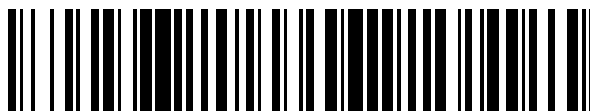


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 438**

51 Int. Cl.:

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/32 (2006.01)

B60P 3/20 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2014 PCT/FR2014/052135**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15040301**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2014 E 14767053 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 3046788**

54 Título: **Procedimiento para la gestión del funcionamiento de un camión de transporte frigorífico de productos termosensibles por modulación de la potencia frigorífica**

30 Prioridad:

18.09.2013 FR 1358956

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

13.10.2017

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**YOUBI-IDRISSI, MOHAMMED y
DALLAIS, ANTONY**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 438 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

Procedimiento para la gestión del funcionamiento de un camión de transporte frigorífico de productos termosensibles por modulación de la potencia frigorífica

5 La presente invención se refiere al sector del transporte y de la distribución de productos termosensibles, tales como productos farmacéuticos y mercancías alimentarias, e interesa muy particularmente a las tecnologías en las que el frío necesario para el mantenimiento de la temperatura de los productos se suministra por un grupo criogénico que funciona en bucle abierto y que requiere:

- una inyección directa de un fluido criogénico en la caja de transporte (muy frecuentemente nitrógeno líquido);

10 o

- una inyección denominada "indirecta" de un fluido criogénico en la caja de transporte (muy frecuentemente nitrógeno líquido), técnica "indirecta" denominada frecuentemente "CTI", que emplea uno o varios intercambiadores de calor en el recinto interno en el cual se transportan los productos (se trata también de "cámara", "arca", "caja" isoterma...), intercambiador en el cual circula el fluido criogénico (tal como nitrógeno líquido o CO₂ líquido), estando, además, provisto el recinto de un sistema de circulación de aire (ventiladores), que pone en contacto ese aire con las paredes frías del intercambiador, lo que permite así refrigerar el aire interno en la cámara fría del camión, procediendo el fluido criogénico que alimenta el o los intercambiadores de un depósito de fluido criogénico situado tradicionalmente debajo del camión (depósito alimentado a su vez, cuando es necesario, a partir de un depósito situado aguas arriba, fijo o móvil, pero en cualquier caso no unido al vehículo):

15
20

Un procedimiento para la gestión de un camión frigorífico, de tipo conocido, se describe en el documento EP 0 599 610.

En lo que sigue, el término "depósito" designará el depósito de fluido criogénico embarcado, salvo que en caso preciso se designe otro depósito tal como uno "aguas arriba" o "fijo".

25 Los ambientes mantenidos en el interior de la cámara fría pueden estar previstos tanto para productos frescos (típicamente a una temperatura próxima a 4°C) como para productos congelados (típicamente a una temperatura próxima a -20°C).

La presente invención interesa más particularmente para las soluciones criogénicas de inyección indirecta, pero las soluciones propuestas se pueden aplicar muy ventajosamente en grupos criogénicos de inyección directa de nitrógeno, de CO₂ o de cualquier otro fluido criogénico.

30

En el caso de inyecciones indirectas, el calor extraído del aire permite primero una evaporación completa del fluido criogénico que circula por el intercambiador, después un incremento de su temperatura hasta que ésta alcance una temperatura próxima a la del entorno. El fluido criogénico se lanza entonces al exterior después de haber cedido un máximo de energía de refrigeración.

35 El control del procedimiento típicamente empleado en tales camiones, que funciona en inyección directa o indirecta, es lo más frecuentemente el siguiente:

1- durante la puesta en marcha del sistema frigorífico del camión (por ejemplo, al arrancar después de un viaje o después de una parada prolongada del sistema frigorífico por una razón cualquiera) o también después de una apertura de puertas, se adopta un modo de descenso rápido de temperatura (esta industria denomina esta fase "pull down").

40

2- una vez alcanzada la temperatura de consigna en la cámara de almacenamiento de los productos, se adopta un modo de control/regulación que permite mantener la temperatura de la cámara de almacenamiento de los productos en el valor consignado ("mantenimiento").

45 Así pues, las necesidades frigoríficas en cada una de estas dos fases, en términos de potencia frigorífica requerida, son extremadamente diferentes.

