



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 787**

51 Int. Cl.:

**F02K 9/46** (2006.01)

**F02K 9/50** (2006.01)

**F04B 17/04** (2006.01)

**F04B 43/04** (2006.01)

**F04B 43/067** (2006.01)

**F02K 9/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05075714 .5**

96 Fecha de presentación : **19.12.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1568877**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54

Título: **Sistema y procedimiento de alimentación de al menos un propulsor de cohete.**

30

Prioridad: **21.12.1999 FR 99 16149**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.10.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.10.2011**

73

Titular/es: **Centre National d'Etudes Spatiales  
2, place Maurice Quentin  
75001 Paris, FR**

72

Inventor/es: **Gibek, Isabelle;  
Vannier, Jean-Claude y  
Dugue, François**

74

Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 365 787 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 y procedimiento de alimentación de al menos un propulsor de cohete

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un sistema y un procedimiento de alimentación con ergol líquido de al menos un propulsor (en particular de los propulsores de control de postura o de maniobra) de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial.
- 10 **[0002]** Los propulsores de control de postura o de maniobra de un ingenio aéreo o espacial deben poder ser alimentados de manera intermitente desde un depósito de ergol (en particular de un monergol tal como la hidrazina) presionizado por un gas neutro tal como el nitrógeno a una presión inicial que es típicamente del orden de 2 MPa a 2,5 MPa. Esta alimentación por depósito a presión permite alimentar los propulsores rápidamente y a petición, en todo momento. A medida que transcurre el vuelo, en el depósito se agota el ergol y la presión de salida que es aportada a los propulsores disminuye por lo tanto hasta una presión mínima, del orden del 0,55 MPa, para la cual se considera que el depósito está vacío.
- 15 **[0003]** Esta caída de presión perjudica el rendimiento de los propulsores, que es en efecto óptimo para una presión de admisión predeterminada, pero no puede ser constante dentro de una gama de presiones tan amplia. Esta variación del rendimiento y de las prestaciones de los propulsores durante el vuelo plantea varios problemas. En primer lugar, requiere prever una cantidad de ergol mayor que la que sería necesaria, a igualdad de energía suministrada. Por añadidura, el hecho de utilizar un depósito presionizado que alimenta directamente los propulsores que imponen una presión mínima de fin de vida de valor relativamente importante (0,55 MPa) se traduce en un depósito de gran volumen y masa. Además, dicha variación hace que resulte más difícil el control automático del ingenio puesto que las señales de mando de los propulsores (en particular su tiempo de encendido) para obtener un efecto dado varían según su rendimiento. Además, las características funcionales de los propulsores empeoran a lo largo del vuelo y aumenta la duración de las maniobras del ingenio, y puede aumentar el consumo de ergol para cada maniobra. Por añadidura, los propulsores se desgastan más rápidamente al funcionar a baja presión.
- 20 **[0004]** Para paliar estos inconvenientes, en ciertos ingenios espaciales en los cuales los propulsores deben presentar características funcionales al menos sensiblemente constantes durante un periodo de tiempo determinado, se embarcan depósitos complementarios de gas neutro puesto a alta presión que permiten restablecer la presión en el depósito de ergol presionizado a medida que tiene lugar el consumo. Puede pensarse en esta solución para los ingenios espaciales de grandes dimensiones (satélites geoestacionarios, sondas espaciales planetarias u otros). Dicha solución no puede sin embargo preverse en el caso de los ingenios de pequeño tamaño, en los cuales sería redhibitoria la sobrecarga debida a los depósitos complementarios de gas neutro.
- 30 **[0005]** En todos los casos se reconoce que el hecho de adoptar un depósito de ergol presionizado que alimente directamente los propulsores requiere sobredimensionar el conjunto del sistema de propulsión.
- 40 **[0006]** A la inversa, los propulsores de funcionamiento único y continuo, tales como los propulsores de las lanzaderas espaciales, son alimentados por medio de una turbobomba que es accionada por los gases quemados y aporta una presión constante de ergol a los propulsores. Una solución de este tipo no se adapta al caso de los propulsores de funcionamiento intermitente que deben ser alimentados rápidamente y a petición, teniendo en cuenta en particular el prohibitivo tiempo de arranque y de parada de la turbobomba y los valores de caudal y presión requeridos. Además, dicha solución de este tipo conlleva un peso, una complejidad y un coste que son comparativamente inútiles con la sola finalidad de lograr la sobrecarga de ergol necesaria para compensar la baja de rendimiento de un sistema de depósito presionizado.
- 45 **[0007]** Por otro lado, se considera que las dos soluciones conocidas que consisten en utilizar ya sea un sistema de depósito presionizado que alimente directamente los propulsores o bien un sistema de bomba de alimentación se excluyen mutuamente en la medida en que el depósito presionizado induce en sí mismo una relativamente importante sobrecarga de masa inerte y suprime el interés de utilizar una bomba (puesto que basta con embarcar una cantidad suficiente de ergol), y a la inversa, el uso de una bomba hace que sea inútil el empleo de un depósito presionizado puesto que el ergol puede ser bombeado desde un depósito de baja presión que presente una masa inerte mucho menor.
- 50 **[0008]** Así, la US-5026259 describe un sistema miniaturizado de presionización que permite almacenar un monergol a baja presión (de 0,35 MPa a 1 MPa) y suministrarlo a alta presión a los propulsores gracias a una bomba diferencial de pistón alternativo alimentada por un generador de gas caliente que transforma el monergol en gas caliente que motoriza la bomba. La presionización se obtiene por medio de un bucle cerrado inestable asociado a un limitador de presión. Un acumulador de gran tamaño está previsto en paralelo a los propulsores a la salida de la bomba para alisar las variaciones de presión producidas por la bomba. Esta solución tiene también el inconveniente de utilizar una parte del ergol para la presionización y por consiguiente de perjudicar al rendimiento global de la propulsión aumentando la masa debida a los elementos mecánicos de la propulsión (bomba, distribuidor, generador de gas, etc.), tanto más por cuanto
- 60

