

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 201**

51 Int. Cl.:

B64G 1/50 (2006.01)

F28D 15/00 (2006.01)

B64G 1/10 (2006.01)

F28D 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2010 E 10155146 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015 EP 2226248**

54 Título: **Dispositivo de control térmico para un ingenio espacial**

30 Prioridad:

06.03.2009 FR 0901031

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

03.08.2015

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, RUE DE VILLIERS
92200 NEUILLY SUR SEINE, FR**

72 Inventor/es:

**MERINO, ANNE-SOPHIE;
HUGON, JULIEN;
CANTON, VALÉRIE;
HUGONNOT, PATRICK;
DARGENT, THIERRY y
NANN, ISABELLE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 542 201 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

Dispositivo de control térmico para un ingenio espacial

El campo de la invención se refiere a dispositivos de control térmico para un grupo de equipos disipadores de un satélite y de manera más general de un ingenio espacial.

5 Por lo general, los satélites constan de un conjunto de equipos destinados a realizar las funciones de las misiones para las que se han enviado al espacio, concretamente misiones de observación o de telecomunicaciones. Estos equipos consumen y disipan una notable cantidad de energía que es necesario evacuar fuera de la estructura del satélite para que estos equipos permanezcan dentro de un intervalo de temperatura nominal. Para ello, los satélites están equipados con un dispositivo de control térmico que comprenden concretamente unos conductos de
10 circulación de fluido térmico, habitualmente denominados caloductos, y unos bucles fluidos que permiten transportar el calor de los equipos disipadores hacia unos elementos radiativos que irradian energía térmica hacia el espacio. En los satélites, con frecuencia se utilizan paneles estructurales para instalar superficies radiativas. En estos casos de configuración, la potencia térmica que se puede evacuar está limitada por el tamaño de los paneles estructurales. El dimensionamiento de los satélites consiste entre otros en minimizar la masa del control térmico, debiéndose limitar
15 las dimensiones de los elementos asociados para posibilitar su integración final en el satélite, debiéndose limitar también el volumen asociado a este último para integrarlo de la mejor manera posible en la lanzadera. Para mejorar la evacuación térmica hacia el espacio, se conoce la colocación en el satélite de unas superficies radiativas desplegables de doble cara o de cara simple que pueda irradiar a una temperatura más o menos elevada para evacuar una parte de la disipación térmica y garantizar así los niveles de temperatura admisibles para los equipos.
20 No obstante, tal sistema desplegable añade peso a la estructura del satélite y aumenta el volumen y complejidad del dispositivo de refrigeración por la presencia de unos medios de control y de unos mecanismos que permiten el despliegue de los paneles.

El documento FR 2812075, que se considera la técnica anterior más cercana, desvela un dispositivo de disipación de calor destinado a tomar la disipación térmica generada por un grupo de equipos disipadores de un ingenio
25 espacial en una zona de evaporación antes de ir a desechar hacia el espacio frío este calor mediante una zona de condensación.

El ingenio espacial comprende una pluralidad de paneles estructurales. El dispositivo de control térmico comprende unos medios de circulación de un fluido térmico que une en un bucle cerrado al menos la zona de evaporación y la zona de condensación.

30 La zona de evaporación constituye una primera superficie de intercambio térmico directa o indirectamente mediante otros medios de transferencia térmica.

La zona de condensación constituye una segunda superficie de intercambio térmico, directa o indirectamente mediante otros medios de transferencia térmica con unos radiadores que irradian hacia el espacio.

35 Estas superficies constan de un entubado de paredes finas de pequeño diámetro dispuesto o incorporado entre ellas o montado sobre las mismas. El entubado está unido al dispositivo de disipación de calor.

La zona de condensación está constituida por al menos una parte de intercambio térmico que comprende una red de una pluralidad de elementos de intercambio térmico distribuidos sobre su superficie de intercambio térmico respectiva.

