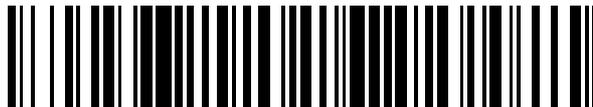


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 295**

51 Int. Cl.:

F17C 9/00 (2006.01)

F17C 7/00 (2006.01)

F17C 6/00 (2006.01)

F17C 5/00 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

F17C 5/06 (2006.01)

F17C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2009 E 09153260 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2093475**

54 Título: **Método de llenado de compresor y aparato**

30 Prioridad:

20.02.2008 US 34284

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

21.04.2014

73 Titular/es:

**AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)
7201 HAMILTON BOULEVARD
ALLENTOWN, PA 18195-1501, US**

72 Inventor/es:

**FARESE, DAVID JOHN y
COHEN, JOSEPH PERRY**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 456 295 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

Método de llenado de compresor y aparato

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y un método para el llenado de un recipiente, tal como un tanque de combustible, con un gas comprimido, tal como hidrógeno, de forma segura durante un período de tiempo mínimo sin sobrecalentar el recipiente.

10 Se espera que el hidrógeno gaseoso suplante a los combustibles de hidrocarburos líquidos, tales como gasolina y diesel, como combustible de elección para automóviles, camiones y autobuses debido a su ventaja ambiental obvia. El hidrógeno experimenta combustión de forma limpia y no produce gases de efecto invernadero tales como CO y CO₂ como sub-productos de combustión.

15 Las consideraciones prácticas asociadas al almacenamiento a gran escala y el suministro de combustible de hidrógeno gaseoso para vehículos a motor presenta diferentes problemas a partir de los asociados con la manipulación de combustibles líquidos debidos a la naturaleza del hidrógeno. Un problema, que todavía no se ha abordado de forma satisfactoria, es el llenado de tanques de combustible de diferente capacidad, diferente presión y diferente espacio vacío con hidrógeno gaseoso de forma segura, durante un período de tiempo comparable con el tiempo necesario para llenar un tanque de combustible de capacidad energética comparable con un combustible líquido.

25 La seguridad demanda que un tanque no se llene demasiado rápido para evitar el sobrecalentamiento. Adicionalmente, cualquier carga de un tanque con gas comprimido provoca que el gas del interior del tanque se caliente, aumentando su presión, a un volumen fijo. El aumento de la temperatura del gas y la presión dentro del tanque puede evitar que el tanque se llene hasta la capacidad en la cual el tanque se llena hasta una presión de trabajo máxima. Tras el llenado, el calor se disipa al ambiente, enfriándose el gas y reduciendo su presión en el interior del tanque. Una vez frío, el tanque puede aceptar más gas (hasta su presión de trabajo máxima) lo que requiere que el tanque se "rellene por completo" mediante la carga de gas adicional para que se llene hasta su capacidad. Dependiendo de la tasa de llenado, puede ser necesario que el tanque se rellene por completo varias veces hasta su llenado completo. Estas etapas de llenado y enfriamiento resultan imprácticas y requieren mucho tiempo en comparación con el llenado de un tanque con un líquido.

35 El documento EP 0516580A1 divulga un mecanismo de reabastecimiento para reabastecer un tanque 13 de combustible de gas que tiene un compresor 1 que se puede accionar por medio de un motor eléctrico 3. El compresor 1 está acoplado a un tanque de combustible por medio de un conducto 12 y una fuente 8 de combustible de gas por medio de un conducto 7. La fuente de combustible de gas es una tubería de gas natural. El mecanismo de reabastecimiento comprende un interruptor 17 de presión diferencial y un sensor de presión 24 que están conectados por medio de líneas 30 y 31 de señal eléctrica respectivamente a un mecanismo de control 32.

