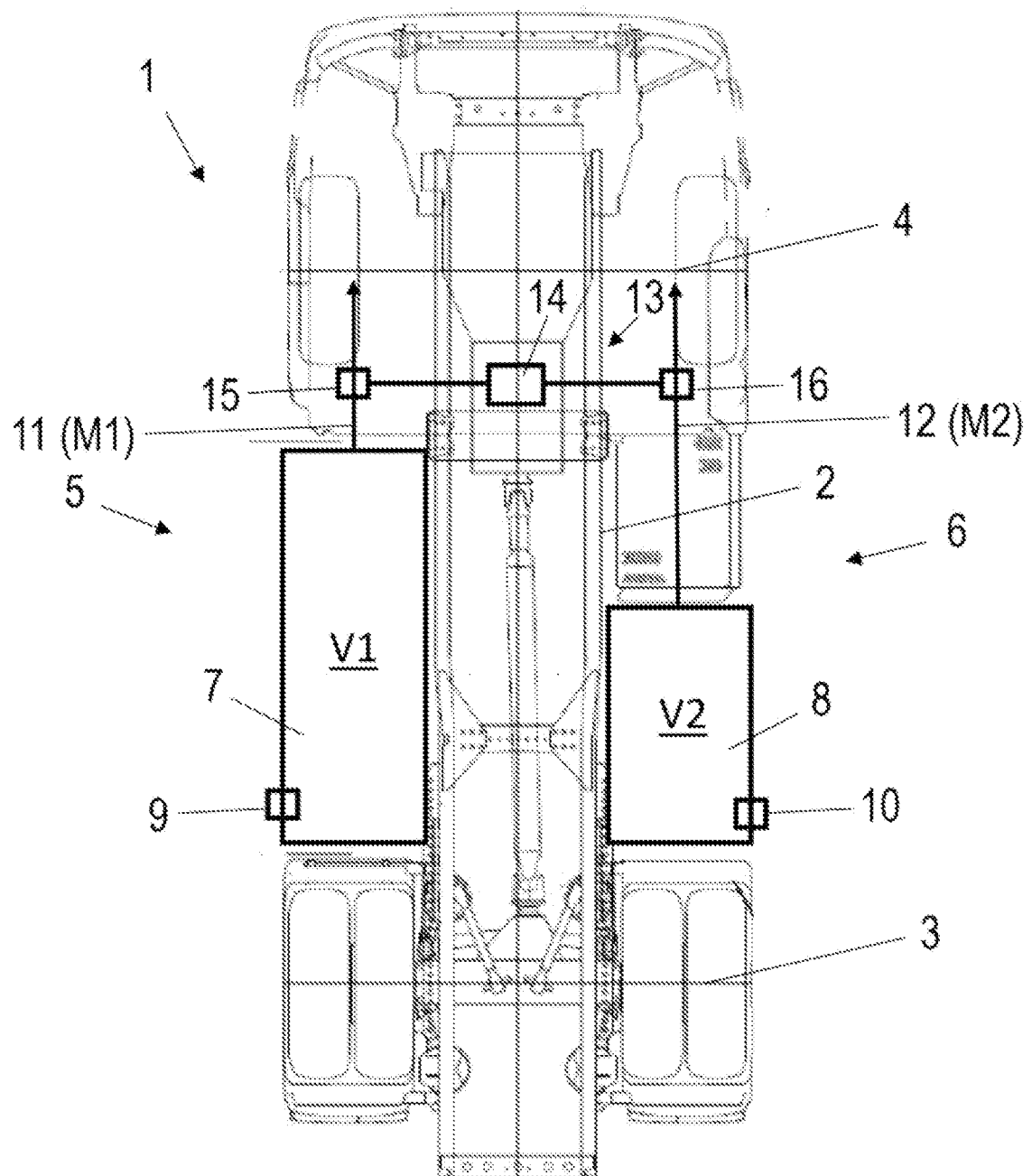


Figura 1