40 Se conoce un dispositivo de control térmico embarcado a bordo de un ingenio espacial a partir de la descripción de la solicitud de patente FR2912995A1. Este dispositivo permite desacoplar térmicamente los equipos disipadores de sus radiadores asociados y de hacer variar las superficies de intercambio térmico radiativo según la cantidad de energía térmica que se va a evacuar hacia el espacio, mediante un circuito de circulación del fluido que consta de varios ramales hidráulicos que pueden estar aislados entre sí. Este sistema presenta inconvenientes. El circuito hidráulico del dispositivo de control térmico, particularmente la zona de condensación en contacto con la superficie
45 radiativa orientada hacia el espacio, está expuesta a las agresiones de micrometeoritos. Por eso, se conoce mejorar la fiabilidad del dispositivo de control térmico, bien engrosando los elementos de intercambio térmico de la zona de condensación y los de la zona de evaporación si fuera necesario, bien colocando un circuito hidráulico totalmente redundante. Estas dos filosofías suponen una gran penalización desde un punto de vista de la masa. Además, cuando la zona de evaporación y la zona de condensación están constituidas por unos sistemas tubulares continuos,
50 las pérdidas de carga podrían no ser insignificantes, concretamente cuando se privilegia una configuración totalmente en serie para evitar las inestabilidades termo-hidráulicas, lo que impone un trabajo de compresión adicional para alcanzar el objetivo de radiación a gran temperatura. Esto tiene un impacto sobre la masa del dispositivo, sobre su consumo energético y representa una limitación de integración cuando los evaporadores y condensadores deben redundarse por razones de fiabilidad, concretamente debido a la multitud de tubos bajo los
55 equipos. Finalmente, los paneles estructurales actuales son térmicamente conductores si bien resulta inconcebible montar equipos en la cara interna y a la vez evacuar la energía térmica sobre la cara externa a mayor temperatura sin afectar el nivel de temperatura de los equipos situados enfrente del interior del satélite. Esto impone la superposición de los paneles para garantizar el desacoplamiento térmico necesario o utilizar estructuras adicionales

desplegables, estas soluciones aumentan significativamente la masa del conjunto.

La invención tiene por objeto alcanzar los objetivos de fiabilidad de un dispositivo de control térmico de un satélite a la par que optimiza su eficacia y minimiza su masa.

5 Para ello, la invención se refiere en primer lugar y en general, a un dispositivo de control térmico destinado a tomar la disipación térmica generada por un grupo de equipos disipadores de un ingenio espacial en una zona de evaporación antes de desechar hacia el espacio frío este calor a través de una zona de condensación, constando el ingenio espacial de una pluralidad de paneles estructurales y comprendiendo el dispositivo de control térmico unos medios de circulación de un fluido térmico que unen en un bucle cerrado al menos la zona de evaporación y la zona de condensación, constituyendo la zona de evaporación una primera superficie de intercambio térmico, directa o indirectamente mediante otros medios de transferencia térmica compactos y unidos en serie y/o en paralelo o por los tubos de los medios de circulación, con los equipos disipadores asociados a los paneles estructurales y constituyendo la zona de condensación una segunda superficie de intercambio térmico directa o indirectamente mediante otros medios de transferencia térmica con unos radiadores que irradian hacia el espacio.

15 Ventajosamente, la zona de evaporación y/o la zona de condensación están constituidas por al menos una parte de intercambio térmico que comprende una red de una pluralidad de elementos de intercambio térmico compactos distribuidos sobre su superficie de intercambio térmico respectiva y unidos en serie y/o paralelo por los tubos de los medios de circulación del fluido térmico.

20 La zona de evaporación constituye una primera superficie de intercambio térmico que puede estar unida directa y/o indirectamente mediante otros medios térmicos a los equipos disipadores. La zona de condensación constituye una segunda superficie de intercambio térmico que puede estar unida directa y/o indirectamente mediante otros medios térmicos con unas superficies radiativas. Los elementos de intercambio térmico compactos pueden estar en contacto directo con los equipos disipadores o en contacto con unos medios de transferencia térmica unidos a los equipos, como unos caloductos y/o bucles fluidos.

25 Se designa elemento de intercambio térmico compacto a los elementos comúnmente denominados evaporadores en lo referente a la zona de evaporación y condensadores en lo referente a la zona de condensación.

30 La utilización de unos elementos de intercambio térmico compactos permite limitar la superficie que se quiere proteger de los flujos de micrometeoritos y por tanto la masa de los intercambiadores y minimizar el gradiente térmico entre el fluido que circula por la zona de evaporación y los equipos disipadores por una parte, y entre el fluido que circula por la zona de condensación y las superficies radiativas, por otra parte. Además, su compacidad permite, por una parte, limitar las longitudes de circulación del fluido en su interior y por tanto limitar las pérdidas de carga del fluido. Esto podría permitir la colocación de redes termo-hidráulicas totalmente en serie en la zona de evaporación y en la zona de condensación o limitar al menos limitar el número de ramales fluidos en paralelo en dichas zonas de intercambio térmico.