Breve resumen de la invención

45 La presente invención se refiere a un método de llenado de un recipiente (12) con un gas a una tasa predeterminada de incremento de presión de gas, comprendiendo dicho método:

(a) comprimir dicho gas en el interior de dicho recipiente (12) usando un medio de compresión (20);

50 (b) medir un valor instantáneo de presión de gas en el interior del recipiente (12);

(c) generar señales eléctricas indicadoras del valor instantáneo de presión de gas en el interior del recipiente (12);

55 (d) transmitir las señales eléctricas a un controlador (52);
caracterizado por

comprimir dicho gas en la etapa (a) en el interior de dicho recipiente (12) a un caudal predeterminado usando un medio de compresión (20) que tiene un caudal másico variable;

60 (e) usar las señales eléctricas para variar el caudal del medio de compresión (20) de acuerdo con un algoritmo usado por medio del controlador (52) para ajustar dicho caudal de dicho gas en el interior de dicho recipiente (12) para conseguir dicha tasa predeterminada de incremento de presión de gas;
y

65 (f) repetir las etapas (b) a (e) hasta que dicho recipiente (12) se llene con dicho gas.

La medición comprende medir la presión de gas instantánea en el interior del recipiente, usándose la presión de gas en el interior del recipiente para ajustar el caudal con el fin de lograr una tasa predeterminada de incremento de la presión de gas en el interior del recipiente. En otra realización, la etapa de medición (b) también comprende medir la temperatura de gas instantánea en el interior del recipiente, usándose la temperatura del gas en el interior del recipiente para ajustar el caudal con el fin de lograr la tasa predeterminada de incremento de la presión de gas en el interior del recipiente. En otra realización, la etapa de medición (b) comprende medir la temperatura ambiente alrededor del recipiente, usándose la temperatura ambiente para ajustar el caudal con el fin de lograr la tasa predeterminada de incremento de presión de gas en el interior del recipiente. En otra realización, la etapa de medición (b) comprende medir la temperatura del gas antes de comprimir el gas en el interior del recipiente, usándose la temperatura del gas antes de comprimirlo en el interior del recipiente, usándose para ajustar el caudal con el fin de lograr la tasa predeterminada de aumento de la presión de gas en el interior del recipiente.

La invención también engloba un aparato para el llenado de un recipiente con un gas. El aparato comprende una fuente del gas y un medio de compresión para comprimir el gas. El medio de compresión tiene un caudal másico variable y una entrada y una salida. Un primer conducto conecta la fuente y la entrada, y un segundo conducto conecta la salida y el recipiente. Un controlador vigila el caudal másico del medio de compresión. Un transductor mide el valor de la presión de gas en el interior del recipiente. Además, un transductor puede medir el valor de un parámetro seleccionado entre el grupo que consiste en temperatura de gas, temperatura ambiente y sus combinaciones. El controlador recibe señales eléctricas procedentes del transductor y usa las señales eléctricas para controlar el caudal másico del medio de compresión para llenar el recipiente a partir de la fuente.

Breve descripción de las diferentes vistas de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para el llenado de un recipiente con un gas de acuerdo con la invención; y

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método para el llenado de un recipiente con un gas de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra, de forma esquemática, un aparato 10 para llenar un recipiente 12 con un gas 14. El aparato 10 comprende una fuente 16 de gas 14. El gas 14 se puede almacenar en forma de líquido 15 o como gas 14 en la fuente. La fuente 16 está conectada en comunicación fluida con la entrada 18 de un medio 20 de compresión de fluido por medio de un conducto 22. El medio 20 de compresión de fluido comprende una bomba de caudal másico variable o compresor según sea apropiado, dependiendo de si se suministra un líquido o un fluido gaseoso a la entrada 18. Se puede usar un compresor de caudal másico variable o bomba para líquidos, mientras que se usa un compresor de caudal másico variable para la alimentación de gas hasta la entrada. El caudal másico de estas bombas y compresores se varía normalmente por medio de la variación de la velocidad de la bomba o compresor.

El flujo de fluido (fluido 15 o gas 14) procedente de la fuente 16 hasta la entrada 18 del medio de compresión se controla por medio de una válvula 24 ubicada dentro del conducto 22 entre la fuente y el medio de compresión. El medio de compresión 20 tiene una salida 26 que puede estar conectada en comunicación fluida con el recipiente 12 por medio de un conducto 28. Si se suministra el líquido 15 desde el medio de compresión 20 hasta el conducto 28, entonces el vaporizador 29 se encuentra en comunicación fluida con el conducto 28 para modificar el estado del fluido hasta el gas 14. Para aplicaciones prácticas, el conducto 28 tiene un acoplamiento 30 que se puede conectar de forma estanca y desconectar a partir del recipiente 12. Se puede controlar el flujo de líquido 15 o gas 14 procedente de la salida 26 del medio de compresión por medio de una válvula 32 en el conducto 28. También se puede conectar la fuente 16 al recipiente directamente usando un conducto 34. Se usa una válvula 36 en el conducto 34 para controlar el flujo de gas 14 directamente desde la fuente 16 hasta el recipiente 12. Nótese que el conducto 34 puede compartir el acoplamiento 30 con el conducto 28 para la conexión hasta el recipiente 12.

