

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 673**

51 Int. Cl.:

**F17C 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2016** E 16166738 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019** EP 3236133

54 Título: **Sistema de tanque**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.07.2020**

73 Titular/es:

**SALZBURGER ALUMINIUM  
AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Lend 25  
5651 Lend, AT**

72 Inventor/es:

**LIND, CHRISTOPH;  
RASSER, CHRISTIAN y  
BERGER, SIMON**

74 Agente/Representante:

**CONTRERAS PÉREZ, Yahel**

**ES 2 770 673 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 de tanque

5 La presente invención se refiere a un sistema de tanque según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere también a una instalación con al menos dos de estos sistemas de tanque.

Un sistema de tanque del tipo mencionado en el preámbulo de la reivindicación 1 se describe en la solicitud WO2016/172803A1 más antigua y no publicada previamente.

10

Para aumentar el contenido de energía de portadores energéticos, gaseosos en condiciones normales, estos se comprimen y se almacenan en un depósito a presión o se enfrían a baja temperatura, se fluidifican durante esta operación y se almacenan en depósitos aislados térmicamente, los llamados depósitos criogénicos, con fines de transporte y almacenamiento. Así, por ejemplo, para el accionamiento de vehículos se almacena gas natural licuado

15

(Liquefied Natural Gas, LNG) o hidrógeno licuado como mezcla bifásica de alta densidad energética para ser utilizado más adelante, por ejemplo, en el funcionamiento de motores de combustión interna o celdas de combustible de los vehículos.

Por razones de seguridad es necesario que el conducto de alimentación, que alimenta el consumidor, se pueda

20

cerrar con una válvula de desconexión. En dependencia de la aplicación es obligatorio también muchas veces proteger todos los componentes, dispuestos en el lado del depósito de la válvula de desconexión, y la propia válvula de desconexión y el depósito criogénico contra daños del exterior. Por ejemplo, en la utilización del sistema de tanque en automóviles es obligatoria de acuerdo con la directiva ECE R110 una válvula de desconexión que se ha

25

de situar junto con el depósito criogénico dentro de la zona protegida contra daños del exterior y que desconecta esta zona respecto a todos los componentes y consumidores externos, por ejemplo, en caso de producirse tal daño o como medida preventiva al desconectarse el accionamiento del vehículo. Esta necesidad de configurar una zona particularmente protegida contra daños para alojar los componentes mencionados limita la flexibilidad del diseño y de la aplicación de los sistemas de tanque, aún más cuanto mayor sea la zona protegida a configurar, es decir, cuanto mayor sea el número de componentes a proteger.

30

La presente invención tiene el objetivo de crear un sistema de tanque y una instalación que se puedan utilizar de una manera particularmente flexible.

Según un primer aspecto de la invención, este objetivo se consigue mediante un sistema de tanque del tipo

35

mencionado al inicio que se caracteriza por que el circuito de válvula tiene para el primer conducto de extracción una válvula de retención que lo deja abierto en dirección del depósito al cerrarse en dirección del consumidor y/o por que el circuito de válvula tiene para el segundo conducto de extracción una válvula de retención que lo deja abierto en dirección del depósito al cerrarse en dirección del consumidor.

A diferencia de los sistemas de tanque convencionales, en los que el circuito de válvula está dispuesto en el lado del consumidor del elemento calefactor y, por consiguiente, el elemento calefactor se ha de alojar en la zona protegida,

40

la disposición novedosa del circuito de válvula permite situar el elemento calefactor por fuera de esta zona protegida, lo que simplifica esencialmente el diseño y reduce esencialmente el número y el tamaño de los componentes a proteger, de modo que la zona protegida puede ser también más pequeña. En el presente caso es posible también

45

suprimir una válvula de desconexión adicional, dispuesta en el lado del consumidor del elemento calefactor, porque se puede impedir completamente la alimentación del consumidor. Dado que el circuito de válvula tiene para el segundo conducto de extracción una válvula de retención que lo deja abierto en dirección del depósito al cerrarse en dirección del consumidor y/o dado que el circuito de válvula tiene para el primer conducto de extracción una válvula de retención que lo deja abierto en dirección del depósito al cerrarse en dirección del consumidor, se puede reducir

50

una sobrepresión en el conducto de alimentación, si éste se calienta, por ejemplo, durante un tiempo de parada, como resultado del retorno hacia el depósito criogénico, lo que protege el conducto de alimentación y reduce simultáneamente también las pérdidas por evaporación.

El sistema de tanque tiene preferentemente un primer conducto de extracción para gas criogénico que parte de una

55

zona superior del depósito criogénico y finaliza en el llamado conducto de alimentación. De este modo se puede extraer de manera selectiva gas criogénico del depósito criogénico, por ejemplo, al existir una presión alta en el depósito. Si alternativa o adicionalmente se debe extraer de manera selectiva líquido criogénico del depósito criogénico, es favorable entonces que el sistema de tanque tenga un segundo conducto de extracción para líquido criogénico que parte de una zona de fondo del depósito criogénico y finaliza en el conducto de alimentación

60

mencionado.

Según una realización particularmente preferida, el depósito criogénico tiene un primer sensor de presión para medir la presión de depósito, al que está conectado el circuito de válvula, pudiéndose conmutar el circuito de válvula al

menos entre el estado desconectado mencionado, un primer estado de conmutación, en el que el primer conducto de extracción está abierto y el segundo conducto de extracción está cerrado al menos en dirección del consumidor, y un segundo estado de conmutación, en el que el primer conducto de extracción está cerrado al menos en dirección del consumidor y el segundo conducto de extracción está abierto, y adoptando el circuito de válvula el primer estado de conmutación, si la presión de depósito medida es superior a un primer valor umbral predefinido, y adoptando el segundo estado de conmutación, si la presión de depósito medida es inferior al primer valor umbral.

De esta manera se puede extraer exclusivamente gas criogénico o exclusivamente líquido criogénico del depósito criogénico en dependencia de la presión de depósito. Dado que a pesar del aislamiento del depósito criogénico no se puede impedir completamente una transmisión de temperatura del exterior al depósito criogénico, la presión del depósito aumenta en, por ejemplo, 1 bar aproximadamente, por ejemplo, durante tiempos de parada, es decir, sin consumo. La presión del depósito se reduce lo más rápido posible mediante la mera extracción de gas criogénico en el primer estado de conmutación. Esto posibilita tiempos de parada más largos del sistema de tanque incluso en caso de un tiempo de funcionamiento corto del consumidor y, por tanto, menos pérdidas por evaporación que con un sistema de tanque convencional. Por la otra parte, en el segundo estado de conmutación, con una presión de depósito por debajo del valor umbral, se extrae meramente líquido criogénico del depósito criogénico con una densidad de energía esencialmente mayor y se varía así sólo mínimamente la presión de depósito.

