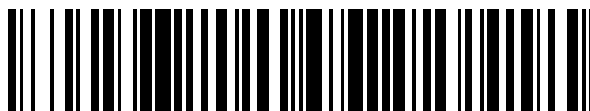


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 835**

51 Int. Cl.:

**F17C 7/04** (2006.01)

**F17C 13/08** (2006.01)

**F17C 13/02** (2006.01)

**F17C 13/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2013 E 13728108 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2815168**

54 Título: **Dispositivo para el suministro de gas**

30 Prioridad:

**16.05.2012 US 201261647556 P**

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

**16.02.2016**

73 Titular/es:

**TGE MARINE GAS ENGINEERING GMBH (50.0%)  
Mildred-Scheel-Strasse 1  
53175 Bonn, DE y  
TECHNISCHE HOCHSCHULE KÖLN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KALSBACH, ANNETTE;  
KLICK, THOMAS;  
HAARMANN-KÜHN, HANS-CHRISTIAN y  
SCHEURING, RAINER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 559 835 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**

Dispositivo para el suministro de gas

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para el abastecimiento a un consumidor de gas desde un almacenamiento de gas licuado criogénico, especialmente gas natural líquido (GNL). Se trata, principalmente, de consumidores que utilizan gas combustible, por ejemplo, motores. Sin embargo, también se consideran otros consumidores, por ejemplo, aquellos que necesitan gas de barrido. En cualquier caso, los consumidores esperan que se les conduzca el gas con una presión que va a mantenerse de manera exacta y fijada por el consumidor, la cual varía temporalmente, dependiendo del estado de funcionamiento del consumidor, y, a este respecto, también puede experimentar modificaciones repentinas. Del mismo modo, la cantidad temporal del gas requerido, es decir, la corriente de masa del gas, normalmente no es constante, sino que depende de la carga del consumidor.
- 10
- Consumidores típicos para los que se tiene en cuenta la invención son motores diésel para propulsiones de buques o más pequeños, centrales energéticas que producen electricidad que se accionan alternativamente con gas, y en la manera en que en cada ciclo de trabajo en el cilindro, adicionalmente al gasóleo, al denominado aceite piloto, se introduce una cantidad determinada de gas a alta presión. La demanda de gas de estos motores cambia rápidamente en determinadas circunstancias. La presión requerida depende del respectivo rendimiento del motor y para el GNL está normalmente entre 15 y 30 MPa. Resultan especialmente pronunciadas e inesperadas las modificaciones en la presión y corriente de masa cuando en un grupo de consumidores, por ejemplo, en un grupo de centrales energéticas, un consumidor o motor falla completamente de manera repentina, por ejemplo, por una desconexión de emergencia. El dispositivo, el cual provee de gas a tales consumidores, debe poder cumplir con tales modificaciones.
- 15
- 20
- 25 Un planteamiento para la solución de este problema consiste en que una gran cantidad de gas evaporado, es decir, gaseoso, a alta presión orientada en la presión máxima del consumidor esté a disposición permanentemente para poder compensar las fluctuaciones de consumo. No obstante, esta manera de proceder es muy costosa en razón de la seguridad, porque, por principio, una gran cantidad de gas que se encuentra a alta presión resulta peligrosa.
- 30 Otro planteamiento de solución consiste en que el gas todavía en estado líquido se presione mediante una bomba, a este respecto, con respecto a la corriente de masa realmente necesitada, se tome el excedente del tanque de almacenamiento y el subconjunto no necesitado respectivamente se vuelva a llevar de nuevo al tanque de almacenamiento. Puesto que el gas líquido también se calienta, en este caso, por el aumento de presión, el calor se introduce permanentemente en el almacenamiento de gas licuado criogénico con la consecuencia de que se intensifica la formación indeseada de gas de vapor de escape, el denominado gas evaporado, en el tanque de almacenamiento. Debido al ascenso de presión unida a ello en el tanque de almacenamiento, que no está diseñado para alta presión, esto representa una fuente de peligro problemática especialmente en la borda de un barco.
- 35
- Si se prescinde de tener a disposición cantidades de tampón de gas que se encuentra a presión, y se intenta cumplir los requisitos del consumidor de presión y corriente de masa del gas suministrado solamente con los medios habituales de técnica de regulación, se llega rápidamente a sus límites. La regulación es o demasiado lenta para poder imitar un ascenso de presión o descenso de presión que transcurre en poco tiempo, es decir, en pocos segundos, o tiende a oscilaciones de regulación incontroladas de la presión del gas.
- 40
- 45 Por el documento US-A-4 887 857 se conoce un sistema de llenado para fluidos criogénicos en la que se minimiza la pérdida de medio. Esto se consigue por medio de un controlador dirigido por ordenador que controla dependiendo de los valores de temperatura y de presión medidos las válvulas y los compresores.
- Con el dispositivo de acuerdo con la invención, que está definido en la reivindicación 1, se logra mantener de manera precisa la presión del gas depositado en el consumidor de manera correspondiente al perfil de requisitos del consumidor, incluso en consumidores complicados, por ejemplo, motores diésel/gas, con requisitos muy elevados de precisión estática y dinámica de la presión del gas.
- 50
- En el dispositivo de acuerdo con la invención, se lleva al principio, de una manera conocida en sí, el gas todavía líquido a alta presión y después, en el estado de alta presión, por ejemplo, por aporte de calor por un intercambiador de calor, se evapora, es decir, se convierte al estado gaseoso. Están previstos dos reguladores, de los cuales un primer regulador regula la presión del gas depositado en el consumidor por una válvula reguladora de presión en dirección de corriente detrás del evaporador, mientras que un segundo regulador regula la presión del gas delante de la válvula reguladora de presión y detrás de la bomba de alta presión aprovechada para el aumento de presión al ajustar la corriente de masa del gas transportado por la bomba de alta presión. En el dispositivo de acuerdo con la invención, esta corriente de masa está ahora influida no solo por la magnitud de ajuste del segundo regulador, sino también adicionalmente por la magnitud de ajuste del primer regulador que actúa sobre la válvula reguladora de presión después del evaporador.
- 55
- 60
- 65 Con el ajuste de la corriente de masa del gas es equivalente un ajuste de la corriente de volumen del gas, porque las dos magnitudes son proporcionales entre sí a la densidad, más precisa que la densidad aparente de la masa del