El aparato comprende uno o más transductores de presión y puede comprender uno o más transductores de temperatura, por ejemplo, el transductor de presión 38 que mide la presión de gas suministrada desde la fuente en el conducto 22, transductores de presión 40 y 42, que miden la presión de gas en la entrada 18 y salida 26, respectivamente, del medio de compresión 20, y un transductor de presión 44, que mide la presión de gas dentro de los conductos 28 y 34 a medida que es suministrado al recipiente 12 y está al menos presente en el aparato. Los transductores de temperatura incluyen un transductor 46, que mide la temperatura ambiente que rodea al recipiente 12, un transductor 48, que mide la temperatura del gas en el interior del recipiente 12 y un transductor 50, que mide la temperatura del gas en el interior de los conductos 28 y 34 antes de entrar en el recipiente 12. Cada transductor de presión 38, 40, 42 y 44 genera señales eléctricas indicadoras de la presión en sus respectivos puntos de medición. Similarmente, los transductores de temperatura 46, 48 y 50 generan señales eléctricas indicadoras de la temperatura en sus respectivos puntos de medición. Nótese que no es necesario que los transductores estén ubicados exactamente en el punto donde se desea la medición, ya que es posible inferir la temperatura o presión en un punto, por ejemplo, en el interior del recipiente 12, por medio de la medición de la temperatura en la superficie exterior del recipiente, y la presión en un conducto conectado hidráulicamente con el recipiente. Además, se

entiende que cada transductor divulgado en el presente documento no necesariamente se usa simultáneamente en el aparato, al tiempo que la realización ejemplar que se muestra en la Figura 1 ilustra varias configuraciones posibles que puede tener un transductor individual o combinaciones de transductores.

- 5 Las señales generadas por los transductores se emiten hasta un controlador 52 que también está en comunicación fluida con las válvulas 24, 32 y 36, así como el medio 20 de compresión de caudal másico variable. El controlador 52, que puede ser por ejemplo un controlador lógico programable u otro dispositivo basado en microprocesador, opera el software residente y usa las señales procedentes de los transductores en un bucle de retro-alimentación para abrir y cerrar las válvulas y variar el caudal del medio de compresión (por ejemplo, por medio de la variación de su velocidad) de acuerdo con un algoritmo para ajustar el caudal de gas 14 hasta el recipiente 12 para aumentar la presión de gas en el interior del recipiente a una tasa predeterminada de cambio como se describe a continuación. Una interfaz de usuario 54, por ejemplo, un teclado y un monitor de pantalla, proporciona comunicación con el controlador permitiendo la operación del aparato 10 para suministrar el gas desde la fuente hasta el recipiente.
- 10
- 15 En una realización práctica el aparato 10 puede servir como estación de abastecimiento de combustible para el suministro de combustible de hidrógeno a vehículos, comprendiendo el tanque de combustible el recipiente 12. Los tanques de los vehículos tienen una presión permitida máxima de aproximadamente 875 bar. Resulta deseable mantener el recipiente a 85 °C o menos para evitar el sobrecalentamiento. En dicha estación la fuente de gas 16 comprende un tanque de almacenamiento de hidrógeno líquido que tiene un depósito reserva a una presión de entre aproximadamente 0 y aproximadamente 90 MPa. (Alternativamente, la fuente de gas 16 puede comprender, por ejemplo, un dispositivo de conversión de metano en forma de vapor, un aparato de electrólisis o una tubería de hidrógeno). Las válvulas pueden ser válvulas neumáticas de obturación que se accionan por medio del controlador. Los transductores de presión pueden ser, por ejemplo, transductores piezo-eléctricos. Los transductores de temperatura pueden comprender termistores. El medio de compresión opera para proporcionar un caudal másico variable entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 10 kg/min.
- 20
- 25

La Figura 2 proporciona un diagrama de flujo que describe un modo ejemplar de operación del aparato. El modo ejemplar descrito en el presente documento asume que el gas 14 se suministra desde la fuente 16. La operación en la cual el líquido 15 es suministrado desde la fuente es sustancialmente similar a la operación descrita en el presente documento y no se describe por separado, entendiéndose que el líquido 15 finalmente se vaporiza antes de entrar en el recipiente 12.