Un diseño particularmente simple del sistema de tanque se consigue, si el circuito de válvula comprende una primera válvula de conmutación controlable que abre el primer conducto de extracción y lo cierra al menos en dirección del consumidor y una segunda válvula de conmutación controlable, separada de la misma, que abre el segundo conducto de extracción y lo cierra al menos en dirección del consumidor. En este caso se utilizan en particular válvulas de conmutación criogénicas de 2 vías con dos estados de conmutación respectivamente. Las válvulas de conmutación son preferentemente válvulas de conmutación electromagnéticas que se pueden controlar de una manera particularmente simple y fiable y permiten así un uso flexible del sistema de tanque.

En una variante particularmente ventajosa, el sistema de tanque comprende también un segundo sensor de presión, conectado al circuito de válvula, para medir una presión de alimentación, presente en el lado del consumidor, del conducto de alimentación, pudiéndose conmutar el circuito de válvula entre el estado desconectado mencionado, los estados de conmutación mencionados y un tercer estado de conmutación, en el que los dos conductos de extracción están abiertos, y adoptando el circuito de válvula el tercer estado de conmutación, si la presión de depósito medida es superior al primer valor umbral y si la presión de alimentación medida es inferior simultáneamente a un segundo valor umbral predefinido. Dado que la densidad de energía volumétrica del líquido criogénico es esencialmente más alta en comparación con el gas criogénico, por lo general, 600 veces más alta aproximadamente en el caso del gas natural licuado, la presión de alimentación puede volver a aumentar con rapidez al existir una presión de alimentación demasiado baja o descendente debido a una disminución elevada en el consumidor, reduciéndose, sin embargo, la presión de depósito debido a la extracción adicional de gas criogénico.

A fin de asegurar una reducción rápida de la presión de depósito hasta un nivel bajo es ventajoso que el primer valor umbral sea inferior a 12 bar, preferentemente inferior a 10 bar, de manera particularmente preferida de 7 bar aproximadamente a 9 bar aproximadamente.

El segundo conducto de extracción tiene preferentemente una bomba para líquido criogénico. Esto asegura la extracción de líquido criogénico de una manera completamente independiente de la presión de depósito, es decir, incluso a una presión de depósito superior a 12 bar aproximadamente o en particular inferior a 7 bar aproximadamente.

En un segundo aspecto, la invención crea una instalación con al menos dos sistemas de tanque del tipo descrito, pasando conjuntamente los conductos de alimentación de los sistemas de tanque a través de un único elemento calefactor común. Esto permite suprimir otros elementos calefactores y, por consiguiente, la instalación tiene un diseño más simple. Asimismo, mediante un control adecuado del circuito de válvula de los sistemas de tanque se puede conseguir una reducción de la presión en cada uno de los sistemas de tanque, de modo que se compensan, por ejemplo, diferencias de presión.

En relación con otras ventajas y variantes de realización de tal instalación se remite a las explicaciones anteriores del sistema de tanque.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

Fig. 1 un sistema de tanque según el estado de la técnica en forma de un esquema hidráulico simplificado;  
Fig. 2 una variante de realización de un sistema de tanque según la invención en forma de un esquema hidráulico;

Fig. 3a y 3b distintos estados de conmutación de un circuito de válvula del sistema de tanque de la figura 2 en un diagrama de estado (figura 3a) o un diagrama de presión (figura 3b);

Fig. 4 una realización general del sistema de tanque según la invención en forma de un esquema hidráulico simplificado;

5 Fig. 5 una variante del sistema de tanque de la figura 4 en forma de un esquema hidráulico simplificado; y

Fig. 6a y 6b en cada caso, una instalación con dos sistemas de tanque según el estado de la técnica (figura 6a) o según la presente invención (figura 6b).

La figura 1 muestra un sistema de tanque según el estado de la técnica en un esquema hidráulico simplificado. El sistema de tanque 1 tiene un depósito criogénico 2 de doble pared que está aislado térmicamente y en el que está alojada una mezcla bifásica 3 de gas criogénico 4 y líquido criogénico 5. Como se puede observar en la figura 1, el gas criogénico 4 de menos densidad se encuentra esencialmente en una zona superior 6 del depósito 2, partiendo de esta zona superior 6 un primer conducto de extracción 7 para gas criogénico 4, mientras que el líquido criogénico 5, más denso, se acumula en una zona de fondo 8 del depósito 2, partiendo de esta zona de fondo 8 un segundo conducto de extracción 9 para líquido criogénico 5. Los dos conductos de extracción 7, 9 finalizan en una entrada 10 en un conducto de alimentación 11. El conducto de alimentación 11 pasa a través de un elemento calefactor 12, por ejemplo, un intercambiador de calor, en el que se evapora la mezcla bifásica criogénica 3. Una válvula de conmutación 13, conectada a continuación del elemento calefactor 12 y situada, por tanto, por fuera de la zona criogénica, abre o cierra el conducto de alimentación en dirección del consumidor, por ejemplo, un accionamiento de vehículo. La válvula de conmutación 13 sirve aquí como válvula de desconexión automática y se ha de proteger especialmente, como todos los elementos situados delante, contra daños del exterior.

En el caso del gas natural licuado, el depósito criogénico 2 se encuentra bajo una presión de 7 a 10 bar aproximadamente, a la que se realiza un repostaje, y 16 bar aproximadamente, por encima de la que se produce una evaporación controlada ("boil-off") mediante válvulas de seguridad no representadas en la figura 1.

Dado que a pesar del aislamiento del depósito 2 no se puede impedir completamente una transmisión de temperatura del exterior al depósito criogénico 2, la presión de depósito en el depósito criogénico 2 aumenta en, por ejemplo, 1 bar aproximadamente por día durante tiempos de parada, es decir, sin consumo.