Efectivamente, en fase de "pull down", se necesita frecuentemente tener un descenso rápido de temperatura del aire de la cámara. Para obtener este efecto, es necesario suministrar una gran potencia frigorífica capaz de vencer la inercia térmica de todo el sistema (aire, grupo criogénico, paredes del camión) y de las entradas de calor a través de las paredes del camión y por vía de las aperturas de sus puertas. Estas necesidades frigoríficas bajan drásticamente en fase de mantenimiento, dado que solo persisten las entradas de calor a través de las paredes.

50

En otros términos, las necesidades frigoríficas de un camión durante un viaje dado oscilan entre dos niveles que se pueden calificar de "plena carga" y de "carga parcial", como se puede visualizar bien en la figura 1 anexa.

Si la potencia calorífica en fase de mantenimiento debe alcanzar absolutamente un nivel mínimo requerido, la correspondiente a la plena carga queda a elección del que concibe el sistema frigorífico en el límite de las normas aplicadas en este sector (ATP, DIN,...), que recomienda una potencia instalada del grupo frigorífico al menos igual a 1,75 veces la potencia de carga parcial, potencia principalmente dictada por los aportes térmicos a través de las paredes (KSΔT). Lógicamente, cuanto mayor sea la potencia de plena carga más se asegura un descenso y un retorno rápido de la temperatura del aire interno de la cámara a la temperatura consignada.

Los sistemas criogénicos existentes funcionan, por ejemplo, con una presión "nominal" en el depósito a nivel casi fijo de aproximadamente 3,2 barg.

Hoy en día, la modulación de funcionamiento se obtiene lo más frecuentemente a través de una regulación de las válvulas de inyección del líquido en modo de todo o nada ("TOR") o en modo proporcional.

La figura 2 anexa muestra el esquema del principio de una regulación de presión del depósito, tal como se practica actualmente en este sector.

Allí se vuelve a encontrar lo que el experto en la materia conoce bien: la vía EV LIN CTI de alimentación de líquido del o de los intercambiadores internos de la cámara del camión, y una vía denominada "RMP" (puesta rápida a presión), de vuelta a la presión de la bóveda del depósito.

Este procedimiento presenta varios inconvenientes:

- 1- si el nivel de la presión es inferior al nivel requerido durante el rellenado del depósito (lo que se produce frecuentemente en la práctica), la potencia que el grupo criogénico tiene establecido producir decrece rápidamente. De esto resulta un tiempo de ("pull down) demasiado largo y un exceso de consumo perjudicial para el balance económico del sistema. La figura 3 anexa ilustra estos fenómenos proporcionando los resultados experimentales que muestran esta variación de potencia debida a la variación de la presión en el depósito;
- 2- por el hecho de que se trabaja a una presión fija del depósito, la amplitud de la capacidad de modelación (la diferencia entre la potencia de plena carga y la de carga parcial) queda limitada con un exceso de consumo de fluido criogénico debido a los efectos de la inercia térmica del sistema. En otros términos, un modo "boost" (óptimo) con el cual se desearía obtener una potencia frigorífica muy elevada es muy difícilmente alcanzable;
- 3- la presión nominal del depósito con la que se trabaja hoy en día (por ejemplo 3,2 barg) prolonga el tiempo de llenado a partir del gran almacén fijo situado aguas arriba (fuente), el cual generalmente se mantiene a aproximadamente 4 barg. De ello resulta una pérdida de fluido criogénico durante el llenado en forma de gas (flash de gas) puesto que la diferencia de presión entre el depósito fijo y el móvil se debilita, de lo que resulta un tiempo largo de rellenado (típicamente 10 a 15 minutos).

La presente invención propone ahora una modificación de la configuración del depósito del camión, y especialmente de lo que se denomina tradicionalmente en el terreno de los gases su "caja de válvulas", para ofrecer una mayor capacidad de modulación de la potencia frigorífica de los grupos criogénicos, al tiempo que se optimiza su consumo de criógeno.