35 En una variante preferente, al menos un panel, sustancialmente poco conductor térmicamente en sentido transversal perpendicularmente a su plano, consta sobre la cara interna del ingenio de al menos una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación y sobre la cara externa al ingenio de al menos una parte de intercambio térmico de la zona de condensación. Dicho panel estructural está generalmente mirando hacia el espacio y se selecciona de manera que respete, en cuanto a su dimensionamiento, las otras limitaciones medioambientales impuestas por la misión. De este modo, ciertos elementos de intercambio térmico de la zona de evaporación pueden habilitarse a la altura de uno de estos paneles, a la altura de la cara interior, dentro o fuera del panel, mientras que ciertos elementos de intercambio térmico de la zona de condensación se habilitan enfrentados a la altura de este mismo panel, para transmitir el calor a su cara exterior, pudiendo así radiar, si fuera necesario, a mayor temperatura que la de los elementos de intercambio térmico de la zona de evaporación. En caso de radiación a gran temperatura con relación a la temperatura de funcionamiento de los equipos, los paneles estructurales del satélite pueden por tanto conservarse como paneles radiantes, lo que disminuye el balance de masa global del control térmico con respecto a una solución que pone en juego otras estructuras fijas o desplegadas destinadas únicamente a radiar la potencia a gran temperatura.

40 Según una variante, al menos una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación está ensamblada con unos medios de transferencia térmicos en contacto, por un lado, con los elementos de intercambio térmico compactos y por otro lado, con los equipos disipadores. Los medios de transferencia térmicos recubren parcialmente una superficie por medio de varios elementos dispuestos sobre dicha superficie. Estos medios de transferencia térmica pueden ser caloductos y/o bucles fluidos.

45 Esta configuración permite limitar la superficie global de la zona de evaporación, fragmentada en tantos elementos como requiera la disposición de los caloductos y de los equipos disipadores, elementos unidos entre sí por unos simples tubos. Tales intercambiadores permiten intercambios térmicos eficaces. Además, su compacidad permite por una parte limitar las longitudes de circulación del fluido en su interior y por lo tanto limitar las pérdidas de carga del fluido, y por otra parte limitar las superficies de los elementos de intercambio térmico expuestas directa o indirectamente a un flujo de micrometeoritos. Esto disminuye la masa del sobre-espesor requerido para los

elementos de intercambio térmico y por tanto limita la masa del control térmico. La disposición de tales evaporadores compactos habilitados localmente puede permitir la colocación de redes termohidráulicas totalmente en serie o al menos limitar el número de ramales fluidos en paralelo en la zona de evaporación.

5 Según una variante, al menos una parte de intercambio térmico de la zona de condensación está ensamblada con unos medios de transferencia térmicos en contacto, por un lado, con los elementos de intercambio térmico compactos y por otro lado, con un radiador. Asimismo, los medios de transferencia térmicos recubren parcialmente una superficie por medio de varios elementos dispuestos sobre dicha superficie. Estos medios de transferencia térmica pueden ser caloductos y/o bucles fluidos.

10 Esta configuración permite limitar la superficie global de la zona de condensación, fragmentada en tantos elementos como requiera la disposición de los caloductos y de las superficies radiativas, elementos unidos entre sí por unos simples tubos. Tales intercambiadores permiten intercambios térmicos eficaces. Además, su compacidad permite por una parte limitar las longitudes de circulación del fluido en su interior y por lo tanto limitar las pérdidas de carga del fluido, y por otra parte limitar las superficies de los elementos de intercambio térmico expuestos al espacio y por tanto expuestos a los flujos de micrometeoritos. La probabilidad de impacto y queda limitada en consecuencia. Esto
15 disminuye la masa del sobre-espesor requerido para los elementos de intercambio térmico que miran al espacio y por tanto limita la masa del control térmico. La disposición de tales condensadores compactos habilitados localmente puede permitir colocar redes termohidráulicas totalmente en serie o al menos limitar el número de ramales fluidos en paralelo en la zona de condensación.