que el suministro de un caudal al menos sensiblemente continuo de monergol a alta presión requiere doblar el sistema de presionización. Por otro lado, la cantidad de ergol necesaria para la presionización es tanto mayor cuanto más disminuye la presión dentro del depósito a lo largo del vuelo, y son difíciles de dominar las características funcionales del generador de gas caliente, cuyo funcionamiento va ligado a la reacción química de degradación del monergol. Así, es difícil determinar con precisión la cantidad de monergol a embarcar en función del tiempo de vuelo requerido y de las variaciones de utilización de los propulsores. Con una solución de este tipo es relativamente complejo el control automático del ingenio espacial.

**[0009]** Asimismo, la US-4.696.160 describe un sistema de alimentación de un propulsor con ergoles líquidos que comprende depósitos de ergoles a baja presión y bombas accionadas por solenoides que suministran los ergoles al propulsor a través de las válvulas de inyección accionadas por la presión. La electrobomba de solenoide que se describe en este documento no es compatible con las limitaciones de peso, de dimensiones exteriores y de potencia que se requieren a bordo de un ingenio aéreo o espacial, y no está adaptada al bombeo de un monergol tal como la hidrazina. En particular, una electrobomba de este tipo requiere un solenoide de grandes dimensiones, de gran peso y de gran consumo eléctrico para una presión de salida dada. En la práctica, una electrobomba de solenoide de este tipo no puede ser en realidad utilizada para la alimentación con ergol a una presión del orden de 2 MPa a 2,5 MPa de un propulsor de un ingenio aéreo o espacial tal como un microsatélite (y en particular, un microsatélite de comunicación). Además, la subida de presión en cada arranque de la bomba descrita en este documento es demasiado lenta para asegurar un funcionamiento correcto del propulsor, en particular en el caso de un propulsor de control de postura.

**[0010]** La invención pretende por lo tanto paliar estos inconvenientes proponiendo un sistema y un procedimiento de alimentación perfeccionados que permitan obtener una ganancia en materia de peso y sobretodo de volumen del conjunto del sistema de propulsión, para una parecida capacidad de maniobra, o bien, a igualdad de volumen, obtener una mayor capacidad de maniobra.

**[0011]** La invención pretende en particular permitir dirigir fácilmente el funcionamiento de los propulsores a lo largo del vuelo del ingenio y facilitar el control automático del ingenio, y ello de manera relativamente sencilla y económica, y sin una prohibitiva sobrecarga ponderal.

**[0012]** La invención pretende también en particular proponer un sistema y un procedimiento de alimentación adaptados a todas las clases de ingenios y de perfiles de utilización de los propulsores, previsibles o imprevisibles (funcionamiento intermitente con una frecuencia regular o bien por el contrario muy regular, funcionamiento discontinuo o continuo, etc.).