30

Haciendo referencia a la Figura 1, el acoplamiento 30 está conectado con el recipiente 12 y un usuario activa el aparato con la interfaz 54. Se abre la válvula 24 que proporciona el gas 14 procedente de la fuente 16 hasta el medio de compresión 20. Se abre la válvula 32 proporcionando el gas procedente del medio de compresión al recipiente 12. Arranca el medio de compresión y comienza la compresión del gas 14 en el interior del recipiente 12 a un caudal predeterminado. Uno o más de los transductores anteriormente mencionados, pero al menos el transductor 44, mide el valor instantáneo de un parámetro seleccionado o parámetros (presión o temperatura del gas, o la temperatura ambiente, o sus combinaciones) y genera señales indicadoras de ese valor o valores. Las señales se transmiten al controlador 52. La transmisión de señal, simbolizada por las líneas discontinuas de la Figura 1, puede ser por cable o sin cable por medio de un enlace de radio frecuencia. Por medio del uso de los valores medidos del parámetro o parámetros, el controlador ajusta el caudal del medio de compresión (por ejemplo, por medio del ajuste de su velocidad de operación) para aumentar la presión de gas en el interior del recipiente a una tasa predeterminada de cambio, conocida como tasa de aumento de presión, que llena el recipiente en un tiempo predeterminado sin sobrecalentarlo. Durante el llenado, se repiten periódicamente las mediciones de parámetros de manera que se ajuste de forma continua el caudal del medio de compresión para tener en cuenta la modificación de presión en el interior del recipiente. El controlador detiene el flujo de gas hasta el recipiente una vez que se ha llenado hasta su capacidad. Se cierran las válvulas 24 y 32 y se desconecta el acoplamiento del recipiente.

35

40

45

50

Se pueden usar varios parámetros y algoritmos asociados por medio del controlador para lograr la tasa deseada de cambio de presión de gas en el interior del recipiente 12. Por ejemplo, se puede aumentar la presión del gas a una tasa constante. Para aplicaciones prácticas, por ejemplo para el llenado con gas de hidrógeno de un tanque de combustible, la tasa de incremento constante puede variar entre aproximadamente 2,5 MPa/min y aproximadamente 35 MPa/min. En otro algoritmo la presión de gas en el recipiente aumenta con una tasa creciente. Existe la posibilidad de aumentar la presión con una tasa decreciente.

55

En una realización, el controlador recibe las mediciones de presión procedentes del transductor de presión 44, que mide valores de presión de gas en el interior del recipiente 12. El controlador ajusta el caudal del medio de compresión usando valores de presión de gas para lograr y mantener la tasa deseada de incremento de presión de acuerdo con la relación de retroalimentación:

60

$$\text{Caudal del Medio de Compresión}_{(n+1)} = \text{Caudal del Medio de Compresión}_{(n)} + (\text{Tasa Objetivo de Incremento de Presión} - \text{Tasa Medida de Incremento de Presión}) + K$$

65 donde:

El Caudal del Medio de Compresión $_{(n)}$ es el caudal volumétrico actual al cual la bomba o compresor mueve fluido y es proporcional a la velocidad a la cual opera la bomba o el compresor durante el intervalo de tiempo completo;

5 El Caudal del Medio de Compresión $_{(n+1)}$ es el caudal volumétrico actual al cual la bomba o el compresor mueve el fluido y es proporcional a la velocidad a la cual se mueve la bomba o el compresor durante el intervalo de tiempo siguiente:

10 La Tasa Objetivo de Incremento de Presión es la tasa deseada de incremento de presión en las condiciones actuales y la estrategia de llenado;

La Tasa Medida de Incremento de Presión es el aumento de presión medido durante el intervalo de tiempo completo; y

15 K es la ganancia, o la tasa a la cual el controlador responde al estímulo.

Se puede medir el caudal del medio de compresión como caudal másico en gramos/segundo y se pueden medir las tasas de incremento de presión en MPa/min. Esto da lugar a las unidades asociadas con la ganancia K en gramos/segundo por MPa/min para la consistencia de la relación funcional. La ganancia K es específica para un aparato particular y se determina experimentalmente de manera coherente con las prácticas del sistema de control.