20 Según una variante de la invención, los medios de circulación del fluido en las distintas partes de intercambio térmico de la zona de evaporación tienen una configuración en serie y/o en paralelo. Se prefiere la configuración totalmente en serie ya que permite limitar las inestabilidades termo hidráulicas entre las distintas partes de intercambio térmico. No obstante, esta configuración no siempre es realizable desde un punto de vista de las pérdidas de carga admisibles. En la configuración paralela, es posible utilizar elementos de aislamiento de los ramales que permiten en caso de avería aislar una parte de intercambio térmico del resto del sistema, tanto es así
25 que siempre es posible garantizar la misión en un modo degradado. Esta configuración podría permitir liberarse de la necesidad de redundar la zona de evaporación y, de manera general, el dispositivo térmico, lo que aportaría una ganancia de masa notable.

30 Según una variante de la invención, los medios de circulación del fluido en los diferentes circuitos de circulación del fluido térmico de la zona de condensación tienen una configuración en serie y/o en paralelo. En la configuración paralela, es posible utilizar elementos de aislamiento, tanto es así que en caso de que un circuito de circulación pierda fluido térmico, su aislamiento del resto del sistema térmico permite garantizar la misión en un modo degradado. Esta conformación podría permitir liberarse de la necesidad de redundancia de la zona de condensación y, de manera general, del dispositivo térmico, lo que aporta una ganancia de masa notable.

35 Según una variante de la invención, los medios de circulación del fluido térmico constan de un primer y de un segundo circuito de circulación, los medios de transferencia térmicos ensamblados a una parte de intercambio térmico de la zona de condensación están en contacto con al menos un primer y un segundo elemento de intercambio térmico compactos, estando el primer elemento en contacto con el primer circuito de circulación del fluido térmico y el segundo elemento en contacto con el segundo circuito de circulación.

40 Según una variante de la invención, los medios de circulación del fluido térmico constan de un primer y de un segundo circuito de circulación, los medios de transferencia térmicos ensamblados a una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación están en contacto con al menos un primer y un segundo elemento de intercambio térmico compactos, estando el primer elemento en contacto con el primer circuito de circulación del fluido térmico y estando el segundo elemento en contacto con el segundo circuito de circulación.

45 Según una variante de la invención, la zona de evaporación comprende unos elementos de intercambio térmico de tipo conducto tubular que son los mismos medios de circulación del fluido térmico, configurados en serie y/o en paralelo, y unidos directamente a los equipos disipadores.

Según una variante de la invención, la zona de condensación comprende unos elementos de intercambio térmico de tipo conducto tubular que son los mismos medios de circulación del fluido térmico, configurados en serie y/o en paralelo, y unidos directamente a un panel radiante.

50 Según una variante, la zona de evaporación y/o la zona de condensación están constituidas por una pluralidad de partes (200, 201, 202) de intercambio térmico y los medios de circulación del fluido térmico unen dichos equipos en serie y/o en paralelo.

55 Según una variante de tipo máquina térmica, el bucle de circulación del fluido térmico también comprende una zona de relajación directamente aguas arriba de la zona de evaporación y una zona de compresión directamente aguas abajo de la zona de evaporación. Según un modo de realización de esta última variante los medios de circulación del fluido térmico comprenden unos medios para invertir el sentido de circulación del fluido térmico de manera que la zona de condensación y la zona de evaporación estén invertidas. Según un modo de realización cualquiera de las dos últimas variantes, la zona de relajación comprende una pluralidad n de reguladores para controlar la temperatura

de una pluralidad n de partes de intercambio térmico de la zona de evaporación a uno o más niveles de temperatura diferentes, uniendo los medios de circulación del fluido térmico dichos equipos en paralelo. El dispositivo de la invención, a través de unos medios de circulación, propone según esta variante, tomar toda o parte de la disipación térmica de un satélite en una zona denominada de evaporación asociada con los paneles estructurales (muros principales del satélite y estanterías internas), comprimir el vapor resultante a la salida de esta zona y elevar así la temperatura del fluido antes de condensar el mismo a la altura de los radiadores fijos o desplegados que evacuarán eficazmente por radiación a gran temperatura la potencia total hacia el espacio frío. La opción de poder utilizar unos elementos compactos eficaces termo-hidráulicamente a la altura de la zona de evaporación y de la zona de condensación permite minimizar los niveles de compresión requeridos para radiar a gran temperatura, lo que tiene un impacto notable sobre el consumo energético del dispositivo térmico, lo que se traduce también en términos de ganancia de masa.