gas, en el lugar del ajuste como factor de proporcionalidad.

Medios preferentes para la combinación de las magnitudes de ajuste de los dos reguladores están caracterizados en las reivindicaciones 2, 3 y 4. La corriente de masa depende preferentemente, así, de una suma de las dos magnitudes de ajuste, opcionalmente con una limitación de la suma correspondiente al margen de señal admisible de la instalación de ajuste para la corriente de masa, y opcionalmente además con una influencia individual de la magnitud de ajuste del primer regulador de acuerdo con una función de transmisión determinada, preferentemente dinámica, por lo que se emplea conjuntamente la magnitud de ajuste para el ajuste de la corriente de masa.

El ajuste de la corriente de masa se realiza de acuerdo con la reivindicación 6 preferentemente por el número de revoluciones que determina la corriente de masa de la bomba de alta presión, al prever para el accionamiento de la bomba de alta presión un motor eléctrico junto con un regulador del número de revoluciones asignado comercial que utiliza la combinación de las dos magnitudes de ajuste para el ajuste del número de revoluciones.

La ampliación del dispositivo de acuerdo con la invención de acuerdo con la reivindicación 7 no tiene la finalidad de posibilitar un funcionamiento "excedente" permanente del dispositivo. Más bien, este perfeccionamiento tiene en cuenta la circunstancia de que las bombas de alta presión habituales tienen un límite de corriente de masa inferior, por debajo del cual ya no funcionan de manera satisfactoria. Así, hay una corriente de masa más pequeña del gas a la que la bomba no puede descender. El tercer regulador entra en acción normalmente solo al empezar a abrir la segunda válvula reguladora de presión asignada a él y, con ello, posibilitar un retorno del gas líquido en el tanque de almacenamiento cuando el consumidor demanda una corriente de masa que es tan escasa que está por debajo del valor mínimo de la bomba de alta presión.

