

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 951**

51 Int. Cl.:

**F02K 9/78** (2006.01)

**B64G 1/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2014 PCT/EP2014/051099**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2014 WO14114628**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2014 E 14703284 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 2948665**

54 Título: **Sistema de acondicionamiento de circuitos criogénicos**

30 Prioridad:

**22.01.2013 FR 1350561**

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

**06.04.2021**

73 Titular/es:

**ARIANEGROUP SAS (100.0%)  
Tour Cristal, 7-11 quai André Citroën  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DUTHEIL, JEAN-PHILLIPE y  
HAMEURY, MARIE-SOPHIE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 816 951 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 acondicionamiento de circuitos criogénicos

**5 Antecedentes de la invención**

**Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un sistema para acondicionar y barrer circuitos de propelentes criogénicos de una aeronave.

15 En el contexto de la presente invención, se entiende por "aeronave" cualquier vehículo apto para moverse en la atmósfera terrestre y en el espacio y que comprenda al menos un circuito de fluido criogénico, en particular para alimentar un motor de cohetes. En particular, puede ser una aeronave de vuelo mixto aerodinámico y espacial de una sola etapa, como se describe en el documento FR 2 907 422 A1 a nombre del solicitante o en el documento GB 2196393, un vehículo de dos etapas o un vehículo que comprende un avión de transporte y un avión aeroespacial lanzado desde el avión de transporte.

**20 Antecedentes tecnológicos**

Los circuitos de propelentes criogénicos utilizados para propelentes de motores de cohetes, tuberías y dispositivos auxiliares, en particular lanzaderas o aeronaves espaciales, no se pueden dejar en contacto con el aire ambiente porque la humedad de este aire se congela en contacto con estos circuitos.

25 En el caso de circuitos de muy baja temperatura, por ejemplo circuitos que comprenden hidrógeno líquido, el oxígeno en el aire también podrá licuarse y acumularse con los riesgos asociados de explosiones e incendios que esto implica.

30 Asimismo, es necesario evacuar los gases resultantes de las fugas en estos circuitos y evitar cualquier contaminación del entorno de los circuitos por estos gases.

35 Para evitar estos problemas, una práctica conocida es hacer circular nitrógeno o helio de forma continua y a una presión mayor que la presión atmosférica alrededor de estos circuitos siempre que el vehículo esté en tierra. Este proceso de proteger circuitos criogénicos barriendo un gas se llama acondicionamiento.

Las lanzaderas espaciales que utilizan sistemas de propulsión criogénica tienen un tiempo de vuelo a través de la atmósfera muy corto del orden de unas pocas decenas de segundos, lo que limita el tiempo de exposición de los circuitos al aire atmosférico durante este vuelo.

40 Por tanto, el control ambiental y acondicionamiento de los circuitos criogénicos se realiza en tierra, desde antes del llenado de los tanques, mediante un circuito de acondicionamiento conectado a la lanzadera. Este acondicionamiento continúa hasta el despegue de la lanzadera, pero los dispositivos de suministro de gas acondicionador se desconectan cuando la lanzadera despega.

45 El circuito de acondicionamiento realiza un barrido continuo de las áreas de la lanzadera que contienen los circuitos criogénicos y tanques con nitrógeno seco en caso de que la propulsión no utilice hidrógeno líquido o helio cuando se utiliza hidrógeno, nitrógeno o helio que procede de una instalación en tierra.

50 Los circuitos de acondicionamiento también garantizan la recogida de propelentes de las fugas.

Por otro lado, ya no necesitan ser introducidos durante el vuelo atmosférico de las lanzaderas porque el rápido ascenso de estos vehículos a través de la atmósfera da lugar al vaciado de los compartimentos internos debido a la rápida caída de la presión externa.

55 Esta caída de presión significa que tampoco hay entrada de aire exterior en los compartimentos correspondientes de estas aeronaves.

Esto es bastante diferente para una aeronave tipo avión aeroespacial que usa propulsión de motor de cohete que usa propelentes líquidos criogénicos de LOx/metano o semicriogénicos con oxígeno líquido.

60 De hecho, un avión aeroespacial tendrá una fase de crucero de varias decenas de minutos en la atmósfera y se hace necesario continuar el barrido y acondicionamiento de los circuitos de propelentes criogénicos durante el vuelo atmosférico.