Tal como surgirá con más detalles en lo que sigue, la invención propone modificar las condiciones de funcionamiento del depósito en las cuales se trabaja actualmente, para permitir que funcione a una presión variable que se adapte de forma automática según las necesidades frigoríficas del camión. Para hacerlo, los trabajos encaminados como buenos por la firma solicitante han descubierto el hecho de que dos modificaciones se revelan muy particularmente ventajosas:

- 1- disminuir la presión "nominal" del depósito instalada a una presión que no exceda de 2 barg y, preferentemente, de 1,5 barg para los grupos criogénicos de inyección indirecta y de 1 barg para los grupos criogénicos de inyección directa. Esta primera modificación se realiza aisladamente, por ejemplo, modificando el calibrado de una válvula reguladora de presión a un valor deseado, válvula reguladora correctamente posicionada sobre una línea unida,
- 2- asociar un sistema de presurización rápida del depósito, que se active en el momento requerido, permitiendo aumentar la presión en el depósito cuando lo necesite el proceso, y asegurar así un consumo más elevado del criógeno procedente de este depósito, de lo que resulta una potencia frigorífica más elevada.

Siendo variable la necesidad de potencia del sistema y estando directamente ligada a la fase de funcionamiento (plena carga o carga parcial), el dispositivo propuesto debe permitir de forma óptima una utilización variable de la presión del criógeno en el depósito.

La figura 4 anexa ilustra un modo de realización de la invención

Por defecto, la presión del depósito se mantiene a una presión denominada nominal, es decir a una presión baja, por ejemplo, entre 1,5 barg y 2 barg. Esta presión se mantiene por la válvula reguladora RL equipada aguas arriba de una electroválvula (EV RL) normalmente abierta.

5 Cuando la demanda de potencia a suministrar es importante (especialmente durante la fase de “pull down” o también después de las aperturas de puertas), el circuito de puesta a presión rápida RMP se activa. La electroválvula EV Rp se abre y la electroválvula EV RL se cierra. Una cantidad de criógeno se vaporiza por medio de un calefactor de puesta a presión RMP, que tiene por efecto aumentar la presión en la bóveda gaseosa del depósito. El regulador de presión delantero (regulador) Rp está regulado para permanecer abierto hasta una presión de regulación próxima, por ejemplo, a 4 barg. El circuito RMP está dimensionado para asegurar un aumento de presión en el depósito en un tiempo compatible con el tiempo de “pull down” de la cámara a refrigerar.

Este circuito de puesta a presión se activa en cuanto la demanda de presión es importante.

Cuando la demanda de potencia disminuye, ya sea en fase final de “pull down”, ya sea en fase de “carga parcial” (mantenimiento), el circuito RMP se desactiva.

En este estado, la presión en el depósito está en el punto alto, por ejemplo, aproximadamente a 4 barg.

15 En estas condiciones la necesidad de potencia es débil, entonces puede ser ventajoso utilizar el calor sensible, disponible, del gas para suministrar parcialmente la potencia al sistema de refrigeración, entonces el circuito EV gas se activa. El gas a presión se inyecta en el intercambiador: se cierra EV Rp, se cierra EV LIN CTI y se abre EV gas CTI hasta la obtención del nivel bajo de la presión. A continuación, se cierra esta válvula EV gas CTI y se abre la válvula EV LIN CTI.

20 Este modo de funcionamiento permite combinar dos funciones y aumentar la eficacia de la solución:

1. la despresurización del depósito en el intercambiador sin pérdida de entalpía, y sin evacuación al aire libre;
2. la utilización del calor sensible del gas en fase de carga parcial.

25 La gestión automática de la regulación se realiza por un control adaptado del proceso, que el experto en la materia comprende aquí sin que sea necesario desarrollarlo más adelante. Los umbrales de las presiones se determinan para optimizar la necesidad de potencia frigorífica a suministrar y para garantizar la integridad del depósito y la optimización del consumo del sistema.

Para ello, se utilizará, por ejemplo, la temperatura como indicador de la fase de funcionamiento. Más precisamente, se observará, por ejemplo, en continuo, la diferencia de temperatura entre la temperatura de toma de aire (a la entrada del intercambiador CTI) y la temperatura de consigna deseada:

30
$$\Delta T = T_{\text{entrada aire}} - T_{\text{cons}}$$

($T_{\text{entrada aire}}$: la temperatura en el seno del aire que entra en contacto con el intercambiador por el hecho de la acción de la ventilación)

T_{cons} : temperatura deseada en el interior de la cámara de almacenamiento de los productos)

35 El modo de plena carga se caracteriza por un elevado valor de ΔT , típicamente superior a 5 K. En este modo, la presión debe estar a su nivel máximo para liberar el máximo de potencia frigorífica.