Según una variante de la invención, las soluciones propuestas anteriormente, salvo las variantes de máquina térmica, se aplican a todo bucle difásico cuyos medios para hacer circular el fluido sean una bomba mecánica, bucle que presenta una zona de evaporación y una zona de condensación.

Según una variante de la invención, las soluciones propuestas anteriormente, salvo las variantes de máquina térmica, se aplican a todo bucle difásico cuyos medios para hacer circular el fluido sean una bomba capilar, bucle que presenta una zona de evaporación y una zona de condensación.

La invención está destinada en particular a satélites de telecomunicaciones. Ventajosamente, consta de partes de intercambio térmico en contacto con dichos equipos disipadores escalonados. Un satélite consta de un módulo de servicio y de un módulo de comunicaciones, y ventajosamente las superficies externas de los paneles estructurales de los módulos soportan al menos un radiador. Según una variante, al menos un radiador del satélite es desplegable.

La invención se entenderá mejor y otras ventajas se pondrán de manifiesto tras la lectura de la siguiente descripción que se aporta a modo no limitativo y gracias a las figuras adjuntas, en las que:

la figura 1 representa un esquema funcional de arquitectura hidráulica de un dispositivo al que se le aplica la invención. Representa una arquitectura que comprende una zona de evaporación, una zona de condensación y un medio de puesta en circulación del fluido caloportador o refrigerante.

La figura 2 representa una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación destinada a utilizarse en un dispositivo según la invención.

La figura 3 representa una parte de intercambio térmico de la zona de condensación diseñada para utilizarse en un dispositivo según la invención.

La figura 4 representa un esquema de una pluralidad de elementos de intercambio térmico configurados en paralelo y en serie en un dispositivo según la invención para una zona de evaporación o una zona de condensación.

La figura 5 representa una arquitectura hidráulica del dispositivo de control térmico en un modo de circulación invertida. La puesta en circulación del fluido térmico se realiza mediante un sistema de compresión.

La figura 6 representa una arquitectura hidráulica del dispositivo de control térmico en la que la puesta en circulación del fluido térmico se realiza con una bomba mecánica.

La figura 7 representa una arquitectura hidráulica del dispositivo de control térmico en la que la puesta en circulación del fluido térmico se realiza con una bomba capilar.

La figura 8 representa una arquitectura hidráulica del dispositivo de control térmico en la que la puesta en circulación del fluido térmico se realiza con un compresor. Representa dos modos de circulación del fluido del fluido térmico el uno invertido con respecto al otro según el modo de funcionamiento del dispositivo según la invención.

La figura 9 representa un panel de estructura de un satélite que consta sobre la cara interna de equipos disipadores en contacto con una parte de la zona de evaporación y sobre la cara externa una parte de la zona de condensación en contacto con la superficie radiativa.

La figura 1 representa un esquema funcional de un modo de realización de una arquitectura hidráulica del dispositivo para la que se aplica la invención. El dispositivo de control térmico se compone de una zona de evaporación, de una zona de condensación, de una zona de puesta en circulación del fluido caloportador o refrigerador. La invención se refiere en particular a las zonas de evaporación Z1 y de condensación Z3 del dispositivo de control térmico.

La figura 2 ilustra una zona de evaporación asociada a una parte de un panel estructural en el que se han montado unos equipos disipadores. Esta zona de evaporación está constituida por dos circuitos de circulación del fluido térmico 11 y 12 en una configuración en serie y/o en paralelo no precisada en esta ilustración. Cada circuito 11 y 12 de circulación del fluido térmico de una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación está constituida por una pluralidad de elementos 21 y 22 de intercambios térmicos de tipo compacto, asociados en serie en esta ilustración, mediante unos tubos de conexión (disposición de los elementos no necesariamente rectilínea). La asociación entre los elementos de intercambio térmico puede hacerse totalmente en serie, como se indica en la figura 2, pero también puede realizarse en serie/en paralelo para limitar las pérdidas de carga y minimizar la masa. Los circuitos de circulación del fluido térmico están unidos en esta ilustración mediante unos medios 310 y 311 térmicos

de tipo caloducto a los equipos distribuidos sobre una superficie 40.