**[0013]** La invención pretende en particular proponer un sistema y un procedimiento adaptados a la alimentación de propulsores, tales como propulsores de control de postura o de maniobra, con un monergol tal como la hidrazina.

**[0014]** La invención pretende más en particular proponer un sistema y un procedimiento de alimentación de los propulsores de un ingenio aéreo o espacial de pequeño tamaño (en particular, de un microsatélite o de un minisatélite).

**[0015]** Para hacer esto, la invención se refiere a un sistema de alimentación con ergol líquido de al menos un propulsor de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial, que comprende un depósito principal de ergol líquido presionizado a una presión inicial  $P_0$  por un gas neutro y dotado de al menos una salida para el ergol líquido destinado a alimentar el (los) propulsor(es), comprendiendo entre el depósito principal y el (los) propulsor(es):

- una electrobomba adaptada para recibir el ergol líquido procedente del depósito principal a una presión que varía a lo largo del vuelo entre  $P_0$  y una presión  $P_{\min}$  predeterminada para la cual se considera que el depósito principal está vacío de ergol líquido, estando esta electrobomba también adaptada para suministrar el ergol líquido a presión,
- al menos un depósito secundario de volumen variable inferior al del depósito principal, comprendiendo este depósito secundario medios de recuperación que presionizan el líquido que contiene a una presión  $P_a$  que varía con el volumen de líquido que contiene, estando este depósito secundario adaptado para recibir el ergol líquido suministrado por la electrobomba y alimentar con ergol líquido el (los) propulsor(es) a una presión que corresponde a la presión  $P_a$  que reina en este depósito secundario,
- medios de medición de la presión  $P_a$  que reina en el depósito secundario,
- un automatismo de mando de la electrobomba adaptado para iniciar su funcionamiento cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario llega a ser inferior a una presión  $P_{\min}$  predeterminada e interrumpir su funcionamiento cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario alcanza un valor  $P_{\max}$  predeterminado, de forma tal que el (los) propulsor(es) es (son) alimentado(s) con ergol líquido a una presión que a lo largo del vuelo se mantiene siempre comprendida entre  $P_{\min}$  y  $P_{\max}$ .

**[0016]** Ventajosamente y según la invención, el ergol líquido es un monergol tal como la hidrazina. La invención se refiere más en particular a un sistema caracterizado por el hecho de que la electrobomba es de tipo volumétrico y de que varios propulsores (y en particular todos ellos) son alimentados con ergol líquido desde el mismo depósito secundario y desde esta electrobomba.

**[0017]** La invención se extiende también a un procedimiento que es puesto en ejecución en un sistema según la invención.

**[0018]** La invención se refiere a un procedimiento de alimentación con ergol líquido de al menos un propulsor de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial, desde un depósito principal de ergol líquido presionizado a una presión inicial  $P_0$  por un gas neutro, y dotado de al menos una salida para el ergol líquido destinado a alimentar el (los) propulsor(es),

caracterizado por el hecho de que:

- se intercala entre el depósito principal y el (los) propulsor(es) al menos un depósito secundario de volumen variable inferior al del depósito principal, comprendiendo este depósito secundario medios de recuperación que presionizan el líquido que contiene a una presión  $P_a$  que varía con el volumen de líquido que contiene, estando este depósito secundario adaptado para recibir el ergol líquido bombeado del depósito principal a presión y alimentar con ergol líquido el (los) propulsor(es) a una presión que corresponde a la presión  $P_a$  que reina en este depósito secundario,

- se mide la presión  $P_a$  que reina en el depósito secundario,

- se bombea el ergol líquido del depósito principal al depósito secundario cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario llega a ser inferior a una presión  $P_{amín}$  predeterminada y se interrumpe este bombeo cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario alcanza un valor  $P_{amáx}$  predeterminado, de forma tal que se alimenta(n) el (los) propulsor(es) con ergol líquido a una presión que a lo largo del vuelo se mantiene siempre comprendida entre  $P_{amín}$  y  $P_{amáx}$ .