Para reducir rápidamente la presión en el depósito después de un tiempo de parada prolongado y mantener así las pérdidas por evaporación lo más bajas posible se debe extraer principalmente gas criogénico 4, porque esto reduce la presión del depósito esencialmente mucho más rápido que la extracción de líquido criogénico 5. En cambio, al existir una presión baja en el depósito y/o una gran demanda de potencia del consumidor se debe extraer principalmente líquido criogénico 5. A tal efecto, es conocido del estado de la técnica un llamado circuito economizador que prevé una válvula de sobrepresión 14 en el primer conducto de extracción 7 y una válvula de estrangulación 15 en el segundo conducto de extracción 9. La válvula de sobrepresión 14 abre el primer conducto de extracción 7, si la presión del depósito supera un valor umbral y, por consiguiente, se debe suministrar principalmente gas criogénico 4 al consumidor, y cierra el primer conducto de extracción 7 al no superarse el valor umbral. La válvula de estrangulación 15 reduce la presión en el segundo conducto de extracción 9 en, por ejemplo, 1 bar, para darle prioridad al gas criogénico 4 al estar abierta la válvula de sobrepresión 14 en la entrada 10 y reducir así la presión del depósito.

Sin embargo, el circuito economizador tiene la desventaja de que la válvula de estrangulación 15 reduce de manera permanente la presión en el segundo conducto de extracción 9, por lo que la presión del depósito se mantiene finalmente en, por ejemplo, 1 bar más alta que en el conducto de alimentación. La reducción de la presión del depósito se retarda también como resultado de la adición, aunque pequeña, de líquido criogénico 5 al conducto de alimentación 11, incluso al extraerse principalmente gas criogénico 4.

La figura 2, en la que los mismos números de referencia identifican las mismas partes de la figura 1, muestra una variante de realización de un sistema de tanque 16 según la invención, por ejemplo, para el combustible de un vehículo, que puede funcionar sin un circuito economizador. El sistema de tanque 16 comprende un depósito criogénico 2 que contiene una mezcla bifásica 3 de gas criogénico 4 y líquido criogénico 5. Un conjunto de válvula 17 del sistema de tanque 16 está conectado al depósito criogénico 2 o integrado al menos parcialmente en el mismo y está protegido, al igual que el propio depósito criogénico 2, contra daños del exterior para el uso en vehículos.

En el ejemplo de la figura 2, el conjunto de válvula 17 presenta respectivamente un panel de manejo 18 accesible para el usuario. El panel de manejo 18 comprende, entre otros, una boquilla de llenado 19 con un conducto de llenado 20, guiado hacia el depósito criogénico 2, con tobera pulverizadora 21 para llenar el depósito 2. Para un llenado más simple, el conducto de llenado 20 puede tener una válvula de retención 22 que bloquea contra la boquilla de llenado 19.

Un primer conducto de extracción 7 parte de la zona superior 6 del depósito 2 y extrae gas criogénico 4 del mismo. El líquido criogénico 5, que se acumula en la zona de fondo 8 del depósito 2, se extrae mediante un segundo conducto de extracción 9 que parte de aquí. En la variante representada en la figura 2, los dos conductos de extracción 7, 9 finalizan en una unión 23 en un único conducto de alimentación común 11.

5 El conducto de alimentación 11 según la figura 2, protegido óptimamente mediante una válvula de seguridad contra rotura de tubo 24, se extiende más allá del conjunto de válvula 17 y a través de un elemento calefactor 12 hasta un consumidor M, por ejemplo, un accionamiento de vehículo. El elemento calefactor 12 calienta el gas criogénico 4 o el líquido criogénico 5 en el conducto de alimentación 11 a temperatura normal aproximadamente y evapora así  
10 completamente el líquido criogénico 5. De manera opcional, el conducto de alimentación 11 en el lado del consumidor del elemento calefactor 12 puede tener un acumulador intermedio 25 y una válvula reguladora de presión 26 para una alimentación uniforme y regulada del consumidor M.

15 Para la extracción selectiva de gas criogénico 4 y/o líquido criogénico 5 del depósito criogénico 2, el sistema de tanque 16 tiene también un circuito de válvula 27. El circuito de válvula 27 puede ser, por ejemplo, una única válvula de 4 vías o una única válvula de 3 vías, en cuyo último caso, la unión 23 está integrada en la válvula de 3 vías. En el ejemplo de la figura 2, el circuito de válvula 27 comprende dos válvulas de conmutación 28, 29 controlables y separadas, específicamente una primera válvula de conmutación 28 que abre el primer conducto de extracción 7 o lo cierra al menos en dirección del consumidor M y una segunda válvula de conmutación 29, separada de la misma,  
20 que abre el segundo conducto de extracción 9 o lo cierra al menos en dirección del consumidor M.

En una variante alternativa (no representada), el segundo conducto de extracción 9 no finaliza en el conducto de alimentación 11, sino en otro conducto de alimentación, separado del mismo, que se extiende a través de otro elemento calefactor, separado del elemento calefactor mencionado 12, y alimenta el consumidor M, por ejemplo, un  
25 motor de vehículo. El primer conducto de extracción 7 alimenta mediante el conducto de alimentación 11 y el elemento calefactor 12 un consumidor separado, por ejemplo, un calefactor de estacionamiento de un vehículo, o el propio consumidor M, al igual que el otro conducto de alimentación.

30 Según las figuras 3a y 3b, el circuito de válvula 27 se puede conmutar en dependencia de una presión de depósito medida  $P_1$  del depósito 2 al menos entre un primer estado de conmutación  $S_1$ , en el que el primer conducto de extracción 7 está abierto ( $V_1=1$ ) y el segundo conducto de extracción 9 está cerrado al menos en dirección del consumidor M ( $V_2=0$ ), de modo que se extrae exclusivamente gas criogénico del depósito criogénico 2, y un segundo estado de conmutación  $S_2$ , en el que el primer conducto de extracción 7 está cerrado al menos en dirección  
35 del consumidor M ( $V_1=0$ ) y el segundo conducto de extracción 9 está abierto ( $V_2=1$ ), de modo que se extrae exclusivamente líquido criogénico 5 del depósito criogénico 2. El circuito de válvula 27 adopta el primer estado de conmutación  $S_1$ , si la presión de depósito medida  $P_1$  es superior a un primer valor umbral predefinido  $\sigma_1$ , y adopta el segundo estado de conmutación  $S_2$ , si la presión de depósito medida  $P_1$  es inferior al primer valor umbral  $\sigma_1$ . Mediante la extracción exclusiva de gas criogénico 4 en el primer estado de conmutación  $S_1$ , la presión de depósito  $P_1$  se reduce lo más rápido posible, porque el gas criogénico 4 tiene una densidad de energía volumétrica 600 veces  
40 menor aproximadamente en comparación con el líquido criogénico 5.