40 Cuando esta diferencia ΔT es por ejemplo estrictamente inferior a 2K, se estima que el sistema está en funcionamiento de carga parcial. En este modo, la presión puede estar en su nivel mínimo, por lo tanto, un consumo mínimo de criógeno líquido y una potencia frigorífica mínima. Entre los dos niveles de diferencia de temperatura, el sistema se considera como en transición entre uno y otro modo, la presión se puede situar igualmente a un nivel intermedio entre los dos niveles alto y bajo de la presión.

La figura 5 ofrece una representación esquemática de estos tres modos de funcionamiento, la diferencia de temperatura y el nivel de presión asociado.

45 En función de la presión del depósito y de la diferencia de temperatura medida en tiempo real, entonces se activa o no el sistema de presurización rápida hasta la obtención de la presión deseada, como se indica en la figura 3: conforme al esquema de la figura 4, la electroválvula EV Rp se abre y se cierra la electroválvula EV RL.

Si, por el contrario, la presión en el depósito está por encima de la requerida, se despresuriza el depósito utilizando el vapor saturado de su bóveda gaseosa para alimentar los intercambiadores CTI: conforme al esquema de la figura 4 se cierra EV Rp y se abre EV gas CTI hasta la obtención del nivel bajo de la presión requerida. Esta válvula EV gas CTI se cierra a continuación y se abre de nuevo la válvula EV LIN CTI.

Así, ofreciendo toda la flexibilidad de funcionamiento requerida como se ha explicado anteriormente, el sistema propuesto según la presente invención es fácil de llevar en relación al sistema que actualmente se practica en este sector tal como se ilustra en la figura 2: no necesita más que la instalación de dos electroválvulas suplementarias pilotadas por el mismo sistema de control ya presente en las instalaciones existentes. El coste engendrado por esta modificación no es muy elevado en relación a las economías de consumo que se obtienen.

Así, en lo que precede se han mencionado los dibujos anexos siguientes:

- la figura 1 permite ver la variación de las necesidades frigoríficas de un camión según sus fases de funcionamiento.
- la figura 2 ilustra el esquema del principio de una regulación de presión del depósito tal como actualmente se realiza corrientemente en este sector.
- La figura 3 permite ver la variación de la potencia frigorífica en función de la presión en el depósito.
- La figura 4 proporciona el esquema del principio de un ejemplo de realización de la regulación de presión del depósito según la invención.
- La figura 5 representa la variación de la presión en el depósito en función del modo operativo del sistema frigorífico, es decir de la necesidad de potencia frigorífica.

La presente invención se refiere entonces a un procedimiento para la gestión del funcionamiento de un camión de transporte frigorífico de productos termosensibles, de tipo de inyección indirecta, en el cual el camión está provisto:

- de al menos una cámara para el almacenamiento de los productos,
- de un depósito para un fluido criogénico tal como nitrógeno líquido,
- de un sistema de intercambio térmico interno en dicha al menos una cámara, en el cual circula el fluido criogénico,
- de un sistema de circulación de aire, por ejemplo, de tipo ventiladores, apto para poner en contacto el aire interno de la cámara con las paredes frías del sistema de intercambio térmico,
- de sensores de temperatura aptos para determinar la temperatura de la atmósfera interna de dicha al menos una cámara (T_{int}) de una parte, y la del aire que entra en contacto con el intercambiador térmico interno por el hecho de la acción de la ventilación ($T_{entrada\ aire}$),
- de un circuito de puesta a presión rápida (RMP) de dicho depósito, circuito que comprende una línea conectada en su parte aguas arriba de la fase líquida almacenada en dicho depósito y en su parte aguas abajo de la fase gaseosa almacenada en dicho depósito, línea que comprende sucesivamente un intercambiador/calefactor (RMP), una válvula (EV Rp) y una válvula reguladora de presión (Rp);
- así como de una unidad de gestión y de mando, apta para regular la temperatura interna T_{int} a un valor de consigna T_{cons} ,

caracterizado por la realización de las medidas siguientes:

- se determina en tiempo real la magnitud $\Delta T = T_{entrada\ aire} - T_{cons}$;
- si ΔT es superior a un valor de consigna elevado $\Delta T_{cons\ H}$, se activa el circuito de puesta a presión rápido RMP abriendo dicha válvula del circuito de puesta a presión (EV Rp) con el fin de vaporizar criógeno en dicho intercambiador/calefactor y aumentar así la presión en la bóveda gaseosa del depósito.

Según uno de los aspectos de la invención, cuando ΔT pasa aquende de un valor de consigna bajo $\Delta T_{cons\ B}$, se desactiva entonces el circuito de puesta a presión rápida RMP cerrando dicha válvula del circuito de puesta a presión (EV Rp).

Según otro de los modos de realización de la invención, se dispone de un circuito gaseoso, circuito que comprende una línea de gas conectada en su parte aguas arriba de la fase gaseosa almacenada en dicha depósito y en su parte aguas abajo de una línea que alimenta dicho intercambiador térmico interno de la cámara, línea que comprende una válvula de gas (EV gas CTI), y cuando ΔT pasa aquende de un valor de consigna bajo $\Delta T_{cons\ B}$, se desactiva el circuito de puesta a presión rápida RMP y se activa el circuito gaseoso, abriendo dicha válvula de gas (EV gas CTI) para alimentar con gas dicho intercambiador térmico interno de la cámara, alimentación de gas que se mantiene hasta la obtención de un nivel bajo de presión en dicho depósito.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión del funcionamiento de un camión de transporte frigorífico de productos termosensibles de tipo de inyección indirecta, en el cual el camión está provisto:
 - de al menos una cámara para el almacenamiento de los productos,
 - 5 - de un depósito de un fluido criogénico tal como nitrógeno líquido,
 - de un sistema de intercambio térmico interno en dicha al menos una cámara, en el cual circula el fluido criogénico,
 - de un sistema de circulación de aire, por ejemplo de tipo ventiladores, apto para poner en contacto el aire interno de la cámara con las paredes frías del sistema de intercambio térmico,
 - 10 - de sensores de temperatura aptos para determinar la temperatura de la atmósfera interna de dicha al menos una cámara (T_{int}) de una parte, y la del aire que entra en contacto con el intercambiador térmico interno por el hecho de la acción de la ventilación ($T_{entrada\ aire}$),
 - de un circuito de puesta a presión rápida (RMP) de dicho depósito, circuito que comprende una línea conectada en su parte aguas arriba a la fase líquida almacenada en dicho depósito y en su parte aguas abajo a la fase gaseosa almacenada en dicho depósito, línea que comprende sucesivamente un intercambiador/calefactor (RMP), una válvula (EV Rp) y una válvula reguladora de presión (Rp);
 - 15 - así como de una unidad de gestión y de mando, apta para regular la temperatura interna T_{int} a un valor de consigna T_{cons} ,

caracterizado por la realización de las medidas siguientes:

 - 20 - se determina en tiempo real la magnitud $\Delta T = T_{entrada\ aire} - T_{cons}$;
 - si ΔT es superior a un valor de consigna elevado $\Delta T_{cons\ H}$, se activa el circuito de puesta a presión rápido RMP abriendo dicha válvula del circuito de puesta a presión (EV Rp) con el fin de vaporizar criógeno en dicho intercambiador/calefactor y aumentar así la presión en la bóveda gaseosa del depósito.
2. Procedimiento de gestión según la reivindicación 1, caracterizado porque se dispone de un circuito gaseoso, circuito que comprende una línea de gas conectada en su parte aguas arriba a la fase gaseosa almacenada en dicha depósito y en su parte aguas abajo a una línea que alimenta dicho intercambiador térmico interno de la cámara, línea que comprende una válvula de gas (EV gas CTI), y porque cuando ΔT pasa a un valor de consigna bajo $\Delta T_{cons\ B}$, se desactiva el circuito de puesta a presión rápida RMP y se activa el circuito gaseoso, abriendo dicha válvula de gas (EV gas CTI) para alimentar con gas dicho intercambiador térmico interno de la cámara, alimentación de gas que se mantiene hasta la obtención de un nivel bajo de presión en dicho depósito.
3. Procedimiento de gestión según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando ΔT pasa a un valor de consigna bajo $\Delta T_{cons\ B}$, se desactiva el circuito de puesta a presión rápida RMP cerrando dicha válvula del circuito de puesta a presión (EV Rp).

