

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 301**

51 Int. Cl.:

F02K 9/56 (2006.01)

F02K 9/60 (2006.01)

F02K 9/50 (2006.01)

F16L 55/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2018 PCT/FR2018/052085**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2019 WO19038501**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2018 E 18780173 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2022 EP 3673169**

54 Título: **Sistema de alimentación mejorado para la alimentación de motor cohete**

30 Prioridad:

24.08.2017 FR 1757849

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

16.11.2022

73 Titular/es:

**ARIANEGROUP SAS (100.0%)
51-61 Route de Verneuil
78130 Les Mureaux, FR**

72 Inventor/es:

**CINGAL, BENOÎT, MATHIEU, ANDRÉ;
BECRET, PHILIPPE y
TRIGER, MATHIEU, HENRY, RAYMOND**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 928 301 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de alimentación mejorado para la alimentación de motor cohete

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de alimentación mejorado para la alimentación de un motor cohete con al menos un ergol.

10 Estado de la técnica

En el sector de los cohetes a propulsión líquida, se ha dado el nombre de efecto POGO a la entrada en resonancia de un ergol (modos hidráulicos) en el circuito de alimentación del motor cohete, con oscilaciones mecánicas del cohete. Como el empuje del motor cohete varía con el caudal de ergol proporcionado por el circuito de alimentación, y el caudal de ergol fluctúa con las fluctuaciones del empuje motor, tal entrada en resonancia puede causar oscilaciones rápidamente divergentes y dar lugar por lo tanto a dificultades de guiado, e incluso a daños que pueden llegar hasta la pérdida total de la carga útil, además del vehículo. Desde el comienzo del desarrollo de cohetes a propulsión líquida, se ha revelado por lo tanto muy importante adoptar todas las medidas posibles para limitar o evitar la aparición de este efecto POGO.

La atenuación de este fenómeno se realiza de manera clásica por la presencia de un sistema corrector de tipo capacitivo (SCP) en el circuito de alimentación, que permite reducir las fluctuaciones de caudal en este circuito y modificar la frecuencia hidráulica del conjunto. Un ejemplo de este sistema, descrito en la patente WO2012156615 A2, hace intervenir una burbuja de gas (por ejemplo, de helio) atrapada en una cavidad en comunicación con el circuito de alimentación a través de orificios. La compresibilidad de esta burbuja de helio permite amortiguar las fluctuaciones de caudal en el circuito de alimentación. El volumen de la burbuja de gas se regula de manera que se limita el impacto sobre el comportamiento del sistema de las variaciones de presión en la línea de alimentación. Esta regulación recurre a un dispositivo de inyección permanente de helio en la cavidad y a un sistema de extracción por aspiración y expulsión al circuito de alimentación.

No obstante, estos dispositivos presentan diferentes inconvenientes. El helio inyectado en el sistema se expulsa al circuito de alimentación y se introduce a continuación por la turbobomba, lo que puede provocar inestabilidades dinámicas. Por otro lado, el helio presenta un coste elevado, intrínsecamente, pero también una masa y un volumen de carga no despreciables. Además, el volumen de la burbuja no se puede regular más que para un valor único, a menos que se recurra a dispositivos mecánicamente complejos, tales como los descritos en la patente FR2975440. Ahora bien, las frecuencias propias de la estructura del cohete (modos de estructura) varían en el transcurso del vuelo, a medida que se vacían los depósitos, de modo que existe un riesgo de que estos modos entren en resonancia con las oscilaciones hidráulicas (modos hidráulicos), a pesar de la presencia de esta burbuja. Los documentos US 7 784 269 B1 y FR 2 975 441 A1 describen otros ejemplos de sistemas de alimentación de motores con ergol.

Por lo tanto, existe una necesidad de un dispositivo que permita paliar, al menos en parte, los inconvenientes anteriores.

Objeto de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de alimentación para la alimentación de un motor cohete con al menos un ergol, según la reivindicación 1, comprendiendo el sistema de alimentación al menos un circuito de alimentación apto para hacer circular el ergol y al menos un depósito en comunicación fluidica con el circuito de alimentación por mediación de al menos una tubería de comunicación, de modo que un fluido contenido en el depósito puede fluir de este último hasta el circuito de alimentación, y a la inversa, a través de dicha al menos una tubería de comunicación, siendo el depósito apto para contener un volumen de gas, y medios de calentamiento aptos para hacer variar el volumen de gas en el depósito, estando los medios de calentamiento configurados para vaporizar el ergol en el depósito.

En la presente divulgación, por «al menos un ergol», se entiende que uno o varios ergoles o propergoles pueden fluir en el circuito de alimentación en estado líquido.