Los tubos caloductos 310 y 311 son preferentemente unos tubos rectilíneos pero pueden estar acodados debido a limitaciones de integración, pueden o bien estar integrados en el panel o bien montados en la cara interna donde se montarán los equipos. El reparto de los caloductos en el panel 40 será en función de las limitaciones de integración, de la masa. Los elementos 21 y 22 de intercambio térmico compactos son unos evaporadores compactos que presentan unas características de transferencia de potencia térmica elevada, unos coeficientes de evaporación elevados y pocas pérdidas de carga. Estos evaporadores compactos son en general unos bloques paralelepípedos de unos centímetros a decenas de centímetros de lado, que permiten así montar unos equipos directamente encima si fuera necesario. La utilización de una red de caloductos no es obligatoria y la zona de evaporación puede limitarse a circuitos de circulación del fluido térmico de tipo conducto tubular, cuyo rendimiento en términos de coeficiente de intercambio en la evaporación, de densidad de flujos y de pérdida de carga se ha optimizado. En este caso, los circuitos de circulación del fluido térmico de tipo conducto tubular están en contacto directo con los equipos disipadores, el número de circulación bajo los equipos vendrá definido en función de los gradientes térmicos admisibles entre el fluido y los equipos así como por las temperaturas que se quieren garantizar. La distribución entre los tubos puede hacerse en serie y en paralelo según las limitaciones.

La figura 3 ilustra una zona de condensación asociada con un o una parte de un panel 50 que radia hacia el espacio frío. Esta zona de condensación está constituida por dos circuitos 11 y 12 de circulación del fluido térmico en una configuración en serie y/o en paralelo no precisada en esta ilustración. Cada circuito 11 y 12 de circulación del fluido térmico en una parte de la zona de intercambio térmico de la zona de condensación está constituido por una pluralidad de elementos 61 y 62 de intercambios térmicos de tipo compacto asociados en serie en esta ilustración, mediante unos tubos de conexión (disposición de los elementos no necesariamente rectilínea). La asociación entre los elementos de intercambio térmico puede hacerse totalmente en serie como se ilustra en la figura 3, pero también puede realizarse en serie/en paralelo para limitar las pérdidas de carga y minimizar la masa. Además, un sistema de aislamiento permite explotar uno o varios circuitos de circulación del fluido térmico según las necesidades de potencia térmica que se quiere radiar hacia el espacio o según las limitaciones vinculadas a los casos de avería (pérdida de un intercambiador por impacto de un micrometeorito). Los circuitos de circulación del fluido térmico están unidos en esta ilustración mediante unos medios térmicos de tipo caloducto 320 y 321 al panel 50 radiativo.

Los tubos caloductos 320 y 321 son preferentemente unos tubos rectilíneos, pero pueden estar acodados debido a limitaciones de integración, pueden o bien estar integrados en el panel en caso de utilización de un panel estructural, o bien montados en una cara en el caso de superficie radiativa adicional. Los elementos 61 y 62 de intercambio térmico compactos son unos condensadores compactos que presentan unas características de transferencia de potencia térmica elevada, unos coeficientes de condensación elevados y pocas pérdidas de carga. Estos condensadores compactos son en general unos bloques paralelepípedos o unos cilindros que pueden contener los caloductos en sus extremos.

Las partes de intercambio térmico de la zona de evaporación y de la zona de condensación tales como los descritos anteriormente pueden aplicarse sobre al menos tres arquitecturas hidráulicas del dispositivo de control térmico (figuras 6, 7 y 8).

La figura 4 ilustra una arquitectura aplicable en las zonas de evaporación y de condensación. Los n elementos de intercambio térmico de cada zona 200, 201 y 202 en esta figura están asociadas en paralelo para optimizar el presupuesto de recalentamiento y la masa. Las distintas zonas 200, 201 y 202 están asociadas en serie (200 y 201) y en paralelo 202. Esta arquitectura permite controlar los elementos de intercambio térmico de la zona de evaporación y por tanto los equipos disipadores a distintos niveles de temperatura. Esta arquitectura permite nivelar las zonas de condensación para equilibrar las potencias que se quieren evacuar con cada panel en función de los entornos radiativos. En una configuración de evaporación, la figura 4 representa un esquema de zona de evaporación dividida en 3 partes de intercambio térmico, cada una compuesta de n elementos de intercambio térmico (n puede ser diferente para cada intercambiador). Las partes de intercambio térmico que se corresponden con las zonas 201 y 202 están situadas en serie y están por tanto controladas a un nivel de temperatura idéntico, la zona 202 en paralelo puede estar controlada a un nivel de temperatura diferente.

