

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 604**

51 Int. Cl.:

F04D 13/08 (2006.01)

F17C 3/00 (2006.01)

F04B 15/08 (2006.01)

F17C 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2014 PCT/US2014/067451**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015 WO15077787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2014 E 14864621 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3077653**

54 Título: **Suministro de gas multimodo para tónder de ferrocarril**

30 Prioridad:

25.11.2013 US 201361908659 P

25.11.2013 US 201361908632 P

25.11.2013 US 201361908648 P

25.11.2013 US 201361908594 P

27.11.2013 US 201361909884 P

27.11.2013 US 201361909567 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2021

73 Titular/es:

**CHART INC. (100.0%)
3055 Torrington Drive
Ball Ground, GA 30107, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, TERRY y
DRUBE, TOM**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 812 604 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

Suministro de gas multimodo para tender de ferrocarril

Referencia al documento de prioridad

5 Esta solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos pendiente de aprobación N.º de serie 61/908.659, titulada "Multimode Gas Delivery for Rail Tender" presentada el 25 de noviembre de 2013. Se reivindica la prioridad a la fecha de presentación mencionada anteriormente.

En esta memoria descriptiva se utilizan las siguientes unidades que no son del sistema internacional, que se pueden convertir a la respectiva unidad del sistema internacional o métrico de acuerdo con las siguientes reglas de conversión:

$$1 \text{ psi (Libra / pulgada cuadrada)} = 6,894757 \times 103 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ ft (Pie)} = 0,3048 \text{ m}$$

$$10 \quad [F] \text{ (Fahrenheit)} = [K] \times 9/5 - 459,67$$

Antecedentes

15 El interés por el uso de gas natural líquido (GNL) como combustible para vehículos a motor ha aumentado drásticamente en los últimos años. El GNL es relativamente barato y proporciona una alternativa al fuelóleo de fuentes no autóctonas. Además, se quema de forma muy limpia, lo que hace mucho más fácil para las flotas cumplir con las normas de emisión de contaminación más restrictivas. Una locomotora de ferrocarril es un tipo de vehículo que utiliza el GNL como combustible. La locomotora de ferrocarril arrastra un vagón tender, o tender de ferrocarril, que contiene el GNL de la locomotora para combustible. Existen diversas maneras de proporcionar el GNL desde el tender de ferrocarril al motor de la locomotora.

20 Una forma es proporcionar una bomba que se sumerge dentro del GNL en un tanque del tender de ferrocarril. La bomba se configura para bombear el GNL a la locomotora cuando la presión dentro del tanque sea insuficiente para impulsar GNL al motor en función de la presión solamente. Cuando la presión en el tanque es suficiente, el GNL se puede impulsar a la locomotora solamente por la presión del tanque a través de la bomba. Estos sistemas incluyen un circuito economizador que se utiliza para aliviar la alta presión dentro del tanque. El circuito economizador normalmente incluye un regulador que permite que el vapor del tanque se suministre a la locomotora cuando la presión en el tanque se eleva por encima de un nivel predeterminado. Al extraer el vapor del tanque, la presión en el tanque cae drásticamente y se alivia la presión dentro del tanque.

25 Otro tipo de sistema es un sistema de estilo de suministro por saturación que requiere que el GNL esté saturado (calentado) a una presión de ebullición ligeramente superior a la presión de entrada operacional al motor, que puede estar en el rango de 125-135 psig por ejemplo. Una vez saturado, el GNL tiene la presión suficiente para permitir la transferencia de la presión del GNL a las locomotoras del sistema ferroviario. Dichos sistemas también pueden incluir un sistema economizador.

30 Existen ventajas y desventajas tanto para un sistema de estilo de suministro por bomba como de estilo de suministro por saturación. En vista de esto, existe una necesidad de sistemas y métodos mejorados para suministrar gas en un sistema de vagones de ferrocarril que combine diversos modos de suministro de combustible criogénico a un dispositivo de uso.

35 El documento WO 2013/091109 A1 describe un método y un aparato para suministrar combustible gaseoso desde un vagón tender a un motor de una locomotora utilizando un sistema accionado por bomba.