20 El controlador también puede recibir mediciones de temperatura a partir del transductor de temperatura 48 que mide valores de la temperatura del gas dentro del recipiente 12. El controlador ajusta el caudal del medio de compresión usando los valores de temperatura del gas, por ejemplo basado en la relación funcional:

25 Cuando la temperatura del gas dentro del recipiente es menor que 65,6 °C se mantiene la tasa de incremento de presión a 35 MPa/min; cuando la temperatura del gas en el recipiente supera 65,6 °C se reduce la tasa de incremento de presión de acuerdo con la fórmula: tasa de incremento de presión = (85 - temperatura del gas) x 0,555.

30 El controlador también puede recibir las mediciones de temperatura procedentes del transductor de temperatura 46 que mide los valores de temperatura ambiente que rodean al recipiente 12. El controlador ajusta el caudal del medio de compresión usando los valores de temperatura ambiente, por ejemplo basados en la relación funcional:

35 Si la temperatura es < 15 °C entonces la tasa de incremento de la presión = 10 MPa/min; si 15 ° < temperatura ambiente < 30 °C entonces la tasa de incremento de la presión = 7,5 MPa/min; si la temperatura ambiente > 30 °C entonces la tasa de incremento de la presión = 5 MPa/min.

40 El controlador también puede recibir las mediciones de temperatura procedentes del transductor de temperatura 50 que mide los valores de la temperatura del gas antes de comprimirlo en el interior del recipiente 12. El controlador ajusta el caudal del medio de compresión usando los valores de temperatura de gas, por ejemplo basados en la relación funcional:

45 Si la temperatura de gas < 15 °C, entonces la tasa de incremento de presión = 10 MPa/min; si 15 ° < temperatura de gas < 30 °C entonces la tasa de incremento de presión = 7,5 MPa/min; si la temperatura de gas > 30 °C entonces la tasa de incremento de presión = 5 MPa/min.

50 Cuando la fuente de gas 16 comprende un depósito de presión y capacidad suficiente, por ejemplo a una presión entre aproximadamente 15 MPa y aproximadamente 70 MPa y una capacidad de aproximadamente 40 litros y aproximadamente 1.000 litros, es posible llenar inicialmente el recipiente 12 por medio de acoplamiento de la fuente 16 directamente al recipiente. Como se muestra en la Figura 1, una vez que se conecta el acoplamiento 30 al recipiente 12, el controlador 52 en primer lugar abre la válvula 36 permitiendo que el gas fluya desde la fuente 16 directamente hasta el recipiente 12, hasta que la presión de gas en el interior del recipiente se iguala con la presión del gas de la fuente. Entonces, el controlador cierra la válvula 36 y abre las válvulas y arranca el medio de compresión como se ha descrito anteriormente para llenar el recipiente por medio del incremento de la presión de gas a una tasa de cambio predeterminada.

El método y el aparato de acuerdo con la invención permiten llenar recipientes de gas de forma segura y en un período de tiempo razonable sin peligro de sobrecalentamiento y sus consecuencias.