35

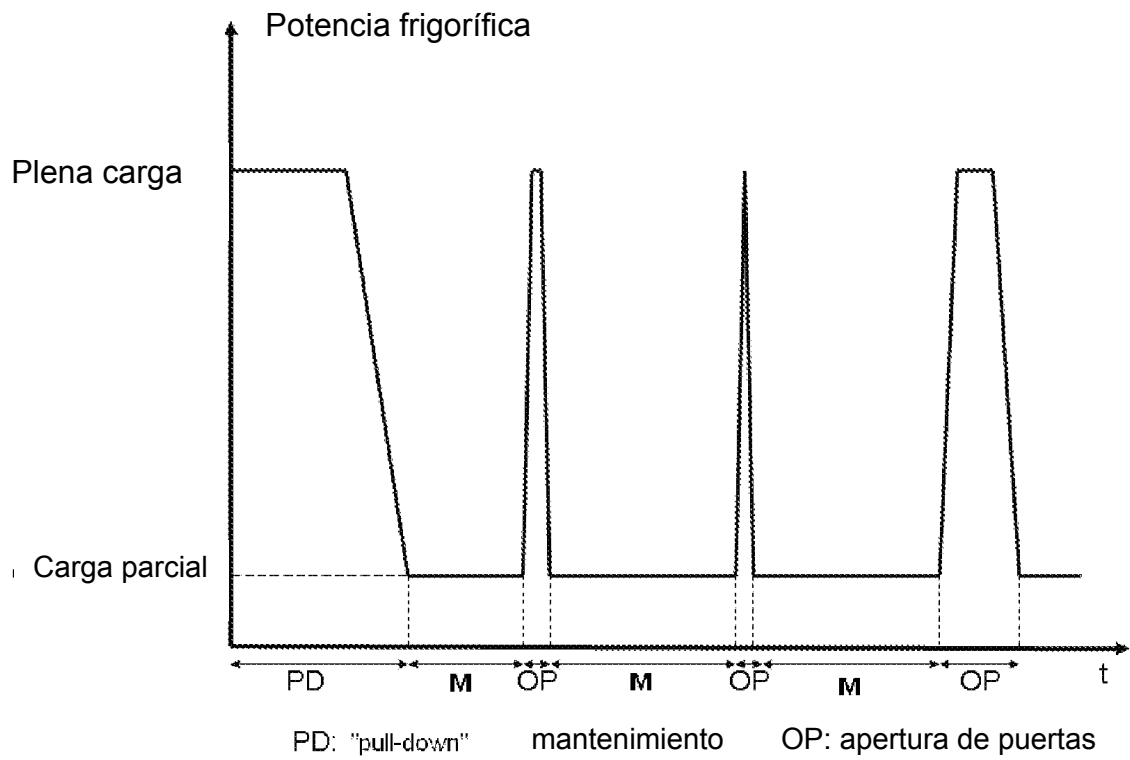


Figura 1

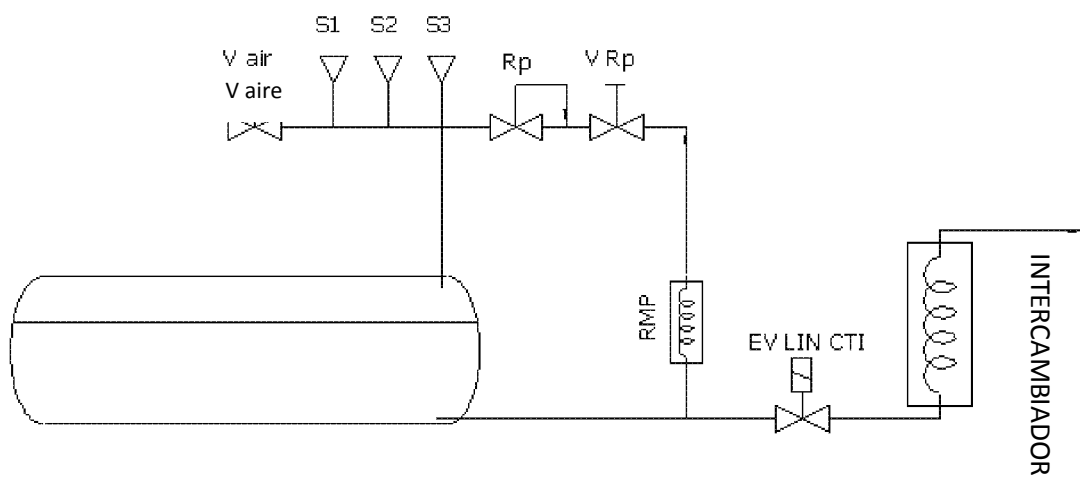