El segundo y el tercer regulador pueden tener respectivamente un captador de presión propio, pero preferentemente están conectados a un mismo captador de presión. En principio, no es determinante si este está dispuesto en dirección de corriente delante o detrás del evaporador. En el ejemplo de realización preferente, el captador de presión registra la presión del gas líquido antes del evaporador.

Los valores teóricos caracterizados en las reivindicaciones 6 y 8 son válidos para el funcionamiento regular del dispositivo de acuerdo con la invención. Sin embargo, también se tienen en cuenta otras interpretaciones, que sea duradero o para casos excepcionales determinados, por ejemplo, en una desconexión de emergencia del consumidor, una desconexión de gas rápida o una modificación muy rápida de la presión del gas en la salida del dispositivo.

El dispositivo de acuerdo con la invención se utiliza preferentemente en la borda de barcos para el abastecimiento de la propulsión del barco de gas natural (GNL), y especialmente cuando la propulsión del barco comprende denominados motores MEGI, que se accionan en la manera ya descrita con gasóleo y gas. Estos motores requieren que se les ponga a disposición el GNL en la entrada a una presión fijada con elevada precisión. Estos valores de presión pueden variar considerablemente en un amplio rango de presión; son, normalmente, de 15 a 30 MPa. El dispositivo de acuerdo con la invención está, a este respecto, en condiciones de seguir exactamente también gradientes de rampas de presión rápidos. Esto se logra en el dispositivo de acuerdo con la invención, aunque las corrientes de masa exigidas por el motor de barco pueden ser completamente distintas independientemente del requisito de presión.

Más recientemente, se discute además sobre propulsiones de barco con motores que queman el GLP (gas licuado clásico con los componentes principales propano, propeno, butano, buteno, isobutano y/o isobuteno). En ese medio el nivel de presión necesario es aún considerablemente más elevado que en el GNL; se eleva hasta 60 MPa. Para esto, las temperaturas más bajas no son tan bajas como en el GNL, de manera que la problemática del gas evaporado es menos pronunciada. Aún así, también en este caso se prefiere el dispositivo de acuerdo con la invención a los dispositivos conocidos para el abastecimiento del motor de barco correspondiente de gas.

A continuación está explicada con más detalle la invención mediante un ejemplo de realización preferente. La única Figura muestra un diagrama de flujo del proceso de un dispositivo según la invención.

En un tanque de almacenamiento 1 se encuentra gas natural líquido (GNL). Al tanque de almacenamiento 1 está conectada por una tubería de extracción 2 una bomba de alta presión 3, la cual se acciona por un motor eléctrico 4. Una tubería de conexión 5 conduce desde la salida de la bomba de alta presión a un evaporador 6. Desde el evaporador 6 conduce una tubería de salida 7 a un consumidor 8, en este caso, en forma de un motor diésel, que puede accionarse adicionalmente con gas a alta presión. En la salida de la bomba de alta presión está conectado además un amortiguador 9.

La bomba de alta presión 3 accionada por el motor eléctrico 4 toma gas licuado criogénico del tanque de almacenamiento 1 y lo somete a alta presión. El amortiguador 9, un depósito lleno parcialmente de gas líquido y parcialmente de gas evaporado espontáneamente, amortigua las oscilaciones de presión que se producen, a este respecto, en el gas licuado. Desde la bomba de alta presión 3, el gas licuado llega por la tubería 5 al evaporador 6. Este comprende de manera no mostrada en detalle un intercambiador de calor, por medio del cual el gas licuado se

calienta y, a este respecto, se evapora. El gas evaporado que es, así, gaseoso y, a este respecto, tiene presión generada por la bomba de alta presión 3, llega por la tubería de salida 7 al motor diésel/gas 8.

5 En la tubería de salida 7 está insertada una válvula reguladora de presión 10, que se ajusta por un primer regulador 11. El regulador 11 registra mediante un captador de presión 12 como magnitud de regulación la presión del gas en dirección de corriente detrás de la válvula reguladora de presión 10 y forma de esto así como de un valor teórico SP1 fijado de manera externa la magnitud de ajuste para la válvula reguladora de presión 10.