Los elementos intercambio térmico se han habilitado en una configuración paralela /en serie (mediante líneas 11 y 12 de fluido propuestas aquí a modo de ejemplo en paralelo) que puede ser diferente a la propuesta en la figura.

La figura 5 ilustra una arquitectura reversible que permite invertir el sentido de circulación del fluido térmico de manera que la zona de condensación y la zona de evaporación estén invertidas. Este modo de realización tiene la ventaja de reducir el presupuesto de recalentamiento del sistema. La potencia Q térmica absorbida a la altura de las superficies radiativas de la zona Z3 (flujo IR, flujos solares...) puede así utilizarse para mantener los equipos disipadores en contacto con la zona Z1 a unos niveles de temperatura aceptables en los casos de las fases de transferencia aunque también en órbita. Un sistema de aislamiento permite invertir el sentido de circulación del bucle. Esta arquitectura reversible está particularmente diseñada para la arquitectura descrita en la figura 8.

La figura 6 ilustra un modo de realización del dispositivo de control térmico. Esta arquitectura consta, unidas sucesivamente en serie en un bucle cerrado de circulación del fluido térmico, de una zona de evaporación Z1, de

una zona de condensación Z3, de un medio 4 de control de la temperatura del bucle, comúnmente denominado depósito termo hidráulico y de un medio 3 de puesta en circulación del fluido caloportador mediante una bomba mecánica. Los circuitos 401 de circulación de la zona de evaporación Z1, de la zona de condensación Z3 y entre estas dos zonas son preferentemente unos circuitos de circulación difásica del fluido térmico. Los circuitos 402 de circulación entre la zona de condensación y la zona de evaporación son preferentemente unos circuitos de circulación monofásica.

La figura 7 ilustra otro modo de realización del dispositivo de control térmico. Esta arquitectura consta, unidas sucesivamente en serie en un bucle cerrado de circulación del fluido térmico, de una zona de evaporación Z1 y de una zona de condensación Z3. La puesta en circulación del fluido se realiza mediante una bomba capilar a la altura de la zona de evaporación. Los circuitos 501 de circulación de la zona de evaporación, de la zona de condensación y entre estas dos zonas son preferentemente unos circuitos de circulación difásica del fluido térmico. Esta arquitectura permite tomar una cantidad mayor de calor de las superficies que recubren los equipos disipadores y de radiar asimismo a la altura de las superficies radiativas una gran cantidad de potencia térmica. Los circuitos 502 de circulación entre la zona de condensación y la zona de evaporación son preferentemente unos circuitos de circulación monofásica.

La figura 8 ilustra otro modo de realización del dispositivo de control térmico. Esta arquitectura consta, unidas sucesivamente en serie en un bucle cerrado de circulación del fluido térmico, de una zona Z1 de evaporación, de una zona Z2 de compresión, de una zona Z3 de condensación y de una zona Z4 de relajación. Dos modos de circulación del fluido térmico están representados. Un primer modo, en el que la circulación del fluido está representada en trazos continuos, describe la arquitectura de la máquina térmica que permite evacuar la potencia térmica Q, con una flecha sólida con trazos continuos, unos equipos disipadores hacia el espacio. La zona Z1 es la zona de evaporación y la zona Z3 es la zona de evaporación. El segundo modo, en el que la circulación del fluido está representada en trazos punteados, describe la arquitectura de la máquina térmica en circulación invertida, como se ha descrito anteriormente en la figura 5. La potencia Q térmica absorbida, indicada con una flecha sólida en trazos punteados, a la altura de las superficies radiativas de la zona Z3 (flujo IR, flujos solares...) puede así utilizarse para mantener los equipos disipadores en contacto con la zona Z1 a unos niveles de temperatura aceptables en los casos de las fases de transferencia, aunque también en órbita. La zona de relajación comprende uno o varios reguladores en serie y/o en paralelo para controlar unas partes de la zona de evaporación a distintos niveles de temperatura. Por ejemplo, el número de reguladores utilizados puede ser en función del número de ramales de las partes de evaporadores en paralelo y de los intervalos de temperaturas asociadas. Por ejemplo, pueden utilizarse unos reguladores de tipo capilar o termostático. La zona de compresión comprende uno o varios compresores. El fluido térmico utilizado para esta arquitectura hidráulica es más bien de tipo refrigerante.