El depósito está en comunicación fluidica con el circuito de alimentación, de modo que un fluido contenido en el depósito puede fluir de este último hasta el circuito de alimentación, y a la inversa. Más precisamente, el fluido puede ir y venir entre el depósito y el circuito de alimentación, lo que permite que las oscilaciones hidráulicas existentes en el circuito de alimentación sean transmitidas al depósito. Se entiende así que este depósito es un depósito añadido al circuito de alimentación, efectuándose la comunicación fluidica entre este último y el depósito por un tramo intermedio de la línea de alimentación, entre el depósito principal del motor cohete, que contiene el ergol destinado a alimentar la cámara de combustión, y la propia cámara de combustión. El fluido presente en el

depósito puede ser ergol en estado líquido que circula en el circuito de alimentación, así como una burbuja de gas formada de manera esencial, si no exclusiva, por ergol en estado gaseoso, presente en la parte superior de este depósito.

5 El sistema de alimentación comprende además medios de calentamiento. Por «aptos para hacer variar el volumen de gas en el depósito», se entiende que estos medios de calentamiento son, por ejemplo, aptos para estar regulados de modo que eleven la temperatura dentro del depósito, para provocar así la evaporación del ergol líquido presente en el depósito y para aumentar por lo tanto el volumen de la burbuja de gas presente igualmente en este depósito. Así, actuando sobre el volumen de esta burbuja, es posible modificar la frecuencia hidráulica en el circuito de
10 alimentación, de manera que se asegura que esta frecuencia hidráulica no coincide con la frecuencia de las oscilaciones mecánicas del cohete, incluso si la misma varía en el transcurso del vuelo, evitando así la entrada en resonancia del conjunto. Este dispositivo permite por lo tanto preservar la integridad mecánica del cohete y prescindir de la utilización de helio o cualquier otra inyección de gas para la formación y la regulación del volumen de esta burbuja. El riesgo de generar inestabilidades dinámicas, provocadas por la expulsión de este gas hasta la turbobomba, está así limitado, debido a que al menos una parte del gas se vuelve a condensar una vez en la línea de alimentación. Por otro lado, este dispositivo permite reducir los costes con relación a las configuraciones a volumen variable, tales como las descritas en la patente FR2975440.

20 En ciertos modos de realización, el depósito y los medios de calentamiento están separados, al menos parcialmente, del circuito de alimentación por una zona térmicamente conductora.

El depósito y el circuito de alimentación pueden, por ejemplo, estar separados por una pared o un puente metálico. Esto permite poder controlar la conducción entre el depósito y el circuito de alimentación. Así, es posible hacer variar el volumen de la burbuja de gas en un tiempo limitado, por ejemplo, del orden de diez segundos, cuando sea necesario.
25

En ciertos modos de realización, el depósito y los medios de calentamiento están separados, al menos parcialmente, del circuito de alimentación por una zona térmicamente aislante.

30 Esta zona térmicamente aislante puede comprender cualquier tipo de material térmicamente aislante dispuesto entre el depósito y el circuito de alimentación, o comprender también una zona en la que el depósito y el circuito de alimentación están separados por un espacio. Esta zona térmicamente aislante permite limitar las pérdidas térmicas del depósito, al limitar la influencia térmica del circuito de alimentación sobre el depósito. Se aumenta así la precisión de los medios de calentamiento y se reduce la potencia térmica necesaria, minimizándose el impacto de la temperatura del circuito de alimentación.
35

En ciertos modos de realización, el depósito comunica con el circuito de alimentación por mediación de al menos dos tuberías de comunicación.

40 Dichas al menos dos tuberías permiten poner en comunicación fluidica el depósito y el circuito de alimentación.

En ciertos modos de realización, el circuito de alimentación comprende un conducto que tiene una dirección axial, y el depósito está dispuesto radialmente alrededor del circuito de alimentación, con relación a la dirección axial.

45 Por ejemplo, en ciertos modos de realización, el depósito tiene una cavidad, estando la cavidad desplazada radialmente con relación a la dirección axial, en un lado del circuito de alimentación.

Esta disposición permite optimizar el aislamiento térmico entre el depósito y el circuito de alimentación, al limitar la proporción de superficies del depósito y del circuito de alimentación enfrentadas, respectivamente, unas a otras.
50

Según otro ejemplo, en ciertos modos de realización, el depósito es anular y está dispuesto radialmente alrededor del circuito de alimentación con relación a la dirección axial.

55 Esta disposición permite obtener un conjunto más compacto y optimizar así la rigidez del sistema de alimentación. Igualmente, permite un flujo más homogéneo en el circuito de alimentación a causa de la simetría de revolución.

En ciertos modos de realización, los medios de calentamiento comprenden al menos un elemento de calentamiento en una cara del depósito.

60 En ciertos modos de realización, los medios de calentamiento comprenden al menos dos elementos de calentamiento en una cara del depósito, estando dichos al menos dos elementos de calentamiento repartidos a lo largo de dicha cara.