Compendio

40 Se describe un tender de GNL con un sistema y proceso de suministro de gas exclusivo. En una forma de realización, el tender es capaz de suministrar combustible de metano gaseoso desde un tanque criogénico de GNL por medio de bombeo directo, transferencia por presión, o cualquier modo de combinación debido a una configuración exclusiva de una o más bombas, intercambiadores de calor, tuberías y controles según se describe en la presente memoria. Existe una redundancia funcional en la combinación de los sistemas de suministro para fiabilidad y el tender puede funcionar con líquido saturado o no saturado. Esto es un beneficio exclusivo puesto que el modo de bombeo, insaturado, puede calentar bien el líquido en un uso normal y posiblemente que se suministre mejor mediante el modo saturado.

45 El sistema descrito utiliza control de flujo con característica de asiento proporcional para dirigir el exceso de vapor de GNL (exceso del que se suministra al motor) para aumentar la presión dentro del tender de GNL, simultáneamente con el suministro de vapor al/a los motor(es). Por lo tanto, el rápido acondicionamiento de la temperatura del líquido y la presión del tanque se puede realizar con la capacidad del sistema de exceso sin equipo dedicado y sin redundancia.

En una forma de realización, el sistema de suministro de GNL permite suministro multimodo que incluye varios modos de suministro, incluyendo (1) un modo de presión de líquido saturado; (2) un modo de falsa presión de vapor de líquido

frío; (3) un modo de bombeo directo; (4) un modo de suministro de gas de economizador; o combinaciones de los mismos.

En un aspecto, se describe un sistema de almacenamiento y suministro de combustible criogénico para un motor de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

- 5 Los detalles de una o más variaciones de la materia de estudio descrita en la presente memoria se describen en los dibujos adjuntos y en la descripción que figura a continuación. Otras características y ventajas de la materia de estudio descrita en la presente memoria serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un esquema de tuberías de ejemplo para un sistema de suministro de gas multimodo.

- 10 La Figura 2 muestra una vista esquemática de una forma de realización de ejemplo de un sistema multimodo de almacenamiento y suministro de combustible de gas natural.

Descripción detallada

- 15 Antes de que se describa con más detalle la presente materia de estudio, se debe entender que esta materia de estudio descrita en la presente memoria no se limita a las formas de realización particulares descritas, ya que éstas pueden, por supuesto, variar. También se debe entender que la terminología utilizada en la presente memoria tiene por objetivo sólo describir una o varias formas de realización particulares y no pretende ser limitativa. Salvo que se defina de otro modo, todos los términos técnicos utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado como comúnmente lo entiende un experto en la técnica a la que pertenece esta materia de estudio.

- 20 El sistema se describe en la presente memoria en términos de un sistema de almacenamiento y suministro de combustible de gas natural para vehículos propulsados por gas natural líquido. Sin embargo, el sistema descrito se puede utilizar para almacenar y suministrar una variedad de líquidos criogénicos alternativos a una variedad de motores alternativos. Por ejemplo, el sistema de almacenamiento y suministro de combustible se puede utilizar con motores relacionados con compresores, generadores, sistemas de calefacción y aire acondicionado y prácticamente cualquier otro sistema en el que se requiera un motor.

- 25 Se describe un tender de GNL que emplea un sistema de almacenamiento y suministro de combustible con un sistema y proceso de suministro de gas combustible exclusivo. El tender es capaz de suministrar combustible de metano gaseoso a un tanque criogénico de GNL por medio de bombeo directo, transferencia por presión o cualquier modo de combinación debido a la configuración de las bombas, intercambiadores de calor y tuberías y controles exclusivos. Hay redundancia en el tender y puede funcionar con líquido saturado o no saturado.

- 30 El sistema descrito utiliza el exceso de vapor de GNL (exceso del suministrado al motor) para aumentar la presión dentro del tanque de GNL, simultáneamente con el suministro de vapor al/a los motor(es). El vapor de aumento de presión puede ser una corriente fraccional del efluente de un vaporizador. Por lo tanto, el aumento de presión es un aumento de presión por bombeo frente al suministro de columna estática para aumentar la presión. El sistema descrito proporciona almacenamiento y uso de GNL durante el mayor tiempo posible. Proporciona una gran flexibilidad para el suministro de GNL, al mismo tiempo que minimiza la intrusión de calor en el GNL del tender.