Figura 2

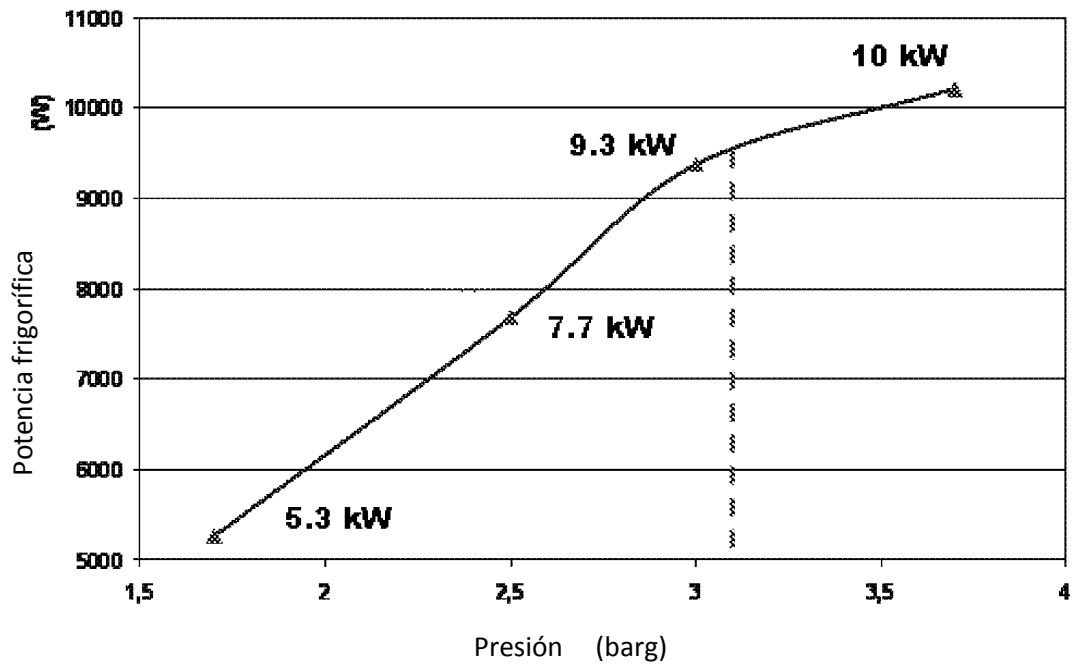


Figura 3