65 El o los elementos de calentamiento pueden estar, por ejemplo, en contacto con la cara externa del depósito. Por consiguiente, el calentamiento de la cavidad del depósito se efectúa por conducción a través de la pared de dicho

depósito. La regulación del volumen de la burbuja de gas en la cavidad se puede realizar por lo tanto mediante una sencilla transferencia térmica, sin necesitar la adición de un gas en la cavidad.

En ciertos modos de realización, el o los elementos de calentamiento son resistencias eléctricas.

5 Cuando son recorridas por una corriente eléctrica, estas resistencias eléctricas desprenden el calor transferido por conducción a través de la pared del depósito. La regulación del volumen de gas en la cavidad de este dispositivo se puede efectuar por lo tanto mediante un dispositivo sencillo y poco costoso.

10 En ciertos modos de realización, el o los elementos de calentamiento son circuitos, configurado cada uno para hacer circular un fluido caliente.

15 Por «caliente», se entiende una temperatura superior a la temperatura de vaporización del ergol. Estos circuitos pueden ser, por ejemplo, conductos enrollados alrededor del depósito, en los que circula un fluido caliente. El fluido caliente puede ser extraído, por ejemplo, en diferentes lugares del motor cohete. Por lo tanto, no es necesaria la aportación de uno o varios fluidos suplementarios, lo que ofrece una solución económica. Igualmente, en este caso, las transferencias de calor se realizan igualmente por conducción a través de la pared del depósito.

20 En ciertos modos de realización, los circuitos están dispuestos en el interior de la pared del depósito.

Los circuitos se realizan así al mismo tiempo que la pared del depósito durante la fabricación de la misma, por ejemplo, mediante fabricación aditiva. Esto permite minimizar los costes de fabricación globales del sistema de alimentación. Por otro lado, el hecho de que los circuitos estén dispuestos en la pared del depósito permite optimizar las transferencias de calor desde estos circuitos hasta la cavidad del dispositivo.

25 En ciertos modos de realización, el sistema de alimentación comprende una unidad de control electrónico.

En ciertos modos de realización, la unidad de control electrónico está configurada para activar los elementos de calentamiento, unos independientemente de otros.

30 En ciertos modos de realización, la unidad de control electrónico está configurada para modular la potencia enviada a cada uno de los elementos de calentamiento, unos independientemente de otros.

35 La unidad de control electrónico puede ser una unidad del tipo ECU (del inglés, "Electronic Control Unit"). Esta unidad permite, por ejemplo, mediante una orden de un usuario o de manera automática, activar o desactivar independientemente uno y/u otro de los elementos de calentamiento. Esto permite dar órdenes para la activación de estos elementos de calentamiento en función del volumen de gas deseado en la cavidad del depósito. Así, es posible regular fácilmente el volumen de la burbuja de gas en esta cavidad, y no estar limitado así a un volumen único, contrariamente a las soluciones existentes.

40 En ciertos modos de realización, el sistema de alimentación comprende un dispositivo de medición de niveles que permite determinar el nivel de una interfaz líquido/gas dentro del depósito, estando el dispositivo de medición de niveles conectado a la unidad de control electrónico.

45 El dispositivo de medición de niveles puede comprender, por ejemplo, una pluralidad de sensores de temperatura, que permiten estimar indirectamente el nivel de la interfaz líquido/gas.

En ciertos modos de realización, el dispositivo de medición de niveles es una sonda de nivel.

50 La sonda de nivel permite conocer directa y fácilmente el nivel de la interfaz líquido/gas en la cavidad y, por lo tanto, el volumen de la burbuja de gas en esta cavidad.

En ciertos modos de realización, la unidad de control electrónico está configurada para, en función del nivel de la interfaz líquido/gas dentro del depósito determinado por el dispositivo de medición de niveles, activar uno y/u otro de los elementos de calentamiento y/o desactivar uno y/u otro de los elementos de calentamiento.

55 La sonda de nivel permite comunicar a la unidad de control electrónico el nivel de la interfaz líquido/gas en la cavidad del dispositivo idealmente en tiempo real. En función de un volumen de gas deseado, la unidad de control electrónico puede por lo tanto dar órdenes por sí misma para la activación o la desactivación de uno o varios elementos de calentamiento en base a la información comunicada por la sonda de nivel, sin intervención exterior de un usuario. Por consiguiente, el volumen de gas se puede regular en bucle cerrado, de manera autónoma.

60 En ciertos modos de realización, la unidad de control electrónico está configurada para programar temporalmente la modulación de la potencia enviada a cada uno de los elementos de calentamiento.

Así, es posible regular de antemano la ECU y, por lo tanto, la potencia que alimenta los elementos de calentamiento, en función del perfil de la misión y de las condiciones de vuelo previstas. Esto permite prescindir de la necesidad de sensores o sonda de nivel y simplificar así el dispositivo.