60

REIVINDICACIONES

1. Un método de llenado de un recipiente (12) con un gas a una tasa predeterminada de incremento de presión de gas, comprendiendo dicho método:
- 5 (a) comprimir dicho gas en el interior de dicho recipiente (12) usando un medio de compresión (20);
 (b) medir un valor instantáneo de presión de gas en el interior del recipiente (12);
 (c) generar señales eléctricas indicadoras del valor instantáneo de presión de gas en el interior del recipiente (12);
 10 (d) transmitir las señales eléctricas a un controlador (52);
caracterizado por
 comprimir dicho gas en la etapa (a) en el interior de dicho recipiente (12) a un caudal predeterminado usando un medio de compresión (20) que tiene un caudal másico variable;
 15 (e) usar las señales eléctricas para variar el caudal del medio de compresión (20) de acuerdo con un algoritmo usado por el controlador (52) para ajustar dicho caudal de dicho gas al interior de dicho recipiente (12) para conseguir dicha tasa predeterminada de incremento de presión de gas;
 y
 (f) repetir las etapas (b) a (e) hasta que dicho recipiente (12) se llene con dicho gas.
- 20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha tasa predeterminada de incremento comprende una tasa de cambio constante.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha tasa predeterminada de incremento comprende una tasa de cambio que aumenta a una tasa creciente.
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha tasa predeterminada de incremento comprende una tasa de cambio que aumenta según una tasa decreciente.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde se proporciona dicho caudal de acuerdo con la relación:
- 30 Caudal del Medio de Compresión_(n+1) = Caudal del Medio de Compresión_(n) + (Tasa Objetivo de Incremento de Presión - Tasa Medida de Incremento de Presión) x K, donde K es la ganancia del controlador (52).
6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones anteriores que además comprende medir la temperatura de gas instantánea en el interior de dicho recipiente (12), usándose dicha temperatura de gas dentro de dicho recipiente (12) para ajustar dicho caudal para lograr dicha tasa predeterminada de incremento de dicha presión de gas en el interior de dicho recipiente (12).
- 35 7. Un método de acuerdo con la Reivindicación 6, donde dicha tasa predeterminada de incremento de dicha presión de gas en el interior de dicho recipiente (12) se mantiene en 35 MPa/min cuando dicha temperatura de gas en el interior de dicho recipiente (12) es menor que 65,6 °C, y cuando dicha temperatura de gas en dicho recipiente (12) supera 65,6 °C dicha tasa de incremento de presión se reduce de acuerdo con la fórmula: tasa de incremento de presión = (85[°C] - temperatura del gas [°C]) x 0,555 [MPa/min °C].
- 40 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones anteriores, que además comprende medir la temperatura ambiente que rodea a dicho recipiente (12), usándose dicha temperatura para ajustar dicho caudal para lograr dicha tasa predeterminada de incremento de dicha presión de gas en el interior de dicho recipiente (12).
- 45 9. Un método de acuerdo con la Reivindicación 8, donde si la temperatura ambiente es menor que 15 °C entonces la tasa predeterminada de incremento se mantiene en 10 MPa/min, y si dicha temperatura ambiente es mayor que 15 °C y menor que 30 °C, entonces la tasa predeterminada de incremento se mantiene en 7,5 MPa/min, y si dicha temperatura es mayor que 30 °C, entonces dicha tasa predeterminada de incremento se mantiene en 5 MPa/min.
- 50 10. Un método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones anteriores que además comprende medir la temperatura de dicho gas antes de comprimir dicho gas en el interior de dicho recipiente (12), usándose dicha temperatura de dicho gas antes de dicha compresión en el interior de dicho recipiente (12) para ajustar dicho caudal con el fin de lograr dicha tasa predeterminada de incremento de dicha presión de gas en el interior de dicho recipiente (12).
- 55 11. Un método de acuerdo con la Reivindicación 10, donde si dicha temperatura de gas es menor que 15 °C, entonces dicha tasa predeterminada de incremento se mantiene en 10 MPa/min, y si dicha temperatura de gas es mayor que 15 °C y menor que 30 °C, entonces dicha tasa predeterminada de incremento se mantiene en 7,5 MPa/min, y si dicha temperatura de gas es mayor que 30 °C entonces dicha tasa predeterminada de incremento se mantiene en 5 MPa/min.
- 60 12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones anteriores, que además comprende:
- 65

proporcionar un depósito que contiene dicho gas a una primera temperatura de gas y una primera presión de gas;

5 hacer fluir el gas desde dicho depósito al interior de dicho recipiente (12) hasta que la presión de gas dentro del recipiente (12) sea igual a una segunda presión de gas, siendo dicha segunda presión de gas sustancialmente igual a dicha presión de gas en el interior de dicho depósito.