**[0019]** El sistema y el procedimiento de alimentación según la invención permiten en la práctica obtener una importante ganancia en materia de peso, y sobre todo en materia de volumen, para una parecida capacidad de maniobra, o bien una importante ganancia en materia de capacidad de maniobra, a semejanza de volumen. Dichos sistema y procedimiento son en particular y ventajosamente aplicables para la alimentación de los propulsores de control de postura y/o de maniobra de un ingenio aéreo o espacial. En particular, el hecho de que la presión de alimentación de los propulsores se mantenga al menos sensiblemente constante permite optimizar las características funcionales de los propulsores, que se mantienen constantes, sin tener que embarcar depósitos complementarios de gas neutro. Puede ser utilizada la mayor parte del ergol del depósito principal, lo cual aumenta el volumen útil de este depósito para una masa inerte constante. El consumo de ergol y la duración de cada maniobra se mantienen constantes, y los propulsores se desgastan menos. Al ser constante y óptimo el consumo específico de los propulsores, se ve reducida la cantidad de ergol a embarcar. Por añadidura, la electrobomba puede presentar características funcionales y características en particular relativas al caudal y a la presión suministrados, así como al peso y a las dimensiones exteriores, que proporcionan una importante ganancia global en el conjunto del sistema de alimentación.

**[0020]** Ventajosamente y según la invención, se utiliza una electrobomba volumétrica y se alimentan varios propulsores desde el mismo depósito secundario y desde esta electrobomba.

**[0021]** La invención pretende también proponer un sistema y un procedimiento de alimentación tales como los mencionados anteriormente, y en los cuales se utilice una electrobomba cuyo volumen y peso sean inferiores a la ganancia total en materia de volumen y en materia de peso (en particular de volumen y peso de ergol y de los depósitos) que se obtiene con respecto a una alimentación del (de los) propulsor(es) directamente desde un depósito principal de ergol presionizado.

**[0022]** La invención se refiere también a un sistema de alimentación y un procedimiento de alimentación caracterizados en combinación por la totalidad o parte de las características anteriormente mencionadas o que se mencionan de aquí en adelante.

**[0023]** Otras finalidades, características y ventajas de la invención quedarán de manifiesto al proceder a la lectura de la descripción siguiente que se refiere a las figuras adjuntas que ilustran a título de ejemplos no limitativos formas de realización de la invención, y en las cuales:

- la figura 1 es un esquema de un sistema de alimentación según la invención,

- la figura 2 es un organigrama de un procedimiento de alimentación según la invención.

**[0024]** La figura 1 representa un sistema de alimentación según la invención con monergol líquido de los propulsores 1 de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial (y en particular un microsátélite o un minisatélite). Este sistema comprende un depósito principal 2 que contiene una reserva de monergol líquido (y en particular de hidrazina) presionizado a una presión  $P_r$ , cuyo valor inicial es  $P_0$ , por un gas neutro tal como nitrógeno aportado a presión al interior del depósito 2. El depósito principal 2 es globalmente esférico y comprende una entrada 3 de presionización dotada de una válvula de presionización 4 y un orificio 5 de salida de ergol, que es diametralmente opuesto a la entrada de presionización 3. A este orificio 5 está conectado un conducto 6 dotado de una válvula 7 de llenado y de vaciado de ergol. El orificio 5 está igualmente conectado a un conducto de alimentación 9 que envía el líquido procedente del depósito principal 2 a un filtro 10 y después a una electrobomba 12 que bombea un caudal de líquido a una presión de impulsión  $P_s$  hacia un depósito secundario 13 y propulsores 1.

**[0025]** Este depósito secundario 13 tiene un volumen fijo que es inferior al del depósito principal 2. El volumen de este depósito secundario 13 se determina en particular en función del caudal necesario para los propulsores 1 y del tiempo de respuesta al arranque de la electrobomba 12. Por ejemplo, el volumen del depósito principal 2 está comprendido entre 1 l y 100 l, y el volumen del depósito secundario 13 está comprendido entre 1 cm<sup>3</sup> y 10 cm<sup>3</sup>. El depósito secundario 13 está conectado en paralelo a la salida 14 de la electrobomba 12 y está formado por un recipiente indeformable cerrado que encierra un fuelle 15 (u otro órgano deformable) que recupera en contra de la presión reinante en este recipiente cerrado mediante medios de recuperación 8 tales como un resorte de compresión, en el sentido de una disminución del volumen útil del depósito secundario 13. En una variante, estos medios de recuperación 8 pueden estar formados por un gas neutro presionizado encerrado en el fuelle 15, como dentro del depósito principal 2.