A fin de posibilitar también la conmutación entre el primer y el segundo estado de conmutación  $S_1$ ,  $S_2$  sin la intervención de un usuario, el sistema de tanque 16 comprende también un primer sensor de presión 30 para medir la presión de depósito  $P_1$ . El primer sensor de presión 30 está dispuesto en el interior o por fuera del depósito 2,  
45 según la figura 2, por ejemplo, en el conjunto de válvula 17 con conexión al primer conducto de extracción 7. El primer circuito de válvula 27 comprende un control 31a, por ejemplo, un interruptor de presión mecánico o un sistema electrónico de control que está conectado al primer sensor de presión 30, recibe la presión de depósito  $P_1$  o sus valores de medición y en dependencia de esto controla el circuito de válvula 27 o la primera y la segunda válvula de conmutación 28, 29.  
50

Opcionalmente, el circuito de válvula 27 se puede conmutar entre los estados de conmutación mencionados  $S_1$ ,  $S_2$  y un tercer estado de conmutación  $S_3$ , estando abiertos en el tercer estado de conmutación  $S_3$  los dos conductos de extracción 7, 9 ( $V_1=1$ ;  $V_2=1$ ). Como muestra la figura 3b, el circuito de válvula 27 adopta el tercer estado de conmutación  $S_3$ , si la presión de depósito  $P_1$  medida es superior al primer valor umbral  $\sigma_1$  y si una presión de  
55 alimentación  $P_2$  en el lado del consumidor en el conducto de alimentación 11 es inferior simultáneamente a un segundo valor umbral predefinido  $\sigma_2$ . Para la medición de la presión de alimentación  $P_2$ , por ejemplo, en el acumulador intermedio 25, y para la conmutación sin la intervención de un usuario, el sistema de tanque 16 puede tener un segundo sensor de presión 32 conectado al circuito de válvula 27.

60 Las figuras 3a y 3b muestran los tres estados de conmutación  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  durante el funcionamiento del sistema de tanque 16, es decir, durante la alimentación del consumidor M. Por consiguiente, en caso de una segunda presión de alimentación  $P_2$  que supera el segundo valor umbral  $\sigma_2$  y una presión de depósito  $P_1$  que supera simultáneamente el primer valor umbral  $\sigma_1$ , se extrae exclusivamente gas criogénico 4 del depósito criogénico 2

(primer estado de conmutación  $S_1$ ). Si la presión de alimentación  $P_2$  disminuye a partir de lo anterior por debajo del segundo valor umbral  $\sigma_2$ , porque el consumidor M tiene una gran necesidad de alimentación, el circuito de válvula 27 abre adicionalmente el segundo conducto de extracción 9, de modo que al conducto de alimentación 11 llega adicionalmente líquido criogénico 5 para evaporarse en el elemento calefactor 2 y ser suministrado al consumidor M (tercer estado de conmutación  $S_3$ ). En cambio, si la presión de depósito  $P_1$  cae, ya sea a partir del primer estado de conmutación  $S_1$  o del tercer estado de conmutación  $S_3$ , por debajo del primer valor umbral  $\sigma_1$ , el circuito de válvula 27 cierra el primer conducto de extracción 7 y abre el segundo conducto de extracción 9 o lo mantiene abierto (segundo estado de conmutación  $S_2$ ) y viceversa en cada caso. Esto se aplica igualmente si el consumidor separado mencionado se alimenta con ayuda del primer conducto de extracción 7, en cuyo caso, el primer conducto de extracción se cierra al existir una presión de depósito  $P_1$  que cae por debajo del primer valor umbral  $\sigma_1$  (segundo estado de conmutación  $S_2$ ).

El circuito de válvula 27 se puede conmutar también entre los estados de conmutación mencionados  $S_1$  y  $S_2$  o  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  (si está previsto) y un estado no representado en las figuras 3a y 3b, en el que los dos conductos de extracción 7, 9 están cerrados al menos en dirección del consumidor M. Este cuarto estado de conmutación corresponde entonces a una desconexión del depósito 2 con el conjunto de válvula 17, por ejemplo, porque el consumidor M no tiene necesidad o por razones de seguridad debido a un daño del exterior, por ejemplo, un accidente del vehículo.

Si el sistema de tanque 16 se utiliza para gas natural licuado (Liquefied Natural Gas, LNG), el primer valor umbral  $\sigma_1$  es, por ejemplo, inferior a 12 bar, preferentemente inferior a 10 bar, de manera particularmente preferida de 7 aproximadamente a 9 bar aproximadamente, para reducir la presión de depósito  $P_1$  lo más rápido posible a este nivel. Si el depósito criogénico 2 está configurado para alojar otra mezcla bifásica criogénica 3, el primer valor umbral  $\sigma_1$  se define según las necesidades.

El circuito de válvula 27 tiene opcionalmente también para el primer y/o el segundo conducto de extracción 7, 9 una válvula de retención 33, 34 que deja abierto el respectivo conducto de extracción 7, 9 en dirección del depósito 2 al cerrarse en dirección del consumidor M. De este modo, un posible aumento de la presión en el conducto de alimentación 11 se redirige al depósito criogénico 2, por ejemplo, durante tiempos de parada, sin producirse pérdidas por evaporación. En el ejemplo de la figura 2, tal válvula de retención 33 o 34 está integrada respectivamente en la primera válvula de conmutación 28 y la segunda válvula de conmutación 29; alternativamente, al menos una de las válvulas de retención 33, 34 podría estar dispuesta también en un conducto separado de derivación de la primera o la segunda válvula de conmutación 28, 29 o del circuito de válvula 27.