- 35 El sistema descrito proporciona un suministro multimodo de GNL con fines de minimizar la intrusión de calor en el GNL y maximizar la cantidad de GNL que se puede suministrar a un motor. La Figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema de almacenamiento y suministro de combustible de gas natural para un vehículo propulsado por gas natural líquido almacenado en un tanque 105. En una forma de realización, el tanque 105 incluye un tanque exterior (o camisa) que rodea o contiene un tanque interior de manera aislada al vacío, de tal manera que hay un espacio de vacío contenido entre los depósitos interior y exterior. El tanque 105 contiene un suministro de combustible tal como el gas natural líquido (GNL) y una columna de gas por encima del GNL. El tanque 105 puede ser un tanque de almacenamiento horizontal del tipo que se utiliza comúnmente como tanques de combustible en los vehículos en los que el tanque se monta en el lado inferior del vehículo. Sin embargo, el tanque y los componentes asociados se pueden montar en el vehículo mediante cualquier método conocido en la técnica.

- 45 El sistema incluye un conjunto de tuberías 120 compuesto por tuberías (o cualquier tipo de conducto de fluido apropiado) y una o más bombas centrífugas sumergibles, uno o más intercambiador(es) de calor/vaporizador(es), una o más válvulas de control de presión, y un circuito de tuberías de aumento de presión configurado de tal manera que el líquido pueda fluir por gravedad (es decir, columna estática) a través del intercambiador o intercambiadores de calor hacia el motor 125. El conjunto de tuberías 120 puede estar al menos parcialmente dentro y parcialmente fuera del tanque y conecta el tanque 105 a un motor 125 para suministrar GNL al motor 125 (o a varios motores). En la presente memoria se describe una forma de realización del conjunto de tuberías para lograr los diversos modos de suministro, aunque la configuración del sistema de tuberías puede variar. El sistema se puede montar en un vehículo propulsado por GNL 130, tal como un vagón de ferrocarril, y también incluye al menos un detector de presión y/o un detector de temperatura acoplado al tanque, al conjunto de tuberías y a un motor.

ES 2 812 604 T3

La Figura 2 muestra una vista esquemática de una forma de realización de ejemplo del sistema multimodo de almacenamiento y suministro de combustible de gas natural. Una bomba 205 se sumerge dentro de un suministro de GNL 110 almacenado en el tanque 105. Las bombas adecuadas son conocidas en la técnica anterior. En una forma de realización, la bomba 205 es una bomba centrífuga adaptada para bombear directamente el GNL al motor 125 cuando el GNL esté a su temperatura operacional más baja, tal como en el rango de -258 grados Fahrenheit. La capacidad de la bomba es lo suficientemente grande como para permitir el suministro simultáneo de gas al motor 125 al mismo tiempo que también aumenta la presión en el tanque o satura el GNL.

Como ya se mencionó, el tanque 105 puede incluir un tanque exterior (o camisa) que rodea o contiene un tanque interior. La bomba 205 se puede colocar opcionalmente dentro de una columna de bombeo que proporcione un acceso eficiente a la bomba 205. Una línea de extracción de GNL 210 se comunica con la bomba de tal manera que la bomba 205 puede impulsar el GNL a través de la línea de extracción de GNL 210 hacia el motor 125, tal como cuando el GNL está más frío que la temperatura de saturación, o por debajo de la presión de ebullición ligeramente por encima de la presión de entrada operacional al motor.

Al menos un vaporizador o intercambiador de calor 215 se coloca aguas arriba del motor 125 a lo largo de la línea de extracción de GNL 210. El intercambiador de calor 215 se adapta para vaporizar el GNL antes de la inyección al motor 125. Una salida del vaporizador se puede comunicar con los inyectores del motor 125 para suministrar el gas al motor. El vaporizador se puede calentar opcionalmente utilizando una variedad de métodos conocidos en la técnica. Estos incluyen la recirculación de refrigerante del motor o dispositivos de calentamiento eléctrico. Al menos una válvula de control 220 se dispone a lo largo de la línea de extracción de GNL 210.

Con referencia todavía a la Figura 2, el sistema incluye además una línea de economizador 225. La línea 225 del economizador se comunica en un extremo con la columna de gas 115 y en el otro extremo con la línea de extracción de GNL 210, aguas arriba del intercambiador de calor 215. Un regulador 228 se sitúa en la línea de economizador 225 y permite que el vapor sea suministrado al motor desde la columna de gas 115 cuando la presión en el tanque 105 se eleva por encima de un nivel predeterminado establecido en el regulador de presión 228. Al extraer vapor de la columna de gas 115, en lugar de líquido a través de la línea de extracción de GNL 210, la presión del tanque disminuye. Al menos una válvula de control 230 se dispone a lo largo de la línea de economizador 225.