**[0026]** El depósito secundario 13 está directamente conectado por una parte a la salida 14 de la electrobomba 12, y por otra parte a las válvulas de mando 16 individuales de cada uno de los propulsores 1. Un captador de presión 17 está asociado al depósito secundario 13 de forma tal que puede medir la presión Pa que reina en el seno del depósito secundario 13 y que corresponde a la presión del líquido que puede ser suministrado a los propulsores 1 por este depósito secundario 13.

**[0027]** Así pues, el depósito secundario 13 forma un tanque regulador de pequeña capacidad entre el depósito principal 2 y los propulsores 1, y a este depósito 13 se le mantiene presionizado a una presión predeterminada por la electrobomba 12 y los medios de recuperación 8, a medida de la demanda de ergol por parte de los propulsores 1.

**[0028]** Un automatismo de mando 18 permite gobernar el funcionamiento de la electrobomba 12. Este automatismo de mando 18 está adaptado para iniciar el funcionamiento de la electrobomba 12 cuando la presión Pa medida en el depósito secundario 13 llega a ser inferior a una presión Pamín predeterminada. El automatismo 18 está igualmente adaptado para interrumpir el funcionamiento de la electrobomba 12 cuando la presión Pa medida en el depósito secundario alcanza un valor Pamáx predeterminado, de forma tal que los propulsores 1 son alimentados con monergol líquido por el depósito secundario 13 y/o la electrobomba 1 a una presión que a lo largo del vuelo del ingenio se mantiene siempre comprendida entre Pamín y Pamáx. Los medios de recuperación 8 están tarados para que la presión Pa en el depósito secundario 13 pueda tomar un valor comprendido entre Pamín y Pamáx cuando la electrobomba 12 está en funcionamiento.

**[0029]** La figura 2 representa un organigrama simplificado de un procedimiento de alimentación que es puesto en ejecución en un sistema de este tipo por el automatismo de mando 18. En la etapa de comprobación 19, se examina si la presión Pa medida por el captador 17 es o no inferior a la presión Pamín, que corresponde a la presión mínima de alimentación de los propulsores 1. Si tal es el caso, se ejecuta la etapa 20 de encendido de la electrobomba 12, que bombea al depósito secundario 13 un caudal de líquido Qs no nulo a una presión de impulsión Ps determinada por los medios de recuperación 8 y comprendida entre Pamín y Pamáx según el porcentaje de llenado del depósito secundario 13. Se examina a continuación, en la etapa 21, si la presión Pa dada por el captador 17 es o no superior a un valor predeterminado Pamáx que corresponde a la presión máxima que debe reinar en el depósito secundario 13. Si tal es el caso, se ejecuta la etapa 22 de apagado de la electrobomba 12, que ya no sigue bombeando líquido (Qs = 0). Después de esta etapa de apagado 22, se ejecuta de nuevo la etapa de comprobación 19. Si en la etapa de comprobación 19 se constata que la presión Pa reinante en el depósito secundario 13 no es inferior a Pamín, se le da permanentemente un rodeo a esta etapa. De igual modo, si en la etapa 21 se constata que la presión Pa que reina en el depósito secundario 13 no es superior a Pamáx, se le da permanentemente un rodeo a esta etapa de comprobación 21.

**[0030]** Así, sea cual fuere el valor de la presión aportada a la salida 5 del depósito principal 2 por encima de una presión mínima Pmín del orden de 0,1 MPa (que puede ser tan baja como la presión límite de inicio de cavitación de la electrobomba 12) la presión del líquido en el depósito secundario 13 estará siempre comprendida entre Pamín y Pamáx, de forma tal que los propulsores 1, alimentados desde el mismo depósito secundario 13 y/o desde la electrobomba 12, recibirán el líquido a una presión de valor medio al menos sensiblemente constante (comprendido entre Pamín y Pamáx) que permite optimizar su rendimiento y su funcionamiento.

**[0031]** La electrobomba 12 no está activa más que cuando uno o varios de los propulsores 1 requiere(n) o ha(n) requerido un caudal de líquido. Dicha electrobomba está adaptada para poder entregar un caudal de líquido suficiente para la alimentación de todos los propulsores 1 conectados directamente a su salida 14 y al depósito secundario 13. Cuando no está activo ningún propulsor 1, su presión de impulsión Ps es igual, exceptuando las pérdidas de carga, a la presión Pa que reina en el depósito secundario 13. Eso sigue cumpliéndose cuando los propulsores 1 están activos en la medida en que el caudal Qs es superior a la suma de los caudales de alimentación de todos los propulsores.