65 Un dispositivo de este tipo y el gas acondicionador asociado resultan muy desventajosos en términos de masa seca tanto por los depósitos de almacenamiento como por la masa del gas acondicionador.

**Breve descripción de la invención**

5 El objeto de la presente invención es un sistema que aspira aire exterior y que extrae el nitrógeno del mismo para acondicionar los circuitos criogénicos al menos durante la fase de vuelo atmosférico de la aeronave.

Esta invención permite evitar el transporte y almacenamiento del gas acondicionador a bordo del vehículo.

10 Para ello, la presente invención propone, según la primera reivindicación, un dispositivo de acondicionamiento en vuelo de equipos para circuitos criogénicos de una aeronave que comprende medios para tomar aire del exterior de la aeronave y medios para extraer nitrógeno de este aire por medio de un separador de nitrógeno de tipo OBIGGS y medios de distribución de este nitrógeno alrededor de dichos componentes.

15 Ventajosamente, los medios de distribución comprenden medios de sobrepresión.

El dispositivo de acondicionamiento comprende medios para distribuir nitrógeno alrededor de los distintos equipos en los circuitos criogénicos de la aeronave mediante un circuito de tuberías provisto de orificios calibrados.

20 El dispositivo comprende medios para encapsular dicho equipo para recibir el nitrógeno de acondicionamiento.

El dispositivo de la invención convenientemente es adecuado para distribuir nitrógeno alrededor del equipo de los circuitos criogénicos al menos durante una fase de vuelo atmosférico de la aeronave.

25 Los medios de extracción son adecuados para estar ubicados en una etapa compresora de un motor de turbina con el que está equipada la aeronave.

Según una realización alternativa y no reivindicada, los medios de extracción aspiran directamente aire del exterior de la aeronave.

30 El dispositivo comprende medios de deshidratación en el circuito aguas abajo del separador.

Según una realización particular, el dispositivo complementa un dispositivo de circulación de nitrógeno o helio externo a la aeronave utilizado cuando la aeronave está en tierra.

35 La invención se aplica en particular a una aeronave que comprende un motor de cohete que utiliza uno o más propelentes criogénicos.

La aeronave es en particular del tipo de avión aeroespacial que comprende un motor de turbina de doble propulsión de aire y un motor de cohete.

40 La invención proporciona además, según la reivindicación 7, un proceso de acondicionamiento de equipos para circuitos criogénicos de una aeronave que comprende una primera etapa de acondicionamiento en tierra de los equipos para circuitos criogénicos de la aeronave por medio de un circuito de acondicionamiento externo conectado a la aeronave y una segunda etapa de acondicionamiento en vuelo de dicho equipo mediante un dispositivo separador de nitrógeno de la invención.

**Breve descripción de los dibujos**

50 Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes al leer la siguiente descripción de realizaciones a modo de ejemplo no limitantes de la invención con referencia a los dibujos que representan:

en la Figura 1 una vista esquemática de una aeronave equipada con un dispositivo según una realización de la invención;

55 en la Figura 2: un detalle del Figura 1.

**Descripción detallada de realizaciones de la invención**

60 El objetivo del dispositivo de la invención es eliminar la humedad y el oxígeno del entorno de los circuitos de propelentes criogénicos para la propulsión de una aeronave con motor de cohetes del tipo avión aeroespacial mediante el llenado de compartimentos que comprenden estos circuitos por el que el nitrógeno permanece gaseoso a las temperaturas de licuefacción de los combustibles y comburentes utilizados.

65 Este llenado o acondicionamiento en particular evita el deterioro de equipos como válvulas, compensadores mecánicos y otros dispositivos como fuelles o rótulas cuando este equipo se carga de hielo debido a la humedad ambiental.