Una línea de extracción por gravedad 235 se comunica con el GNL 110 del tanque 105 por medio de una línea de gas saturado 240. La línea de extracción por gravedad 235 también se comunica con la línea de extracción de GNL 210, de tal manera que el GNL se puede suministrar a la línea de extracción de GNL 210 cuando la presión del tanque esté a un nivel suficiente. En la línea de extracción por gravedad 235 se dispone al menos de una válvula de control 237.

Una línea de aumento de presión 245 se comunica con la columna de gas 115 y permite que la corriente de gas en exceso del intercambiador de calor 215 se suministre de vuelta a la columna de gas 115. Al menos una válvula de control 242 se dispone a lo largo de la línea de aumento de presión 245 para controlar el flujo a través de la misma. El sistema puede incluir un sistema de control que incluya uno o más microprocesadores para controlar el funcionamiento de la bomba y las válvulas de control. Una salida del intercambiador de calor 215 se acopla a una válvula de control de presión de la línea de aumento de presión y se configura para liberar una corriente excesiva (cuando esté presente) del GNL vaporizado de vuelta al ténder de GNL. A este respecto, el intercambiador de calor 215 tiene capacidad suficiente para suministrar GNL al motor 125 y también para lograr simultáneamente el aumento de presión/saturación del GNL dentro del tanque 105.

En un modo de funcionamiento, que puede ser un modo de funcionamiento inicial, el sistema suministra combustible al motor 125 por medio de bombeo directo tal como cuando la presión dentro del tanque es baja. La bomba 205 se encarga de bombear el GNL fuera del tanque 105 a través de la línea de extracción de GNL 210. El GNL pasa por el intercambiador de calor 215 donde se vaporiza y pasa al motor 125. Cualquier exceso de GNL se devuelve al tanque 105. Este modo de bombeo no saturado puede calentar bien el GNL en un uso normal y de tal manera que el GNL se puede suministrar mejor por el modo saturado cuando el GNL esté suficientemente caliente. El flujo de exceso de GNL de vuelta al tanque se controla mediante una bomba de velocidad variable. La velocidad de la bomba (y, por consiguiente, el flujo adecuado hacia el motor de la locomotora) se logra mediante un lazo de control con retroalimentación en función de un objetivo de presión de descarga de la bomba, que se fija en el rango adecuado para los requisitos del motor de la locomotora.

A medida que el nivel de GNL en el tanque 105 desciende, se puede añadir aumento de presión acumulada dentro del tanque de almacenamiento. El aumento de presión proporciona un suministro intermitente de fluido si la bomba 205 cae temporalmente por debajo del nivel requerido de altura de aspiración neta positiva (NPSH).

El sistema satura el GNL restante en el tanque 105 (al mismo tiempo que aún hay suficiente NPSH disponible para el bombeo) para suministrar las últimas partes de GNL del tanque por medio de un modo de transferencia de combustible saturado. Según se mencionó, el modo de bombeo no saturado puede calentar bien el GNL en un uso normal. El suministro en modo de saturación de GNL al motor se produce a través de la línea de gas saturado 240. El calor se puede añadir al GNL sólo cuando se requiera en dosis mínimas.

Las válvulas se controlan de forma lógica para dirigir una corriente vaporizada desde el intercambiador de calor hasta el tanque con fines de saturar el líquido a presiones de funcionamiento más altas. Según se mencionó, las válvulas controladas por lógica también pueden dirigir una corriente vaporizada desde el intercambiador de calor hasta la

ES 2 812 604 T3

5 columna de gas 115 por medio de la línea de aumento de presión 245 con fines de aumentar la presión de vapor en el tanque 105 bien para aumentar el subenfriamiento para mejorar la eficiencia del bombeo o bien para aumentar la presión lo suficiente para transferir por presión el GNL a los vaporizadores/motores sin hacer funcionar las bombas. Además, las válvulas controladas por lógica permiten economizar el vapor de GNL dentro del tanque (economizar es el suministro del vapor al motor) por medio de la línea de economizador 225. El GNL también se puede suministrar al motor por medio de la línea de extracción por gravedad 235.