En otra variante opcional, el segundo conducto de extracción 9 tiene, por ejemplo, en la zona de fondo 8 del depósito 2 o en otro punto, una bomba 35 para el transporte seguro de líquido criogénico 5 desde el depósito criogénico 2 hasta el segundo conducto de extracción 9 al existir también una presión de depósito  $P_1$  baja, por ejemplo, inferior a 7 bar aproximadamente. Para no generar durante esta operación una situación de sobrepresión en el segundo conducto de extracción 9, si el mismo está cerrado mediante el circuito de válvula 27, el segundo conducto de extracción 9 tiene en el ejemplo de la figura 1 una válvula de sobrepresión 36 opcional que está situada delante del circuito de válvula 27, es decir, en el lado del depósito. La válvula de sobrepresión 36 está montada en el conjunto de válvula 17, aunque podría estar dispuesta alternativamente también, por ejemplo, en el interior del depósito 2, y podría desembocar en cada caso en el exterior. Sin embargo, la válvula de sobrepresión 36 finaliza preferentemente en un conducto que se dirige hacia el depósito criogénico 2, tratándose en este caso de un conducto de vaciado 37, separado y opcional, del depósito 2. El conducto de vaciado 37 une la zona de fondo 8 del depósito 2 al panel de manejo 18, en el que está prevista una válvula de cierre manual 38 para vaciar manualmente el depósito 2.

En la realización según la figura 2, el primer conducto de extracción 7 tiene también una válvula de retención 39 opcional que impide una entrada de líquido criogénico 5 en el primer conducto de extracción 7 y, por tanto, un transporte de cortocircuito desde la bomba 35 a través del segundo conducto de extracción 9, del punto de unión 23 y del primer conducto de extracción hasta el depósito criogénico 2. Según la figura 2, la válvula de retención 2 está situada entre el punto de unión 23 y el circuito de válvula 27 o la primera válvula de conmutación 28. Sin embargo, la válvula de retención 39 podría estar dispuesta alternativamente también en el lado del depósito del circuito de válvula 27 o de la primera válvula de conmutación 28.

La figura 4 muestra el caso general del sistema de tanque con el depósito criogénico 2, que aloja la mezcla bifásica 3 de gas criogénico 4 y líquido criogénico 5, el conducto de alimentación 11 que alimenta el consumidor M desde al menos un conducto de extracción, es decir, el primer conducto de extracción 7 que parte del depósito criogénico 2 y/o el segundo conducto de extracción 9 que parte del depósito criogénico 2, y el elemento calefactor 12, a través del que pasa el conducto de alimentación 11. El circuito de válvula 27 está dispuesto en el conducto de alimentación 11 o en el al menos un conducto de extracción 7, 9, pero en cualquier caso en el lado del depósito del elemento calefactor 12. El circuito de válvula 27 se controla eléctricamente mediante un control eléctrico 31b de tal modo que éste conecta o desconecta el al menos un conducto de extracción 7, 9, es decir, en caso de que ambos conductos

de extracción 7, 9 finalicen en el conducto de alimentación 11, estos dos conductos de extracción 7, 9, o el conducto de alimentación 11 y posibilita o impide así la alimentación del consumidor M. El propio control 31b está conectado a un sensor, por ejemplo, un interruptor de llave S de una cerradura de encendido o un sensor de impacto de un vehículo, que influye en el control 31b.

5

La figura 5 muestra una variante de realización del sistema de tanque 16 con primeros y segundos conductos de extracción 7, 9 que forman, como en el ejemplo de la figura 1, un circuito economizador con válvula de sobrepresión 14 y válvula de estrangulación 15, en el que, sin embargo, a diferencia de la figura 1, el circuito de válvula 27, configurado en este caso como una única válvula de conmutación electromagnética, está dispuesto en el lado del depósito del elemento calefactor 12 en el conducto de alimentación 11.

En relación con las figuras 2, 3a, y 3b se explican arriba en detalle variantes alternativas, según las que el circuito de válvula 27 o las válvulas de conmutación 28, 29 están dispuestos en el primer y/o el segundo conducto de extracción, así como otros estados de conmutación  $S_1$ ,  $S_2$  y/o  $S_3$  en dependencia de la presión de depósito  $P_1$  y/o la presión de alimentación  $P_2$ .

Según las figuras 6a y 6b, dos o más sistemas de tanque 1, 16 se pueden unir y pueden alimentar conjuntamente a un consumidor M. Dado que, según el estado de la técnica (figura 4a), el elemento calefactor 12 ha de estar dispuesto dentro de la zona protegida por las válvulas de desconexión 13 de acuerdo con la directiva ECE R110 para vehículos, en el estado de la técnica es posible interconectar dos sistemas de tanque 1 sólo en el intervalo de temperatura normal, es decir, en el lado del consumidor de los elementos calefactores 12, lo que requiere múltiples elementos calefactores 12.

A diferencia de lo anterior, el circuito de válvula 27 del sistema de tanque 16 según la invención posibilita una desconexión de protección en la zona criogénica, de modo que dos o más sistemas de tanque 16, según la invención, se unen para formar una instalación 40 en un punto de unión 41 situado en el lado del depósito del elemento calefactor 12. Los conductos de alimentación 11, unidos de esta manera, se pueden extender entonces a través de un único elemento calefactor común 12.

Es evidente que el sistema de tanque 16 puede disponer de otros componentes, como muestra a modo de ejemplo la figura 2. La presión de depósito  $P_1$  se puede indicar, si se desea, en una pantalla 42, por ejemplo, en el panel de manejo 18. El conducto de alimentación 11 puede disponer también de una válvula de cierre 43, por ejemplo, manual, en el panel de manejo 18. Además, un conducto de ventilación opcional 44 con manguito de conexión 46 y válvula de cierre 45 se podría extender hasta el panel de manejo 18.

35

Por razones de seguridad pueden estar previstas también, por ejemplo, en el primer conducto de extracción 7 una válvula de evaporación 47 que en caso de utilizarse LNG se abre, por ejemplo, al existir una presión de depósito  $P_1$  de 16 bar, y opcionalmente una válvula de evaporación de emergencia 48 que se abre, por ejemplo, al existir una presión de depósito  $P_1$  de 22 bar.

40

El elemento calefactor 12 puede ser en cada caso un intercambiador de calor que se alimenta con el calor residual del motor de vehículo mediante una barra de conexión 49 del sistema de tanque 16. La barra de conexión 49 puede soportar también un manguito de conexión 50 para conectar el consumidor M, por ejemplo, el motor de vehículo, al conducto de alimentación 11. La barra de conexión 49 permite también conectar las válvulas de evaporación y/o de evaporación de emergencia 47, 48 a un sistema de escape (Vent Stack) 51 del vehículo.