- 5 En ciertos modos de realización, el depósito comprende una pared doble que presenta una pared externa y una pared interna de mayor conductividad que la pared externa.

Por consiguiente, pueden mejorarse las transferencias térmicas entre los elementos de calentamiento y el ergol, minimizando al mismo tiempo las transferencias térmicas entre la pared externa del depósito y el circuito de alimentación. El volumen de la burbuja de gas en la cavidad se puede así regular con más precisión y de manera más económica.

Descripción de las figuras

15 La invención y sus ventajas se entenderán mejor con la lectura de la descripción detallada que se hace a continuación de diferentes modos de realización de la invención, dados a título de ejemplos no limitativos. Esta descripción hace referencia a las páginas de las figuras anexas, en las que:

- la figura 1 representa un esquema de principio de un sistema de alimentación;
- 20 - la figura 2 es una vista en perspectiva de un primer modo de realización;
- las figuras 3A y 3B representan un corte transversal de un primer ejemplo de sistema de alimentación del primer modo de realización, en dos estados de funcionamiento;
- la figura 4 representa un corte transversal de un segundo ejemplo de sistema de alimentación del primer modo de realización;
- 25 - la figura 5 es una vista en perspectiva de un segundo modo de realización.

Descripción detallada de la invención

30 La figura 1 muestra un esquema de principio de un sistema de alimentación 1 para la alimentación de un motor cohete con al menos un ergol. El sistema de alimentación 1 comprende un circuito de alimentación 10 que se extiende según una dirección axial A, en el que circula ergol L en estado líquido según el sentido de flujo indicado por la flecha, entre un depósito principal (no representado), en el que está almacenado el ergol destinado a alimentar el motor, y la cámara de combustión (no representada). El sistema de alimentación 1 comprende igualmente un depósito 20, que comprende una cavidad 22. El depósito 20 está en comunicación fluidica con el circuito de alimentación 10, por mediación de al menos una tubería de comunicación 50.

35 La cavidad 22 contiene, en su parte inferior, un cierto volumen de ergol líquido L que comunica con el ergol líquido que circula en el circuito de alimentación 10 por mediación de la tubería 50, y en su parte superior, una burbuja de gas G, correspondiente al ergol en estado vapor. Las oscilaciones hidráulicas existentes en el circuito de alimentación 10 pueden así transmitirse al depósito 20 a través de la tubería 50 y ser amortiguadas por la presencia de la burbuja de gas G.

40 El sistema de alimentación 1 comprende igualmente unos elementos de calentamiento 30, dispuestos en este caso en una cara externa de la pared del depósito 20. Los elementos de calentamiento 30 están configurados para aportar calor a la cara externa del depósito 20. Este calor se transfiere entonces por conducción a través de la pared del depósito 20, hasta la cavidad 22, aumentando por consiguiente la temperatura en la misma. Este aumento de la temperatura provoca la evaporación del ergol líquido L y, por lo tanto, el aumento del volumen de la burbuja de gas G en la cavidad 22.

45 Por otro lado, excepto por la presencia de la tubería de comunicación 50, por la que el circuito de alimentación 10 y el depósito 20 están en comunicación fluidica, el circuito de alimentación 10 y el depósito 20 están aislados entre sí por una zona térmicamente aislante 40. Esta zona térmicamente aislante 40 permite regular con precisión los elementos de calentamiento 30 a la temperatura deseada, al minimizar el impacto de la temperatura del circuito de alimentación 10, pero también al minimizar el impacto de la temperatura del depósito 20 sobre el circuito de alimentación 10.

50 De manera alternativa, el circuito de alimentación 10 y el depósito 20 pueden estar separados entre sí por una zona térmicamente conductora. Así, puede ser posible controlar el impacto de la temperatura del circuito de alimentación 10. Esto permite, cuando sea necesario, enfriar rápidamente el depósito 20, y disminuir así rápidamente el volumen de la burbuja de gas G, al sacar provecho de la temperatura del circuito de alimentación 10.

55 La figura 2 representa una vista en perspectiva, que ilustra un corte en un plano de corte paralelo al eje A del sistema de alimentación 1, de un primer modo de realización de la invención. El circuito de alimentación 10 presenta una estructura sensiblemente cilíndrica alrededor del eje A. Según este modo de realización, el depósito 20 presenta

una forma oblonga, que comprende un tronco sensiblemente cilíndrico, y está desplazado radialmente con relación al circuito de alimentación 10.

5 El depósito 20 no comunica con el circuito de alimentación 10 nada más que por mediación de la tubería de comunicación 50. El depósito 20 está dispuesto de modo que el eje de revolución del mismo sea paralelo a la dirección axial A, de modo que la burbuja de gas G se encuentra atrapada con naturalidad en la parte del depósito 20 opuesta a la tubería de comunicación 50.