10 Un segundo regulador 15 registra por un captador de presión 16 como magnitud de regulación la presión del gas líquido en la tubería de conexión 5 y forma de esto así como de un valor teórico SP2 fijado de manera externa una magnitud de ajuste a la que llega una entrada de un sumador 17. La magnitud de ajuste del primer regulador 11 llega a la otra entrada del sumador 17 por un elemento de transmisión 13. El elemento de transmisión 13 modifica esta magnitud de ajuste, por lo que se le conduce al sumador 17 conforme a una función de transmisión dinámica realizada en el elemento de transmisión, la cual puede adaptarse a las proporciones individuales del dispositivo.

15 A la salida del sumador 17 está conectado por un limitador 18 un regulador del número de revoluciones 19 para el motor eléctrico 4. El limitador 18 limita la suma de las dos magnitudes de ajuste formada en el sumador 17 al margen de señal admisible del regulador del número de revoluciones 19. El regulador del número de revoluciones 19 está formado, por ejemplo, como convertidor de frecuencia que ajusta por la frecuencia de la corriente de alimentación  
20 conducida al motor eléctrico 4 el número de revoluciones del motor eléctrico conforme a la suma limitada de las dos magnitudes de ajuste por los reguladores 11 y 15 y, con ello, también la corriente de masa del gas licuado extraída por la bomba de alta presión 3.

25 A la tubería de conexión 5 está conectada, por último, otra segunda válvula reguladora de presión 20, cuya salida está en contacto con el tanque de almacenamiento 1 por una tubería de retorno 22. Cuando se abre la válvula reguladora de presión 20, el gas licuado puede fluir por la tubería de retorno 22 de vuelta al tanque de almacenamiento 1. La válvula reguladora de presión 20 se pone en funcionamiento por la magnitud de ajuste de un tercer regulador 21, que conserva como magnitud de regulación por el captador de presión 16 como el regulador 15  
30 la presión del gas licuado detrás de la bomba de alta presión 3 y de ello, así como de un valor teórico SP3 fijado de manera externa, forma la magnitud de ajuste para la válvula reguladora de presión 20.

35 Normalmente, el valor teórico SP2 del segundo regulador 15 es mayor que el valor teórico SP1 del primer regulador 11 y el valor teórico SP3 del tercer regulador 21 es de nuevo mayor que el valor teórico SP2 del segundo regulador 15.

40 Los reguladores 11 y 15 ajustan conjuntamente la presión del gas evaporado, que llega al motor diésel/gas 8. El tercer regulador 21 se ocupa de una reducción de la presión del gas en la salida de la bomba de alta presión 3 cuando se ha conseguido el número de revoluciones límite inferior de la bomba de alta presión 3 y, por eso, por influencia solo de la bomba la presión no puede descender más.

45 El primer regulador 11 está realizado como regulador PI habitual en el sector, ajustado para parametrización rápida, elevado factor de amplificación y pequeña constante de tiempo de integración.

El segundo regulador 15 está efectuado como regulador PID industrial con las funciones adicionales habituales y funciona como regulador P. Lo mismo vale para el tercer regulador 21.

Los siguientes son valores típicos para presión, temperatura y corriente de masa del gas así como el número de revoluciones de la bomba de alta presión para dos casos de carga.

50 1) Caso de carga 25 %:

Presión:

55 0,54 MPa antes de la bomba de alta presión  
20,3 MPa después de la bomba de alta presión  
20,2 MPa después del evaporador  
17,4 MPa antes del motor diésel/gas

Temperatura:

60 -157 °C antes de la bomba de alta presión  
-145 °C después de la bomba de alta presión  
50 °C después del evaporador

65 Corriente de masa:

650 kg/h tubería de retorno 22  
1140 kg/h tubería de salida 7

Número de revoluciones:

5  
150 m<sup>-1</sup>

2) Caso de carga 85 %:

10 Presión:

0,54 MPa antes de la bomba de alta presión  
29,1 MPa después de la bomba de alta presión  
15 28,9 MPa después del evaporador  
27,8 MPa antes del motor diésel/gas

Temperatura:

20 -157 °C antes de la bomba de alta presión  
-141 °C después de la bomba de alta presión  
50 °C después del evaporador

Corriente de masa:

25 3580 kg/h tubería de salida 7

Número de revoluciones:

30  
300 m<sup>-1</sup>

3. Calidad de reglaje

35 En un dispositivo de acuerdo con el ejemplo de realización, las desviaciones máximas de la presión y de la corriente de masa del gas de los valores teóricos exigidos ascendieron a menos del 1 % de manera estacionaria y a menos del 5 % de manera dinámica.