45

Un control de motor (Engine Control Unit, ECU) 52 del vehículo puede estar conectado mediante la barra de conexión 49 al sistema de tanque 16, al conjunto de válvula 17 o al circuito de válvula 27, por ejemplo, a un sensor de nivel de llenado 53 en el depósito criogénico 2, al circuito de válvula 27, a la primera y la segunda válvula de conmutación 28, 29 y/o al primer y al segundo sensor de presión 30, 32.

50

El control de motor 52 puede asumir también el control de la primera y la segunda válvula de conmutación 28, 29 o del circuito de válvula 27, es decir, el control eléctrico 31b y/o el control 31a del circuito de válvula 27 pueden formar parte del control de motor 52.

55

La invención no está limitada a las realizaciones representadas, sino que incluye todas las variantes, combinaciones y modificaciones comprendidas en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

## 1. Sistema de tanque que comprende

- 5 un depósito criogénico (2) para alojar una mezcla bifásica (3) de gas criogénico (4) y líquido criogénico (5), un conducto de alimentación (11) para alimentar un consumidor (M) desde al menos un conducto de extracción (7, 9) que parte del depósito criogénico (2), un elemento calefactor (12), a través del que pasa el conducto de alimentación (11), un circuito de válvula (27) controlable eléctricamente para la conexión y la desconexión controladas de la alimentación del consumidor (M),
- 10 un control eléctrico (31b) que controla el circuito de válvula (27), un primer conducto de extracción (7) para gas criogénico (4), que parte de una zona superior (6) del depósito (2) y finaliza en el conducto de alimentación mencionado, y un segundo conducto de extracción (9) para líquido criogénico (5), que parte de una zona de fondo (8) del depósito (2) y finaliza en el conducto de alimentación mencionado,
- 15 estando dispuesto el circuito de válvula (27) entre el depósito criogénico (2) y el elemento calefactor (12), **caracterizado por que** el circuito de válvula (27) tiene una válvula de retención (33) para el primer conducto de extracción (7), que lo deja abierto en la dirección del depósito (2) al cerrarse en la dirección del consumidor (M) y/o por que
- 20 el circuito de válvula (27) tiene una válvula de retención (34) para el segundo conducto de extracción (9), que lo deja abierto en la dirección del depósito (2) al cerrarse en la dirección del consumidor (M).

2. Sistema de tanque según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el depósito criogénico (2) tiene un primer sensor de presión (30) para medir la presión de depósito ( $P_1$ ), al que está conectado el circuito de válvula (27),
- 25 pudiéndose conmutar el circuito de válvula (27) al menos entre el estado desconectado mencionado, un primer estado de conmutación ( $S_1$ ), en el que el primer conducto de extracción (7) está abierto y el segundo conducto de extracción (9) está cerrado al menos en la dirección del consumidor (M), y un segundo estado de conmutación ( $S_2$ ), en el que el primer conducto de extracción (7) está cerrado al menos en la dirección del consumidor (M) y el segundo conducto de extracción (9) está abierto, y
- 30 adoptando el circuito de válvula (27) el primer estado de conmutación ( $S_1$ ) si la presión de depósito ( $P_1$ ) medida es superior a un primer valor umbral ( $\sigma_1$ ) predefinido, y adoptando el segundo estado de conmutación ( $S_2$ ) si la presión de depósito ( $P_1$ ) medida es inferior al primer valor umbral ( $\sigma_1$ ).

3. Sistema de tanque según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el circuito de válvula (27) comprende una primera válvula de conmutación (28) controlable que abre el primer conducto de extracción (7) y lo cierra al menos en la dirección del consumidor (M), y una segunda válvula de conmutación controlable (9), separada de la misma, que abre el segundo conducto de extracción (9) y lo cierra al menos en la dirección del consumidor (M).

4. Sistema de tanque según la reivindicación 3, **caracterizado por que** las válvulas de conmutación (28, 29) son
- 40 válvulas de conmutación electromagnéticas.

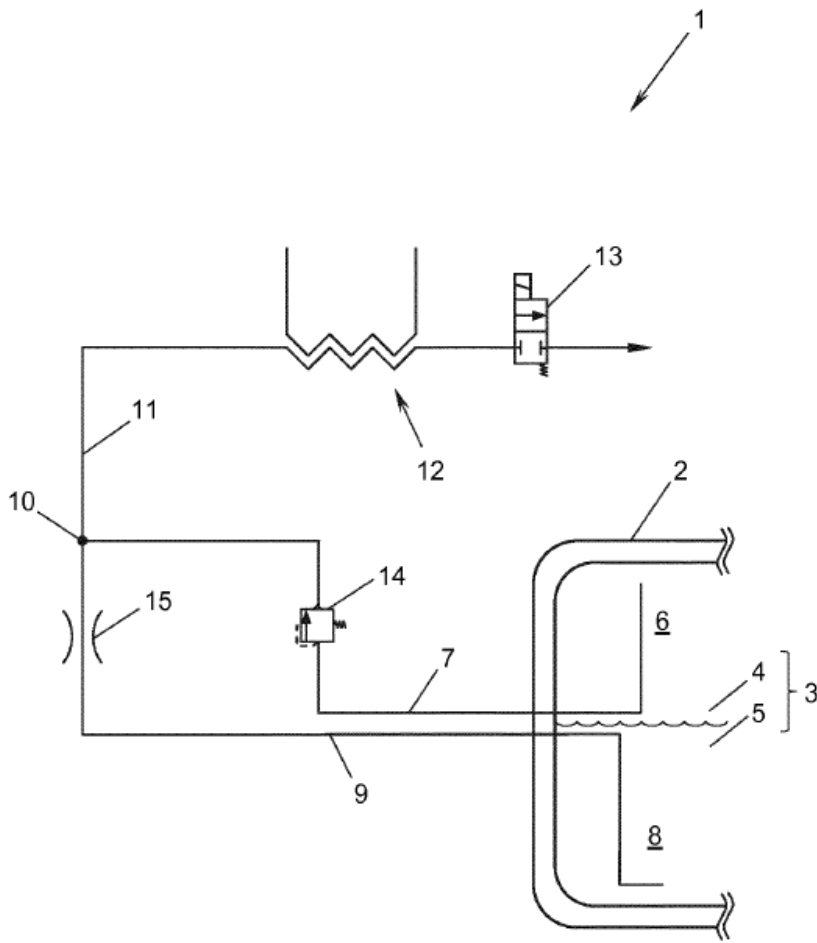
5. Sistema de tanque según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por** un segundo sensor de presión (32), conectado al circuito de válvula (27), para medir una presión de alimentación ( $P_2$ ), presente en el lado del consumidor, del conducto de alimentación (11),
- 45 pudiéndose conmutar el circuito de válvula (27) entre el estado desconectado mencionado, los estados de conmutación mencionados ( $S_1$ ,  $S_2$ ) y un tercer estado de conmutación ( $S_3$ ), en el que los dos conductos de extracción (7, 9) están abiertos, y adoptando el circuito de válvula (27) el tercer estado de conmutación ( $S_3$ ) si la presión de depósito ( $P_1$ ) medida es superior al primer valor umbral ( $\sigma_1$ ) y simultáneamente la presión de alimentación ( $P_2$ ) medida es inferior a un
- 50 segundo valor umbral predefinido ( $\sigma_1$ ).