10 A fin de mejorar la resistencia mecánica del sistema, al menos un conjunto de refuerzos 42 puede estar previsto alrededor del depósito 20, en su cara externa, y en la cara externa del circuito de alimentación 10. El hecho de que los refuerzos 42 alrededor del depósito 20 y del circuito de alimentación 10 estén formados juntos de una sola pieza confiere al depósito 20 un segundo punto de unión, además de la tubería 50, con el circuito de alimentación 10. Esto permite mejorar la resistencia mecánica del conjunto. Adicionalmente, los refuerzos 42 pueden estar formados de un material térmicamente aislante, de manera que no se crea puente térmico entre el circuito de alimentación 10 y el depósito 20. Así, el circuito de alimentación 10 y el depósito 20 están aislados entre sí por una zona térmicamente aislante 40, que puede comprender estos refuerzos 42, y un espacio que separa el depósito 20 y el circuito de alimentación 10, pudiendo dicho espacio comprender gas o estar puesto al vacío. De manera alternativa, cuando el circuito de alimentación 10 y el depósito 20 están separados entre sí por una zona térmicamente conductora, los refuerzos 42 pueden estar formados de un material térmicamente conductor.

20 Las figuras 3A y 3B representan una sección transversal de un primer ejemplo de sistema de alimentación del primer modo de realización. En este ejemplo, los elementos de calentamiento 30 son resistencias eléctricas. Más precisamente, una primera resistencia eléctrica 30a está dispuesta alrededor del depósito sobre una parte superior del mismo, en este caso contra su pared externa. Una segunda resistencia eléctrica 30b está dispuesta debajo de la primera resistencia eléctrica 30a, según la dirección vertical, y una tercera resistencia eléctrica 30c está dispuesta debajo de la segunda resistencia eléctrica 30b. La primera resistencia eléctrica 30a está conectada a un primer conmutador 31a, la segunda resistencia eléctrica 30b está conectada a un segundo conmutador 31b y la tercera resistencia eléctrica 30c está conectada a un tercer conmutador 31c. Cada conmutador 31a, 31b y 31c permite activar y desactivar cada resistencia 30a, 30b, 30c, respectivamente, unos independientemente de otros. Los conmutadores pueden ser, por ejemplo, interruptores. Para hacer esto, una unidad de control electrónico 60, que comprende los conmutadores, da órdenes para la apertura y el cierre de estos últimos. En el ejemplo de la figura 3A, la unidad de control electrónico 60 da órdenes para el cierre del conmutador 31a, de modo que pone en comunicación la primera resistencia eléctrica 30a con una fuente de energía tal como una batería 32. Esta última puede entonces alimentar eléctricamente la primera resistencia eléctrica 30a, la cual calienta así la pared del depósito 20. En este mismo ejemplo, los conmutadores 31b y 31c están en posición abierta, de modo que la batería 32 no alimenta las resistencias segunda y tercera 30b y 30c.

40 Por otro lado, una sonda de nivel 70 puede estar prevista en la cavidad 22 y conectada a la unidad de control electrónico 60. Esta sonda de nivel 70 permite determinar la posición de la interfaz entre la fase líquida L y la fase gaseosa G del ergol presente en la cavidad 22 y, por lo tanto, el volumen de la burbuja de gas. Por consiguiente, en función de un volumen deseado de la burbuja de gas, correspondiente a un régimen de funcionamiento del motor cohete, y en base a la información recibida por la sonda de nivel 70, la unidad de control electrónico 60 puede dar órdenes para la activación de una o varias resistencias a fin de desplazar la interfaz líquido/gas a la altura deseada y conseguir así el volumen deseado de burbuja de gas.

45 En este ejemplo, en la figura 3A, solo la primera resistencia eléctrica 30a está activada, de modo que la interfaz líquido/gas en la cavidad 22 se encuentra al nivel de esta resistencia. Para pasar del estado de la figura 3A al de la figura 3B, para bajar el nivel de la interfaz líquido/gas y aumentar por lo tanto el volumen de la burbuja de gas, la unidad de control 60 da órdenes para la apertura del primer conmutador 31a de manera que desactiva la primera resistencia eléctrica 30a. Al mismo tiempo, la unidad de control 60 da órdenes para la activación de la tercera resistencia eléctrica 30c, dispuesta sobre la parte más baja del depósito 20 con relación a las otras resistencias eléctricas, cerrando el tercer conmutador 31c. La interfaz líquido/gas se baja así al nivel de esta tercera resistencia eléctrica 30c. Igualmente, es posible dar órdenes, previamente a la activación de la tercera resistencia eléctrica 30c, para la activación de la segunda resistencia eléctrica 30b. Esto permite controlar con eficacia y precisión la evolución del volumen de la burbuja de gas.