- Según el ejemplo que se muestra en la Figura 1, el dispositivo comprende medios de recolección de aire en forma de entrada de recolección de aire en una etapa compresora 2 del motor aeronáutico 1 con el que está equipado un avión aeroespacial y comprende un separador de nitrógeno 3 de tipo OBIGGS por "On Board Inert Gas Generator System" en inglés, es decir, en español, un sistema de generación de gas inerte a bordo que puede incluir, en particular, un filtro molecular de membrana.
- Los dispositivos OBIGGS son dispositivos conocidos suministrados según las necesidades del cliente, en particular por la empresa francesa Air Liquide.
- Los medios de extracción se encuentran en este caso en una última etapa compresora del motor de turbina 1 con el que está equipada la aeronave.
- La elección de la etapa del compresor depende de la presión requerida para la extracción de gas.
- Como variante, la muestra puede tomarse fuera del vehículo a través de una entrada de aire y los medios de extracción en este caso aspiran directamente aire del exterior de la aeronave.
- También es posible tener un intercambiador de calor en el circuito de purga para enfriar el aire de purga antes de que ingrese al OBIGGS.
- El aire del que se extrae el nitrógeno se descarga al exterior del avión mediante una válvula 10.
- El separador de nitrógeno 3 va seguido opcionalmente por un compresor y el flujo de nitrógeno se dirige a un circuito de distribución 4 para realizar el acondicionamiento y distribuir el nitrógeno alrededor de los diversos equipos que transportan fluidos criogénicos.
- Los medios de distribución comprenden un circuito de tuberías y orificios calibrados al nivel de los dispositivos a acondicionar para entregar una cantidad de nitrógeno correspondiente a las necesidades según los volúmenes a llenar.
- El criterio de diseño de estos orificios es que, teniendo en cuenta el caudal de los OBIGGS, los orificios se calibren para mantener las zonas acondicionadas en exceso de presión con respecto a su entorno a fin de evitar la entrada de oxígeno y aire húmedo del entorno alrededor de los circuitos criogénicos.
- Cabe señalar que la presión externa a la aeronave disminuye con la altitud, con lo que la necesidad de sobrepresión también disminuye, lo que eventualmente permite limitar el caudal solicitado al dispositivo.
- La separación realizada por el dispositivo OBIGGS normalmente es adecuada para suministrar nitrógeno a niveles de humedad y oxígeno suficientemente bajos, pero opcionalmente se puede añadir al circuito un dispositivo de deshidratación, que comprende una evacuación del agua al exterior de la aeronave a través de una válvula 10, por ejemplo.
- El dispositivo de la invención que no utiliza un tanque de nitrógeno a bordo proporciona un ahorro de peso significativo y por lo tanto una ganancia de rendimiento en comparación con una aeronave que lleve el gas acondicionador.
- Para limitar el volumen de nitrógeno a generar, los distintos equipos de fluido criogénico, válvulas, filtros y compensadores se encapsulan en un encofrado en el que se realiza el barrido de nitrógeno.
- Las tuberías son, por ejemplo, tuberías de doble pared con circulación de nitrógeno entre su pared interna y su pared externa.
- En el caso de una pared exterior termoaislante, el nitrógeno y la pared exterior aíslan térmicamente las tuberías.
- Cabe señalar que para no tener que suministrar un volumen demasiado grande de nitrógeno con los medios de a bordo, el dispositivo de la invención complementa ventajosamente un dispositivo de tierra para hacer circular nitrógeno externo a la aeronave con el que se llena previamente el volumen de acondicionamiento.
- De esta forma, el dispositivo de la invención solo tiene que compensar las pérdidas del circuito una vez que la aeronave está en vuelo y distribuir el nitrógeno por los circuitos criogénicos durante la fase de vuelo atmosférico de la aeronave en sustitución del volumen de nitrógeno que se escapa del circuito.
- Cabe señalar que la invención no es aplicable a un circuito de combustible criogénico que contenga hidrógeno líquido porque en este caso no se puede utilizar el nitrógeno que se congelará.
- La invención se aplica, por ejemplo, a un avión aeroespacial de un solo vehículo con propulsión de doble