6. Sistema de tanque según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado por que** el primer valor umbral ( $\sigma_1$ ) es inferior a 12 bar, preferentemente inferior a 10 bar, de manera particularmente preferida de entre 7 bar aproximadamente y 9 bar aproximadamente.

7. Sistema de tanque según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el segundo conducto de extracción (9) tiene una bomba (35) para líquido criogénico (5)

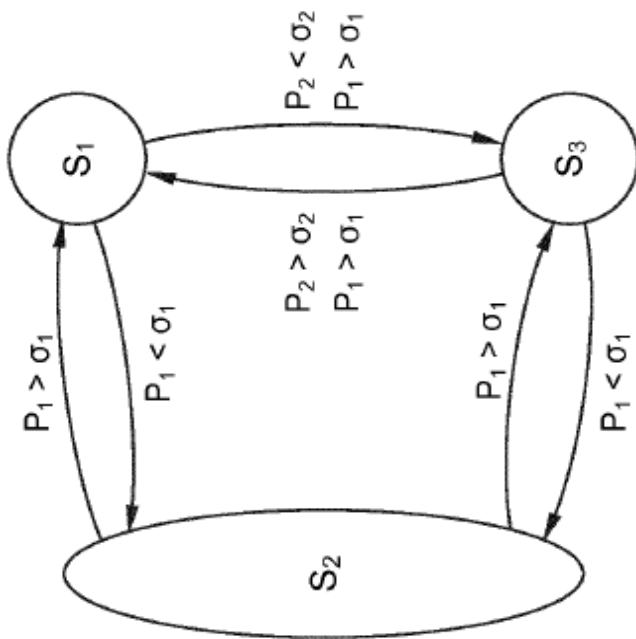
8. Instalación con al menos dos sistemas de tanque según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que**
- 60 los conductos de alimentación (11) de los sistemas de tanque (16) pasan conjuntamente a través de un único elemento calefactor común (12).