13. Un aparato (10) para llenar un recipiente (12) con un gas, comprendiendo dicho aparato (10):

10 una fuente (16) de dicho gas;
un medio de compresión (20) para comprimir dicho gas, teniendo dicho medio de compresión (20) una entrada (18) y una salida (26);
un primer conducto (22) conectado entre dicha fuente (16) y dicha entrada (18);
un segundo conducto (28) conectable entre dicha salida (26) y dicho recipiente (12);
15 un controlador (52); y
un transductor (44) que mide el valor de la presión de gas dentro del recipiente (12);

caracterizado por que

20 dicho medio de compresión (20) tiene un caudal másico variable;
dicho controlador (52) controla dicho caudal másico de dicho medio de compresión (20); y
dicho controlador (52) recibe señales eléctricas procedentes de dicho transductor (44), usando dicho controlador (52) dichas señales eléctricas para controlar el caudal másico de dicho medio de compresión (20) para aumentar la presión de gas en el interior del recipiente (12) a una tasa de cambio predeterminada.

25 14. Un aparato (10) de acuerdo con la Reivindicación 13, que además comprende:

30 una primera válvula (36) ubicada en el interior de un tercer conducto (34) que controla el flujo de gas entre dicha fuente (16) y dicho recipiente (12);
una segunda válvula (24) ubicada en el interior de dicho primer conducto (22) que controla el flujo de gas entre dicha fuente (16) y dicha entrada (18) de medio de compresión;
una tercera válvula (32) ubicada en el interior de dicho segundo conducto (28) que controla el flujo de gas entre dicha salida (26) de medio de compresión y dicho recipiente (12), ejerciendo dicho controlador (52) el control de dichas válvulas primera (36), segunda (24) y tercera (32).

35 15. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 13 a 14 que además comprende al menos uno de un transductor de temperatura (48) que mide una temperatura de gas dentro de dicho recipiente (12), un transductor de temperatura (50) que mide la temperatura de gas antes de entrar en dicho recipiente (12), y un transductor de temperatura (46) que mide la temperatura ambiente que rodea a dicho recipiente (12).

40 16. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las Reivindicaciones 13 a 15, donde dicho medio de compresión (20) está seleccionado entre el grupo que consiste en una bomba y un compresor.