**[0032]** A partir de cierta cantidad de ergol consumido por los propulsores 1 conectados al depósito secundario 13, este depósito secundario 13 se agota, y después y cuando la presión alcanza el valor Pamín, la electrobomba 12 arranca y suministra todo el caudal necesario.

**[0033]** El depósito secundario 13, que es un depósito de volumen presionizado por los medios de recuperación 8, tiene por función la de permitir una conexión de la electrobomba volumétrica 12 que suministra un caudal constante  $Q_s$  a los propulsores 1, cuya demanda de caudal es variable según que esté(n) activo(s) un propulsor o varios propulsores 1.

5 **[0034]** El volumen del depósito secundario 13 determina la periodicidad de puesta en funcionamiento de la electrobomba 12, en función del caudal suministrado a los propulsores 1.

10 **[0035]** Para asegurar que los propulsores 1 puedan ser todos alimentados permanentemente, el caudal  $Q_s$  suministrado por la electrobomba 12 debe ser superior a la suma de los caudales de alimentación de los distintos propulsores 1 conectados a la electrobomba 12 y al depósito secundario 13. De tal manera, incluso cuando todos los propulsores 1 están en funcionamiento, la electrobomba 12 tendrá un funcionamiento intermitente, gobernado por el automatismo de mando 18 según las variaciones de la presión  $P_a$  en el seno del depósito secundario 13, entre  $P_{amín}$  y  $P_{máx}$ .

15 **[0036]** Preferiblemente, el caudal  $Q_s$  suministrado por la electrobomba 12 es del mismo orden (ligera y superior) que el caudal total de alimentación de todos los propulsores 1.

20 **[0037]** Los valores de  $P_{amín}$  y  $P_{máx}$  se determinan para encuadrar la presión nominal de alimentación  $P_a$  de los propulsores 1, que está en general comprendida entre 2 MPa y 2,5 MPa ( $P_{amín} \leq P_a \leq P_{máx}$ ). Por ejemplo, para una presión nominal de alimentación  $P_e$  del orden de 2,2 MPa, se elige  $P_{amín}$  del orden de 2,1 MPa y  $P_{máx}$  del orden de 2,3 MPa. Preferiblemente, la diferencia  $P_{máx} - P_{amín}$  representa del orden de un 5% a un 10% del valor medio  $(P_{máx} + P_{amín})/2$ , que es por su parte del orden de  $P_e$ .