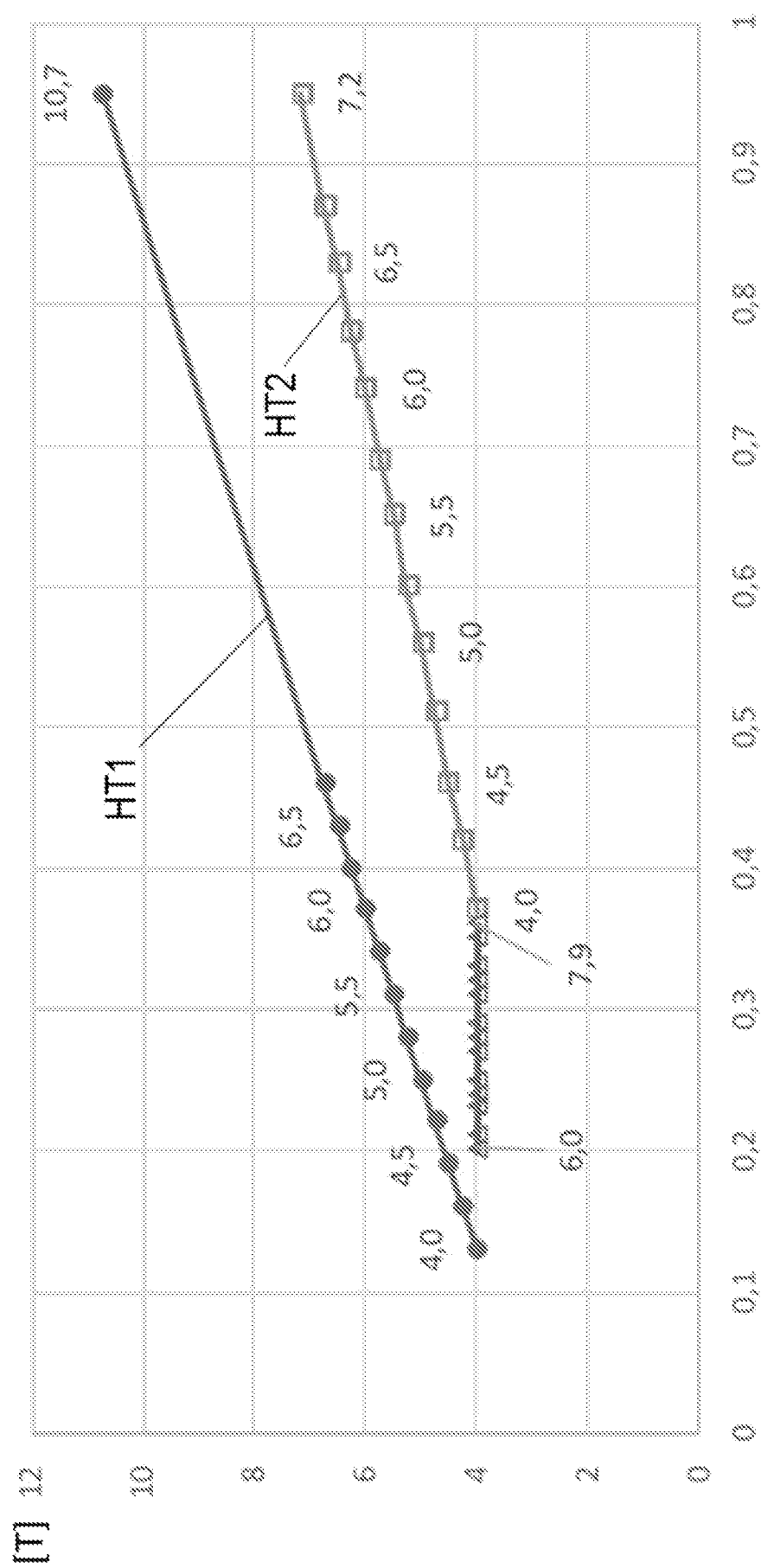


Figura 2