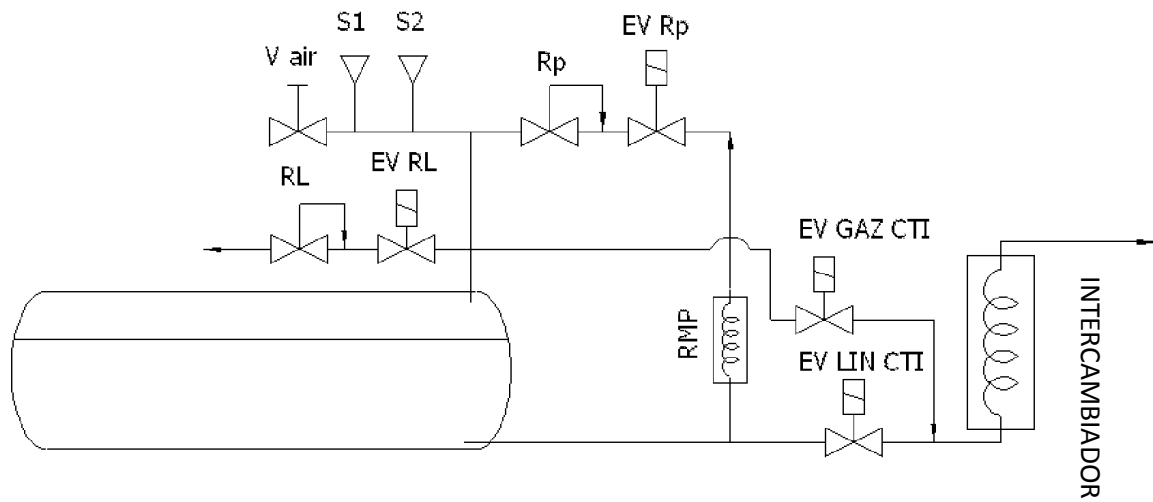


Figura 4

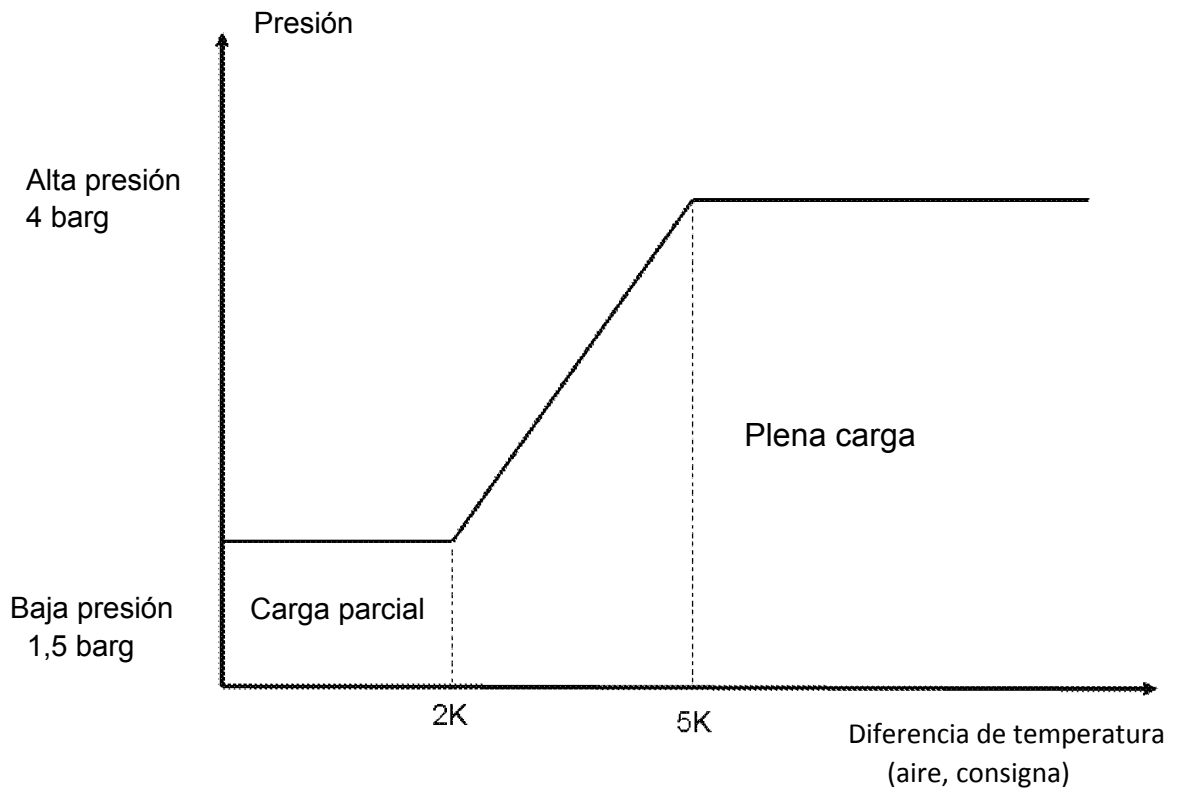


Figura 5