10 Un esquema multimodo en el que se utiliza el bombeo directo para la mayor parte del suministro de fluido a las locomotoras con aumento de presión y/o saturación del volumen en los niveles inferiores del tanque permite un mayor suministro de contenido a la(s) locomotora(s) y, simultáneamente, reduce al mínimo la entrada total de calor a lo largo del ciclo. Esto maximizaría el tiempo de retención del GNL y maximiza el suministro de contenido.

15 Aunque en la presente memoria se describen en detalle formas de realización de diversos métodos y dispositivos con referencia a determinadas versiones, se debe apreciar que también son posibles otras versiones, formas de realización, métodos de utilización y combinaciones de los mismos. Por consiguiente, el alcance de las reivindicaciones adjuntas no se debe limitar a la descripción de las formas de realización contenidas en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento y suministro de combustible criogénico para un motor (125) que comprende:
un tanque aislado (105) adaptado para contener un suministro de criógeno líquido (110) con un espacio de cabeza (115) por encima del criógeno líquido;
- 5 una línea de combustible líquido adaptada para conectar el criógeno líquido en el tanque a un motor (125);
una bomba (205) dentro del tanque y adaptada para bombear el criógeno líquido a través de la línea de combustible líquido hacia el motor cuando se activa la bomba, en donde la bomba tiene una capacidad lo suficientemente grande como para proporcionar un suministro simultáneo de gas a un motor al mismo tiempo que también aumenta la presión del tanque o satura el criógeno líquido en el tanque;
- 10 un intercambiador de calor (215) en la línea de combustible líquido y adaptado para vaporizar el criógeno líquido para el suministro al motor, en donde el intercambiador de calor tiene capacidad para suministrar simultáneamente vapor al motor y vapor al tanque;
una línea de economizador (225) que se comunica con el espacio de cabeza en el tanque y se adapta para dirigir el vapor en el espacio de cabeza hacia el motor cuando se alcanza una presión predeterminada en el tanque;
- 15 una línea de aumento de presión (245) configurada para permitir de forma selectiva que un exceso de corriente de gas desde el intercambiador de calor (215) se suministre de vuelta al espacio de cabeza (115);
una línea de gas saturado (240) configurada para dirigir de forma selectiva una corriente vaporizada desde el intercambiador de calor al criógeno líquido del tanque con fines de saturar el criógeno líquido;
- 20 una línea de extracción (210) en comunicación fluida con la bomba y la línea de combustible líquido, de modo que la bomba se configura para impulsar el criógeno líquido a través de la línea de extracción hacia el motor;
una válvula de control de la línea de extracción (220) dispuesta a lo largo de la línea de extracción;
una línea de extracción por gravedad (235) en comunicación fluida con la línea de extracción y configurada para comunicarse con el criógeno líquido en el tanque de modo que el criógeno líquido se suministre a la línea de extracción;
y
- 25 una válvula de control de la línea de extracción por gravedad (237) dispuesta a lo largo de la línea de extracción por gravedad.
2. Un sistema según la reivindicación 1, en donde el criógeno líquido es gas natural líquido.
3. Un sistema según cualquier reivindicación precedente, que comprende además al menos una válvula (230, 220) adaptada para controlar el suministro de criógeno líquido a través de la línea de combustible líquido o la línea de economizador.
- 30 4. Un sistema según cualquier reivindicación precedente, que comprende además al menos una válvula (242) adaptada para controlar el suministro del vapor en exceso desde el intercambiador de calor al tanque.
5. Un sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde el tanque (105) comprende un tanque interior y una camisa exterior.
- 35 6. Un sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde la línea de economizador (225) incluye un regulador de presión (228) adaptado para abrir la línea de economizador para que el vapor sea suministrado al motor desde el espacio de cabeza (115) cuando la presión en el tanque (105) se eleva por encima de un nivel predeterminado.
- 40 7. Un proceso multimodo para suministrar combustible criogénico desde el sistema de almacenamiento y suministro de combustible criogénico de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, a un motor, comprendiendo el método:
suministrar combustible criogénico, cuando el criógeno líquido está más frío que una temperatura de saturación, en un modo de bombeo mediante la vaporización del criógeno líquido antes de su inyección en el motor;
suministrar combustible criogénico, cuando el criógeno líquido ha alcanzado una temperatura de saturación, en un modo saturado; y
- 45 suministrar vapor de combustible criogénico, cuando se alcanza una presión predeterminada en el tanque por la acumulación de presión, en un modo economizador.
8. Un método según la reivindicación 7, en donde el criógeno líquido (110) se suministra al motor (125) por medio de una línea de gravedad (235) sólo cuando la temperatura del criógeno líquido está por debajo de la temperatura de saturación del criógeno líquido.