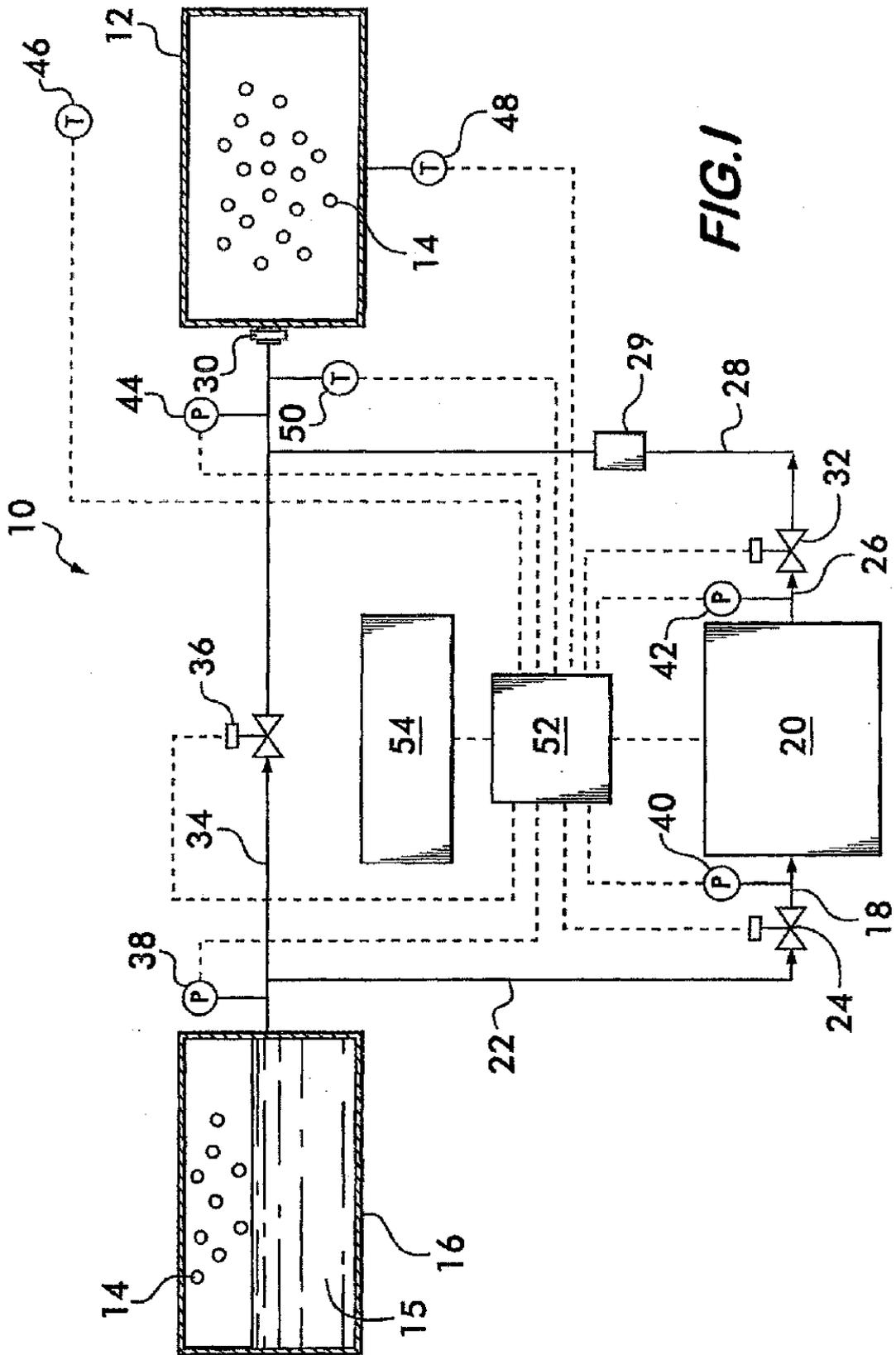


FIG. 1

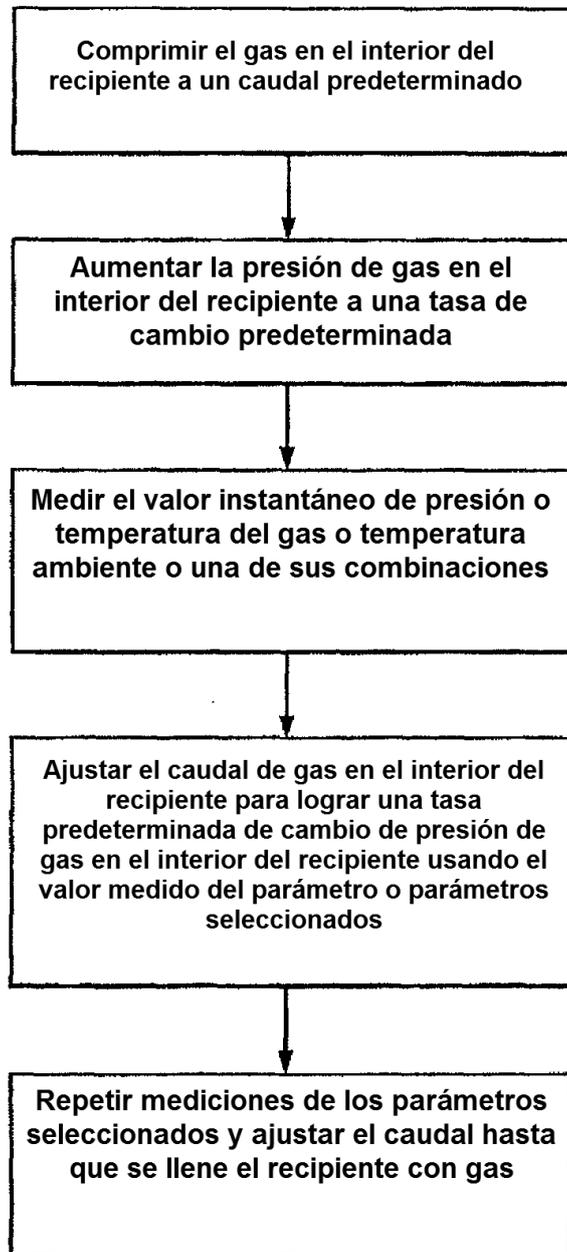


FIG.2