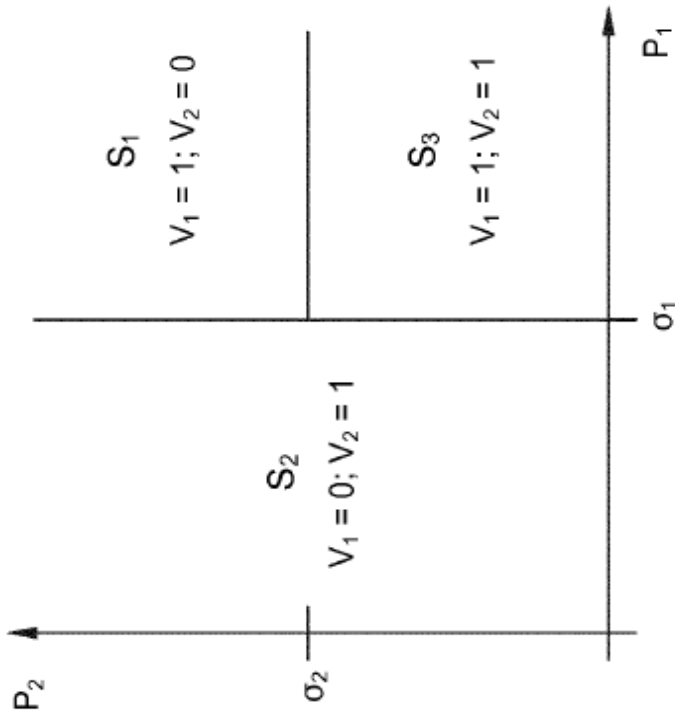


**Fig. 1**  
(Estado de la técnica)

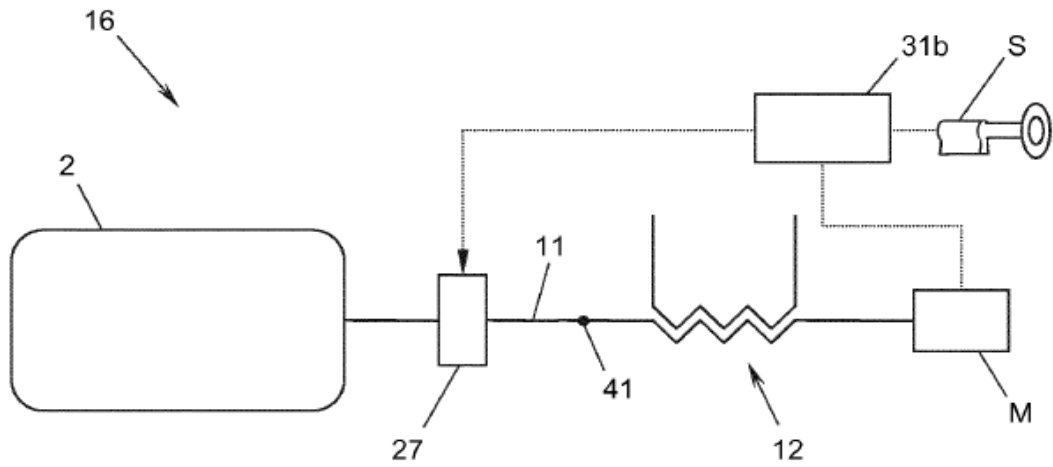




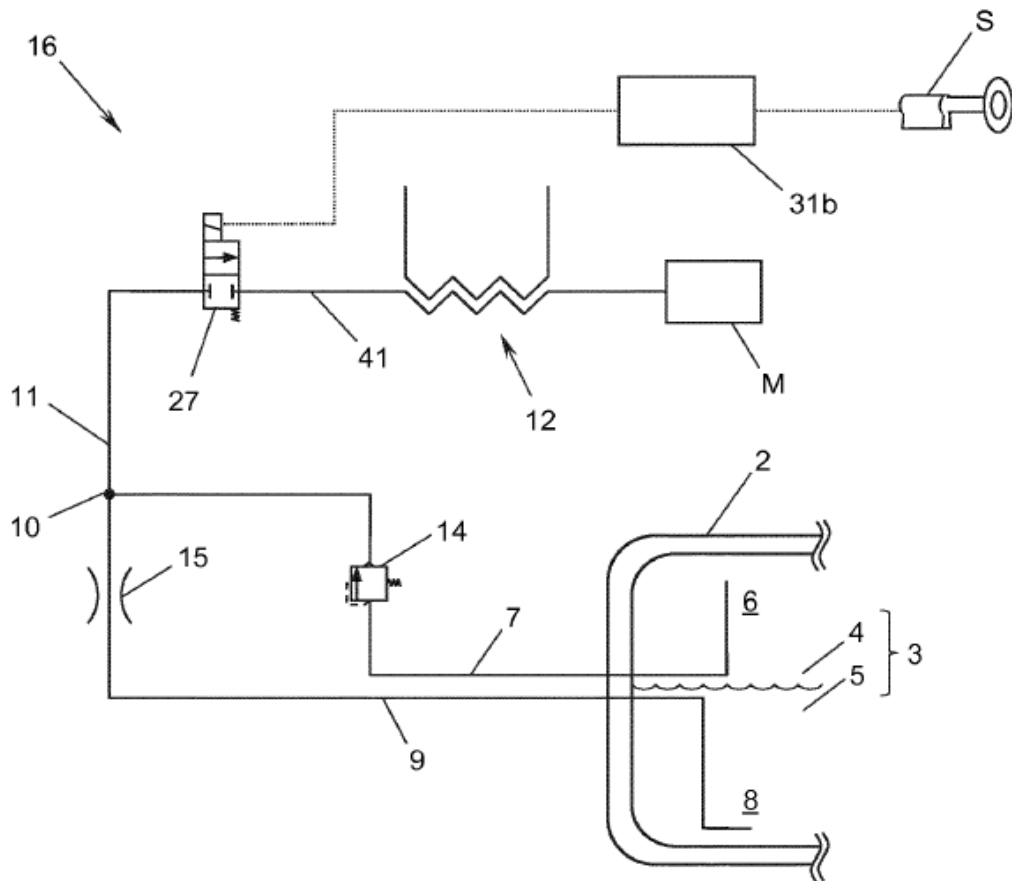
**Fig. 3a**



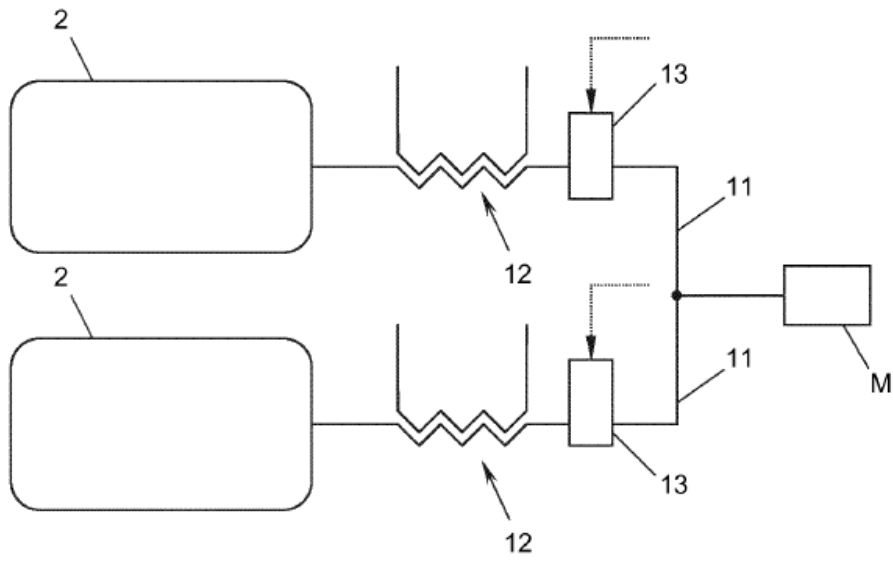
**Fig. 3b**



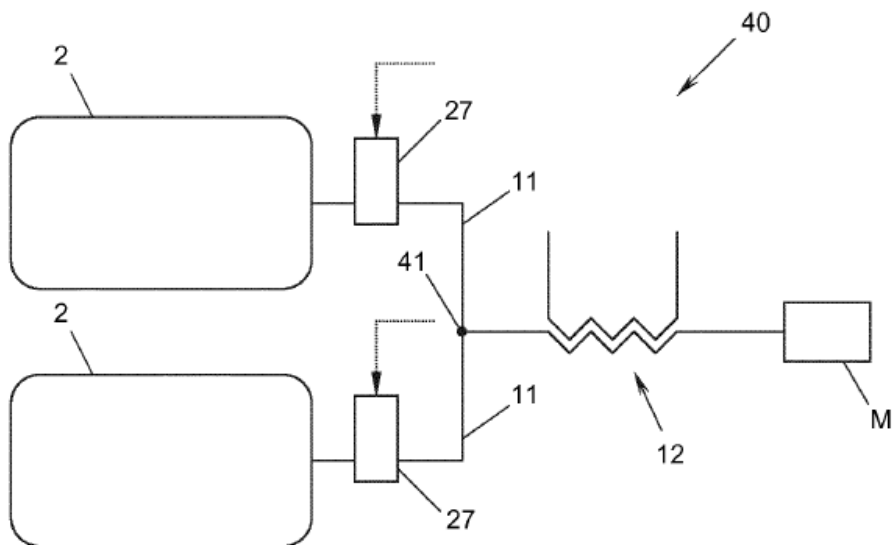
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6a**  
(Estado de la técnica)



**Fig. 6b**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden  
5 excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- 10 • WO2016172803 A1 [0002]