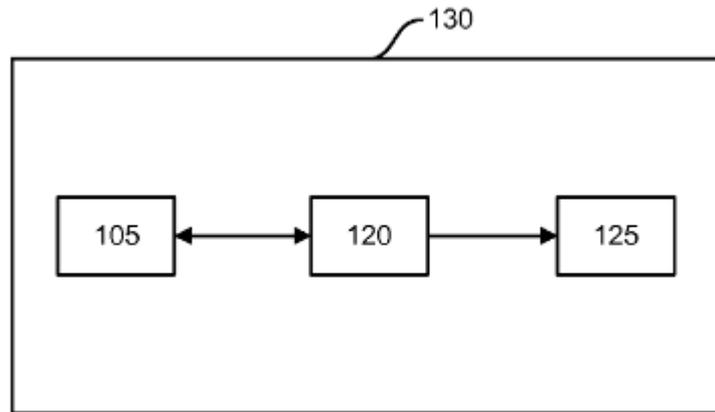


FIG. 1

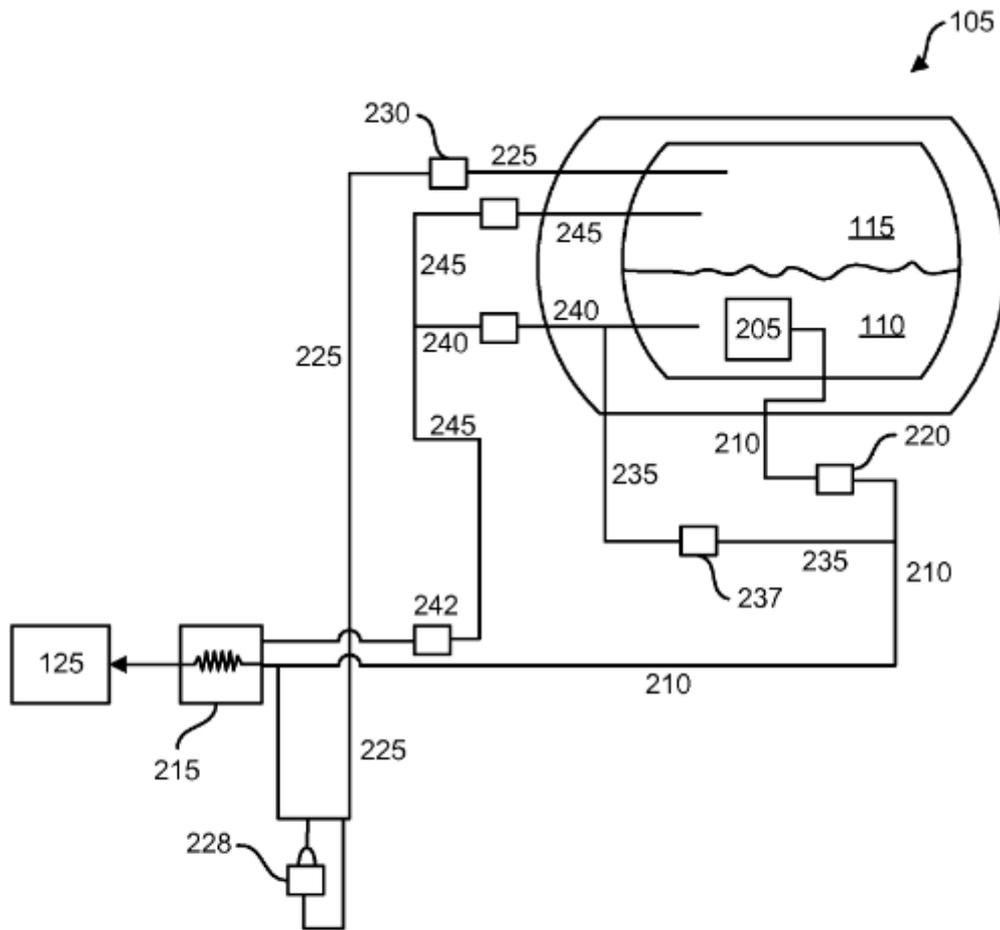


FIG. 2