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de alimentación con ergol líquido de al menos un propulsor (1) de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial, que comprende un depósito principal (2) de ergol líquido presionizado a una presión inicial  $P_o$  por un gas neutro y dotado de al menos una salida (5) para el ergol líquido destinado a alimentar el (los) propulsor(es) (1),  
 5 comprendiendo entre el depósito principal (2) y el (los) propulsor(es) (1):  
 - una electrobomba (12) adaptada para recibir el ergol líquido procedente del depósito principal (2) a una presión que varía a lo largo del vuelo entre  $P_o$  y una presión  $P_{mín}$  predeterminada para la cual se considera que el  
 10 depósito principal (2) está vacío de ergol líquido, estando esta electrobomba (12) también adaptada para suministrar el ergol líquido a presión,  
 - al menos un depósito secundario (13) de volumen variable inferior al del depósito principal (2), comprendiendo este depósito secundario (13) medios de recuperación (8) que presionizan el líquido que contiene a una presión  
 15  $P_a$  que varía con el volumen de líquido que contiene, estando este depósito secundario (13) adaptado para recibir el ergol líquido suministrado por la electrobomba (12) y alimentar con ergol líquido el (los) propulsor(es) (1) a una presión que corresponde a la presión  $P_a$  que reina en este depósito secundario (13),  
 - medios de medición de la presión  $P_a$  que reina en el depósito secundario (13),  
 - un automatismo (18) de mando de la electrobomba (12) adaptado para iniciar su funcionamiento cuando la  
 20 presión  $P_a$  medida en el depósito secundario (13) llega a ser inferior a una presión  $P_{mín}$  predeterminada e interrumpir su funcionamiento cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario (13) alcanza un valor  $P_{máx}$  predeterminado, de forma tal que el (los) propulsor(es) (1) es (son) alimentado(s) con ergol líquido a una presión que a lo largo del vuelo se mantiene siempre comprendida entre  $P_{mín}$  y  $P_{máx}$ .
2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la electrobomba es de tipo volumétrico, y **de que** varios propulsores (1) son alimentados con ergol líquido desde el mismo depósito secundario (13) y desde esta electrobomba (12).  
 25
3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** el ergol líquido es un monergol tal como la hidrazina.  
 30
4. Procedimiento de alimentación con ergol líquido de al menos un propulsor (1) de un ingenio aéreo o espacial tal como un satélite artificial, desde un depósito principal (2) de ergol líquido presionizado a una presión inicial  $P_o$  por un gas neutro, y dotado de al menos una salida (5) para el ergol líquido destinado a alimentar el (los) propulsor(es) (1),  
 35 **caracterizado por el hecho de que:**  
 - se intercala entre el depósito principal (2) y el (los) propulsor(es) (1) al menos un depósito secundario (13) de volumen variable inferior al del depósito principal (2), comprendiendo este depósito secundario medios de recuperación (8) que presionizan el líquido que contiene a una presión  $P_a$  que varía con el volumen de líquido que contiene, estando este depósito secundario (13) adaptado para recibir el ergol líquido bombeado del  
 40 depósito principal (2) a presión y alimentar con ergol líquido el (los) propulsor(es) (1) a una presión que corresponde a la presión  $P_a$  que reina en este depósito secundario (13),  
 - se mide la presión  $P_a$  que reina en el depósito secundario (13),  
 - se bombea el ergol líquido del depósito principal (2) al depósito secundario (13) cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario (13) llega a ser inferior a una presión  $P_{mín}$  predeterminada y se interrumpe este  
 45 bombeo cuando la presión  $P_a$  medida en el depósito secundario (13) alcanza un valor  $P_{máx}$  predeterminado, de forma tal que se alimenta(n) el (los) propulsor(es) (1) con ergol líquido a una presión que a lo largo del vuelo se mantiene siempre comprendida entre  $P_{mín}$  y  $P_{máx}$ .
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza una electrobomba (12) volumétrica y **de que** se alimentan varios propulsores (1) desde el mismo depósito secundario (13) y desde esta electrobomba (12).  
 50

Fig 1

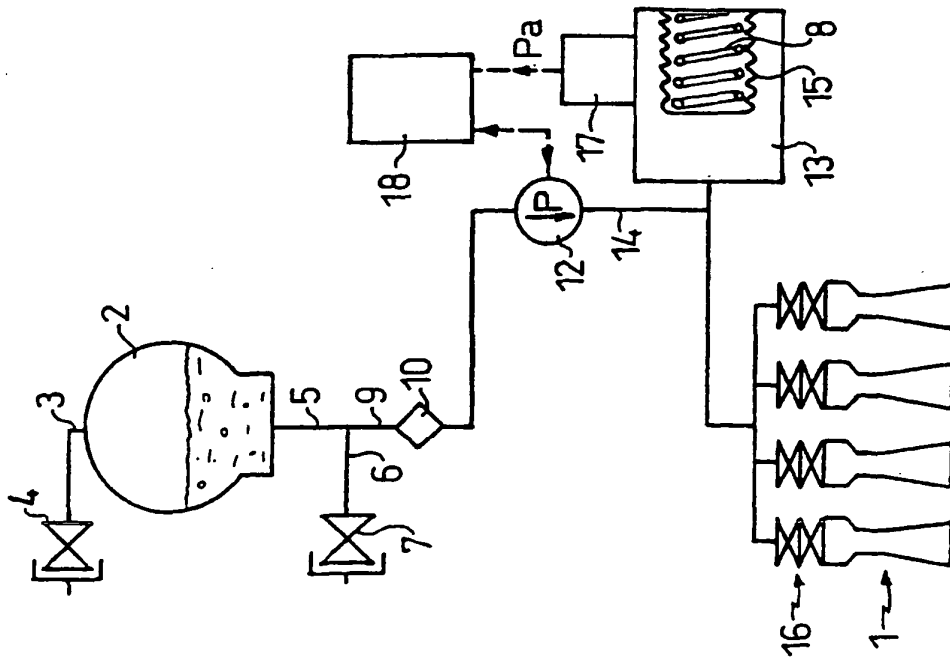


Fig 2