Aunque el ejemplo de las figuras 3A y 3B comprende tres resistencias, son posibles más resistencias. Así, más generalmente, la interfaz líquido/gas se puede bajar sensiblemente al nivel de la resistencia más baja activada.

60 La figura 4 representa un corte transversal de un segundo ejemplo de sistema de alimentación del primer modo de realización. En este ejemplo, los elementos de calentamiento 30 son circuitos en los que circula un fluido caliente. Los intercambios de calor se producen por lo tanto por transferencias convectivas y conductivas entre estos circuitos y la cavidad 22. Más precisamente, un primer circuito 300a está dispuesto alrededor del depósito sobre una parte superior del mismo, en este caso contra su pared externa. Un segundo circuito 300b está dispuesto debajo del primer circuito 300a, según la dirección vertical. El primer circuito 300a está conectado a una primera válvula 310a y a una salida de fluido 320a, y el segundo circuito 300b está conectado a una segunda válvula 310b y a una salida de

fluido 320b. Cada válvula 310a y 310b permite alimentar, respectivamente, los circuitos 300a y 300b, uno independientemente de otro, en función del volumen deseado de la burbuja de gas, y de la información recibida por la sonda de nivel 70. Para hacer esto, las válvulas están conectadas a la unidad de control electrónico 60, que da órdenes para la apertura y el cierre de estas válvulas. La unidad de control electrónico puede regular igualmente los caudales de flujo del fluido caliente en uno u otro de los circuitos 300a y 300b, según el grado de apertura de las válvulas 310a y 310b. El fluido caliente puede ser gases calientes extraídos del motor cohete, otro ergol que tiene una temperatura de saturación, relativamente a las presiones consideradas, más elevada que el ergol que fluye en el circuito de alimentación 10, o cualquier otro fluido que permita el calentamiento de la pared del depósito 20 y la evaporación del ergol líquido en la cavidad 22. En el ejemplo presentado en la figura 4, los circuitos 300a y 300b son tubos enrollados alrededor del depósito 20, contra la pared externa del mismo. No obstante, estos tubos pueden estar igualmente dispuestos en el interior de la pared del depósito 20. Adicionalmente, aunque el ejemplo de la figura 4 comprende dos circuitos, son posibles más circuitos. Por otro lado, aunque en el ejemplo de la figura 4, un mismo fluido caliente permite alimentar selectivamente uno u otro de los circuitos, cada uno de estos circuitos puede estar igualmente alimentado por un fluido caliente diferente.

La figura 5 representa una vista en perspectiva, que ilustra una sección en un plano de corte paralelo al eje A del sistema de alimentación 1, de un segundo modo de realización. El circuito de alimentación 10 presenta una estructura sensiblemente cilíndrica alrededor del eje A. Según este modo de realización, el depósito 20 presenta una forma anular y está dispuesto radialmente alrededor del circuito de alimentación 10. El depósito 20 comunica con el circuito de alimentación 10 por mediación de una pluralidad de tuberías de comunicación 50, conectadas a una parte inferior del depósito 20.

El circuito de alimentación 10 y el depósito 20 están aislados entre sí por una zona térmicamente aislante 40. En este modo de realización, esta zona térmicamente aislante 40 comprende, además de un espacio que puede comprender gas, vacío o un material aislante no estructural (por ejemplo, espuma) entre el depósito 20 y el circuito de alimentación 10, una estructura de malla 44, por ejemplo, alveolar, que une mecánicamente el circuito de alimentación 10 y el depósito 20. Esta estructura de malla 44 presenta una conductividad térmica reducida. Esta estructura de malla 44 permite mejorar la rigidez del sistema de alimentación 1, al mismo tiempo que se controlan las pérdidas térmicas en la cavidad 22.

En el ejemplo de la figura 5, los elementos de calentamiento 30 son resistencias eléctricas dispuestas alrededor del depósito 20 y por toda su periferia. Sin embargo, los circuitos tales como los descritos con referencia a la figura 4 se pueden utilizar igualmente como elementos de calentamiento 30 en este modo de realización. Por otro lado, el modo de funcionamiento del sistema de alimentación 1, que permite regular el volumen de la burbuja de gas G en la cavidad 22, es el mismo que para el primer modo de realización, y no se repetirá por lo tanto en este caso.