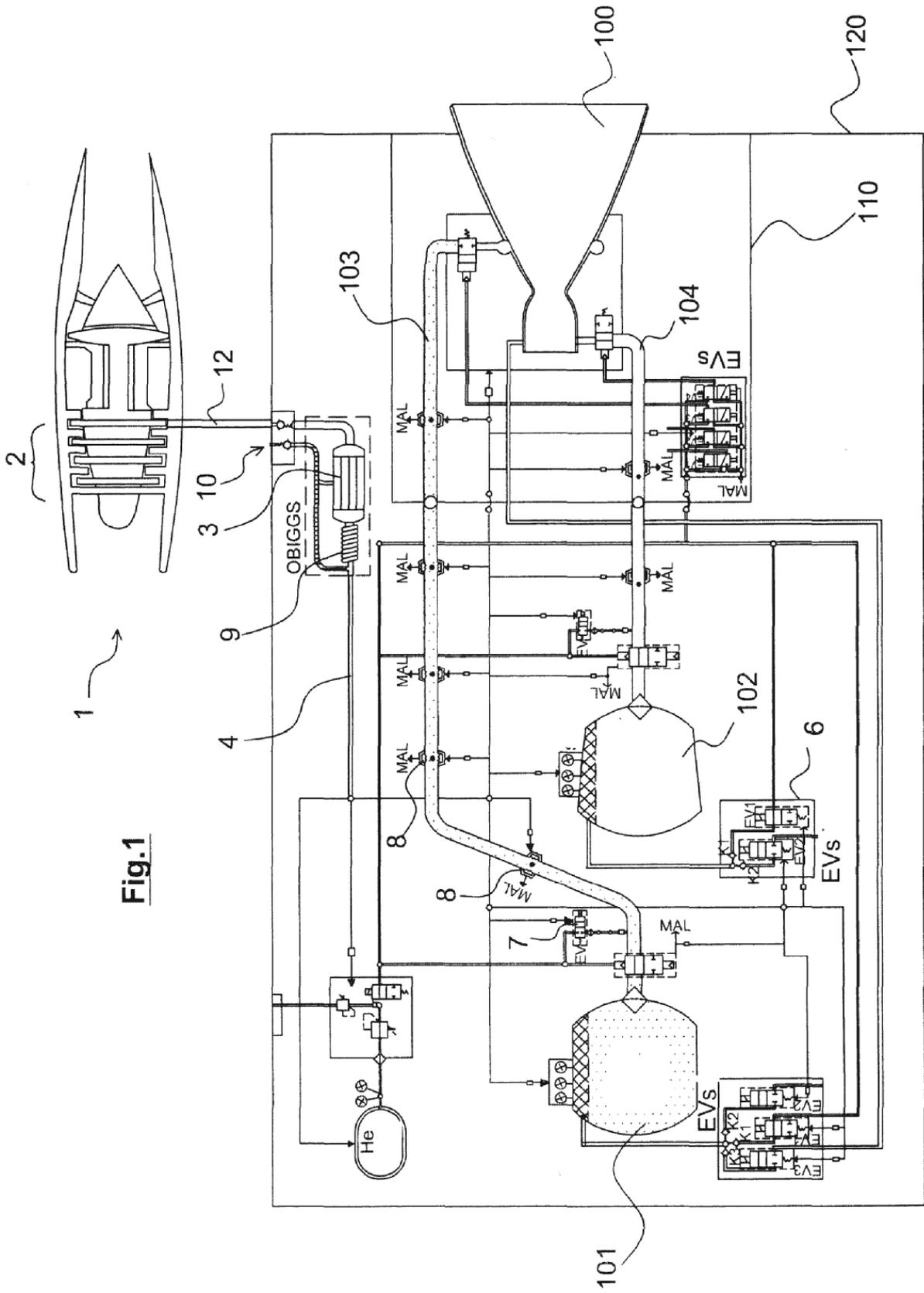
turbo reactor y motor de cohetes.

La Figura 1 representa un ejemplo esquemático de dicha aeronave que comprende un dispositivo de la invención.