40 La prueba de la calidad de reglaje dinámica se basó en dos casos, a saber, un incremento de potencia al consumidor del 0 al 100 % en el plazo de dos minutos y una disminución de potencia al consumidor (como simulación de una desconexión de emergencia) del 100 % al 0 % en el plazo de diez segundos.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el suministro de gas desde un tanque de almacenamiento (1), que contiene el gas como gas licuado criogénico en forma evaporada, con presión regulada a al menos un consumidor (8) cuyos requisitos en cuanto a la presión y la corriente de masa del gas varían considerablemente, con una bomba de alta presión (3) conectada al tanque de almacenamiento (1) para el gas licuado, la cual extrae gas licuado desde el tanque de almacenamiento (1) y aumenta la presión del gas licuado, con una instalación de ajuste (19) para el ajuste de la corriente de masa del gas licuado transportado por la bomba de alta presión (3), con un evaporador (6) que sigue a la bomba de alta presión (3) para el gas licuado de presión aumentada, con una válvula reguladora de presión (10) que sigue al evaporador (6) para el gas evaporado, en cuya salida puede conectarse el consumidor (8), **caracterizado por** un primer regulador (11), cuya magnitud de regulación es la presión del gas evaporado detrás de la válvula reguladora de presión (10) y cuya magnitud de ajuste actúa sobre la válvula reguladora de presión (10), **por** un segundo regulador (15), cuya magnitud de regulación es la presión del gas entre la bomba de alta presión (3) y la válvula reguladora de presión (10) y cuya magnitud de ajuste actúa sobre la instalación de ajuste (19) para la corriente de masa y **por** medios (17) para la combinación de las magnitudes de ajuste de los dos reguladores (11; 15), de tal manera que la magnitud de ajuste del primer regulador (11) actúa adicionalmente sobre la instalación de ajuste (19) para la corriente de masa.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, con un sumador (17) antepuesto a la instalación de ajuste (19) para la corriente de masa para la magnitud de ajuste del primer regulador (11) y la magnitud de ajuste del segundo regulador (15).
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, con un limitador de señal (18) para las dos magnitudes de ajuste que mantiene su suma en el margen de señal admisible de la instalación de ajuste (19) para la corriente de masa.
4. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3, con un elemento de transmisión (13) cuya función de transmisión modifica la magnitud de ajuste del primer regulador (11), en la medida en que actúa sobre la instalación de ajuste (19) para la corriente de masa.
5. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4, en el cual el valor teórico (SP2) del segundo regulador (15) es mayor que el valor teórico (SP1) del primer regulador (11).
6. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 o 5, con un motor (4) para el accionamiento de la bomba de alta presión (3), cuyo número de revoluciones determina la corriente de masa del gas licuado transportado por la bomba de alta presión (3), y con un regulador del número de revoluciones (19) para el motor como instalación de ajuste para la corriente de masa.
7. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 o 6, con una segunda válvula reguladora de presión (20) que sigue a la bomba de alta presión (3), en cuya salida está conectada una tubería de retorno (22) que lleva al tanque de almacenamiento (1) para el gas licuado, y con un tercer regulador (21), cuya magnitud de regulación es la presión del gas licuado antes de la segunda válvula reguladora de presión (20) y cuya magnitud de ajuste actúa sobre la segunda válvula reguladora de presión (20).
8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual el valor teórico (SP3) del tercer regulador (21) es mayor que el valor teórico (SP2) del segundo regulador (15).
9. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en el cual el segundo regulador (15) y el tercer regulador (21) están conectados a un captador de presión (16) común para la magnitud de regulación.
10. Uso del dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, para el suministro de gas como segundo combustible o combustible alternativo a un motor diésel marino o a un grupo de motores diésel marinos.