Aunque la presente invención se ha descrito haciendo referencia a ejemplos de realización específicos, es evidente que se pueden efectuar modificaciones y cambios en estos ejemplos sin salirse del alcance general de la invención, tal como se define por las reivindicaciones. Adicionalmente, aunque se han presentado elementos de calentamiento que utilizan elementos conductivos (resistencias eléctricas) o intercambiadores convectivos, son previsibles otras soluciones conductivas y convectivas, así como elementos de calentamiento que funcionan por intercambios radiactivos o inductivos. Por consiguiente, la descripción y los dibujos se deben considerar en sentido ilustrativo, en lugar de restrictivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de alimentación (1) para la alimentación de un motor cohete con al menos un ergol, comprendiendo el sistema de alimentación (1) al menos un circuito de alimentación (10) apto para hacer circular el ergol y al menos un depósito (20) en comunicación fluidica con el circuito de alimentación (10) por mediación de al menos una tubería de comunicación (50), de modo que un fluido contenido en el depósito (20) puede fluir de este último hasta el circuito de alimentación (10), y a la inversa, a través de dicha al menos una tubería de comunicación (50), siendo el depósito (20) apto para contener un volumen de gas (G), estando el sistema de alimentación (1) **caracterizado por que** comprende medios de calentamiento aptos para hacer variar el volumen de gas en el depósito (20), estando los medios de calentamiento configurados para vaporizar el ergol en el depósito (20).
- 10 2. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 1, en el que el depósito (20) y los medios de calentamiento están separados, al menos parcialmente, del circuito de alimentación (10) por una zona térmicamente aislante (40).
- 15 3. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 1 o 2, en el que el circuito de alimentación (10) comprende un conducto que tiene una dirección axial (A), y el depósito (20) está dispuesto radialmente alrededor del circuito de alimentación (10), con relación a la dirección axial (A).
- 20 4. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 3, en el que el depósito (20) tiene una cavidad (22), estando la cavidad (22) desplazada radialmente con relación a la dirección axial (A), en un lado del circuito de alimentación (10).
- 25 5. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 3, en el que el depósito (20) es anular y está dispuesto radialmente alrededor del circuito de alimentación (10) con relación a la dirección axial (A).
- 30 6. Sistema de alimentación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de calentamiento comprenden al menos dos elementos de calentamiento (30) en una cara del depósito (20), estando dichos al menos dos elementos de calentamiento (30) repartidos a lo largo de dicha cara.
- 35 7. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 6, en el que dichos al menos dos elementos de calentamiento (30) son resistencias eléctricas.
8. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 6, en el que dichos al menos dos elementos de calentamiento (30) son circuitos, configurado cada uno para hacer circular un fluido caliente.
- 40 9. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 8, en el que los circuitos están dispuestos en el interior de la pared del depósito (20).
- 45 10. Sistema de alimentación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende una unidad de control electrónico (60) configurada para activar los elementos de calentamiento (30), unos independientemente de otros.
- 50 11. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 10, que comprende un dispositivo de medición de niveles (70) que permite determinar el nivel de una interfaz líquido/gas dentro del depósito (20), estando el dispositivo de medición de niveles (70) conectado a la unidad de control electrónico (60).
12. Sistema de alimentación (1) según la reivindicación 10 u 11, en el que la unidad de control electrónico (60) está configurada para, en función del nivel de la interfaz líquido/gas dentro del depósito (20) determinado por el dispositivo de medición de niveles (70), activar uno y/u otro de los elementos de calentamiento (30).
13. Sistema de alimentación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el depósito (20) comprende una pared doble que presenta una pared externa y una pared interna de mayor conductividad que la pared externa.