- 5 La aeronave está provista de un turbo reactor 1, del cual se toma el aire utilizado para extraer el nitrógeno, está provisto de un motor de cohetes 100 y tanques 101, 102 de propelentes criogénicos distribuidos al motor de cohetes por tuberías 103, 104.
- 10 La interfaz del fuselaje de la aeronave se muestra esquemáticamente en el recuadro 120 y el entorno del motor de cohetes se muestra esquemáticamente en el recuadro 110.
- 15 La función de barrido/acondicionamiento atmosférico en vuelo se lleva a cabo mediante la toma 12 de aire exterior comprimido, aguas abajo del compresor 2 del turbo reactor 1 del avión aeroespacial, y a continuación separando el nitrógeno utilizando un equipo tipo OBIGGS 3.
- 20 A continuación, el nitrógeno se lleva a un nivel muy bajo de humedad y oxígeno mediante un circuito de tuberías 4 que comprende, en particular según la Figura 2, orificios de distribución de gas 5 debidamente calibrados para distribuir nitrógeno alrededor de los distintos equipos 6, 7, 8 de los circuitos criogénicos, por ejemplo: electroválvulas 6, 7 filtros o compensadores, cardanes 8 en las tuberías de propelentes criogénicos 103, 104.
- El equipo que no está incorporado en las carcasas está encapsulado en manguitos 13 para permitir reducir el volumen de fluido acondicionador requerido.
- 25 Según el ejemplo, al dispositivo OBIGGS 3 le siguen los medios de deshidratación 9 y la salida de gas húmedo 10 escapa al exterior de la aeronave.
- Al final del circuito, tiene lugar un escape 11 del nitrógeno de acondicionamiento al nivel de los componentes encapsulados 6, 7, 8 de modo que siempre haya un barrido de gas alrededor de estos componentes.
- 30 El diseño del circuito, los volúmenes de los manguitos 13 y la calibración de los orificios de distribución de gas 5 y de las fugas permiten el control de la presión para asegurar que el flujo del gas de acondicionamiento se realiza en la dirección de la fuente OBIGGS hacia el escape del circuito de acondicionamiento sin entrada de aire ambiente en las áreas a proteger.
- 35 Se observará que si la aeronave es de dos etapas, con una primera etapa que comprende el turbo reactor, y la segunda etapa el motor de cohetes, es necesario proporcionar en la línea 12 un dispositivo de conexión/desconexión automática que realizará una desconexión y cierre de los circuitos durante la separación de etapas.
- 40 Lo mismo es cierto para un sistema con un avión de transporte y un avión aeroespacial lanzado desde el avión de transporte.
- 45 Además de evitar la congelación y los depósitos de hielo en los equipos o componentes de los circuitos criogénicos producidos por el acondicionamiento que proporciona el dispositivo de la invención, este acondicionamiento también va acompañado de un efecto de regulación térmica; por ejemplo, manteniendo a temperatura determinados equipos eléctricos sensibles. Esto se consigue mediante el gas utilizado que se opone al enfriamiento debido a la proximidad de las líneas criogénicas a lo largo del vuelo atmosférico de la aeronave.
- 50 La invención no se limita al ejemplo mostrado y en particular según una realización particular, la humedad residual en el nitrógeno puede condensarse pasando a través de un intercambiador con las líneas de propelente a temperatura criogénica y recolectarse o solidificarse en una zona adecuada. El nitrógeno enfriado limita así los intercambios térmicos con los propelentes durante su uso en el circuito de acondicionamiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de acondicionamiento en vuelo de equipos de circuitos criogénicos (6, 7, 8) que transportan fluidos criogénicos desde uno o más tanques al motor o motores de una aeronave, **caracterizado por que** comprende:
- medios de recolección de aire del exterior de la aeronave, pudiendo estar dichos medios de recolección de aire situados en una etapa compresora (2) de un motor de turbina (1) con el que está equipada la aeronave,
  - medios para extraer nitrógeno de este aire mediante un separador de nitrógeno de tipo OBIGGS (3),
  - medios de distribución (4, 5) de este nitrógeno alrededor de dichos equipos, comprendiendo dichos medios de distribución de nitrógeno un circuito de tuberías (4) provisto de orificios calibrados (5), para barrer dichos equipos con el nitrógeno, estando dichos orificios calibrados para mantener los equipos acondicionados a sobrepresión con respecto a su entorno,
  - medios para encapsular (13) dichos equipos (6, 7, 8) para recibir el nitrógeno de acondicionamiento, y
  - medios de secado (9) en el circuito aguas abajo del separador.
2. Dispositivo de acondicionamiento según la reivindicación 1, en el que los medios de distribución comprenden medios de sobrepresión.
3. Dispositivo de acondicionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, adaptado para distribuir el nitrógeno de acondicionamiento alrededor del equipamiento de los circuitos criogénicos al menos durante una fase de vuelo atmosférico de la aeronave.
4. Dispositivo de acondicionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** completa un dispositivo en tierra para hacer circular nitrógeno o helio en el exterior de la aeronave.
5. Aeronave que comprende un motor de cohetes (100) que utiliza uno o más propelentes criogénicos, **caracterizada por que** comprende un dispositivo de acondicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
6. Aeronave según la reivindicación 5 de tipo avión aeroespacial, **caracterizada por que** comprende un motor de turbina de doble propulsión de aire (1) y un motor de cohetes (100).
7. Proceso de acondicionamiento de equipos para circuitos criogénicos de una aeronave, **caracterizado por que** comprende una primera etapa de acondicionamiento en tierra de los equipos para circuitos criogénicos de la aeronave mediante un circuito de acondicionamiento externo conectado a la aeronave y una segunda etapa de acondicionamiento en vuelo de dichos equipos por medio de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.



**Fig.1**