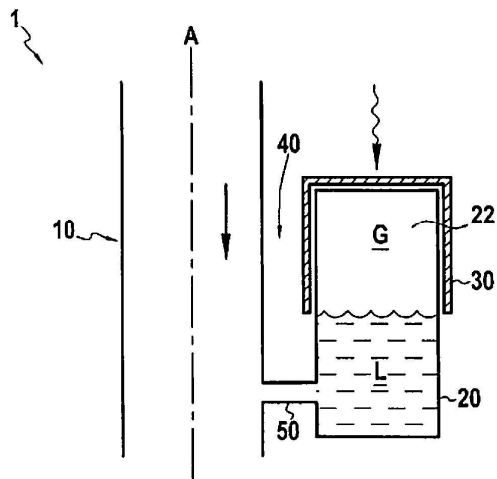


FIG.1

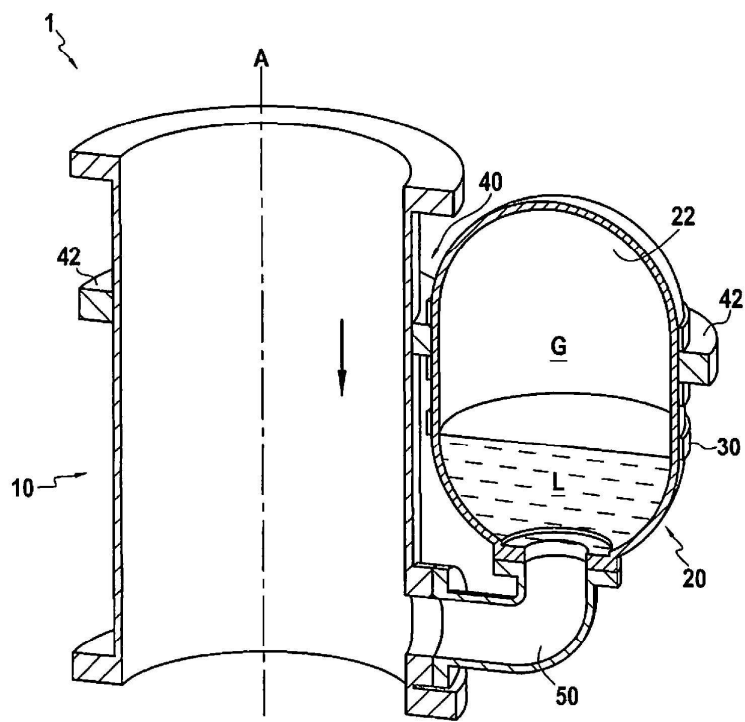


FIG.2

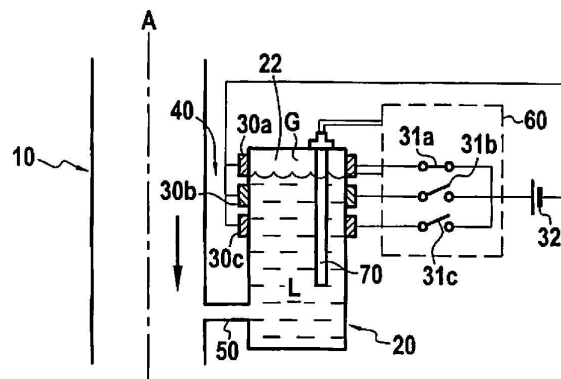


FIG. 3A

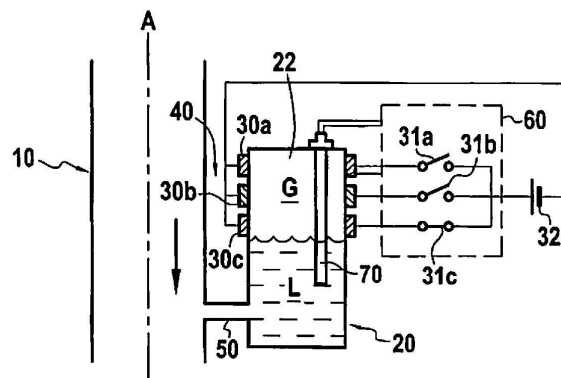


FIG. 3B

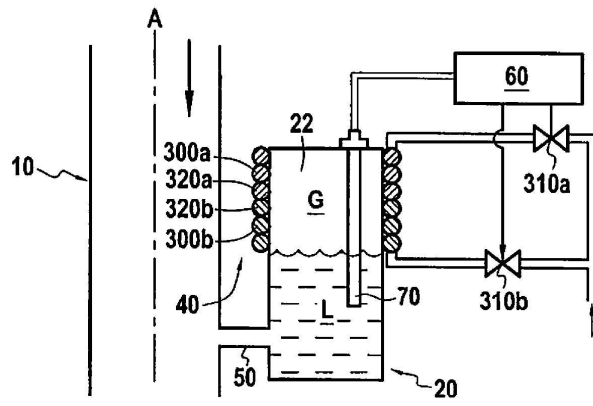


FIG. 4

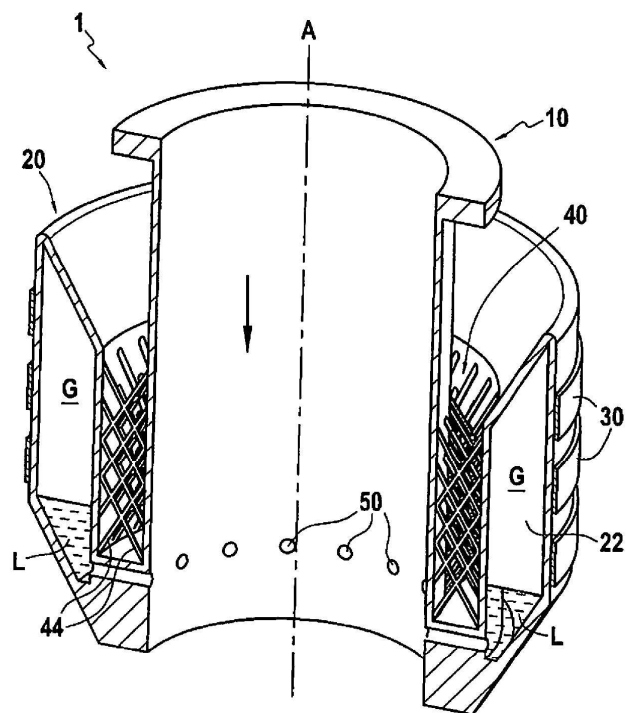


FIG. 5