La figura 9 representa un esquema en sección de un satélite en el que se ha representado una parte de la estructura de un satélite 78 constando uno de los paneles 74 de estructura sobre la superficie interna de una parte 751 de la zona de evaporación en contacto con unos equipos 761 y 762 electrónicos disipadores soportados por el panel 74, poco conductor, perpendicularmente a su plano, y sobre la superficie externa de una parte 73 de la zona de condensación en contacto con una parte 72 de la superficie radiativa. El panel 74 de estructura es por ejemplo el panel de la cara norte de un satélite de telecomunicaciones. La mayoría de las veces un satélite de telecomunicaciones está compuesto por paneles comúnmente denominados Norte, Sur, Este, Oeste, Tierra y Anti-tierra. Todos estos paneles pueden constar de una cara interna con una parte de la zona de evaporación y una cara externa con una parte de la zona de condensación como el panel 74 representados en la figura 8. Además, el satélite consta en el interior del cajetín 78 de unos equipos 763 y 764 electrónicos dispuestos en estantería y desacoplados de los paneles del satélite. Unas partes 752 y 753 de la zona de evaporación tienen la función de tomar la potencia térmica generada por los equipos disipadores. La superficie radiativa está orientada hacia el espacio. La superficie radiativa está recubierta de varias capas 71 de protección. Las capas mejoran la protección contra las agresiones de micrometeoritos pero no impiden la transferencia conductora entre la zona de condensación y de radiación. La capa 70 que recubre las superficies radiativas es un medio para emitir la potencia disipadora a la vez que limita la absorción de los flujos térmicos externos (solares y otros). Pueden estar constituida por espejos. Los medios 79 de circulación del fluido térmico circulan por el interior de las partes 751, 752 y 753 de las zonas de evaporación y de condensación constituidas por una o varias partes de intercambio térmico. Los equipos disipadores situados en estantería en el interior del satélite y los equipos disipadores situados sobre los paneles estructurales están asociados a un mismo circuito hidráulico de fluido térmico mediante ramales del circuito en paralelo y/o en serie.

Un satélite de telecomunicaciones consta de un módulo denominado de servicio y de un módulo de comunicaciones. Los paneles de estos dos módulos pueden disponerse con el dispositivo de control térmico con una parte de la zona de evaporación en la cara interna y con una parte de la zona de condensación en la cara externa. El gradiente térmico entre las caras de los paneles es elevado mientras que el gradiente térmico es prácticamente nulo longitudinalmente sobre la cara de los paneles.

Una ventaja del dispositivo según la invención es la puesta en práctica de una arquitectura de transferencia de potencia térmica en la que la zona de evaporación está desacoplada térmicamente de la zona de condensación, vinculadas estructuralmente a los mismos paneles.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de control térmico destinado a tomar la disipación térmica generada por un grupo de equipos disipadores de un ingenio espacial en una zona de evaporación antes de desechar hacia el espacio frío este calor a través de una zona de condensación, constando el ingenio espacial de una pluralidad de paneles estructurales y comprendiendo el dispositivo de control térmico unos medios de circulación de un fluido térmico que unen en un bucle cerrado al menos la zona de evaporación y la zona de condensación, constituyendo la zona de evaporación una primera superficie de intercambio térmico, directa o indirectamente a través de otros medios de transferencia térmica compactos y unidos en serie y/o en paralelo por los tubos de los medios de circulación, con los equipos
- 10 disipadores y constituyendo la zona de condensación una segunda superficie de intercambio térmico directa o indirectamente a través de otros medios de transferencia térmica con radiadores irradiando hacia el espacio, **caracterizado porque** la zona de evaporación y/o la zona de condensación están constituidas por al menos una parte (200) de intercambio térmico que comprende una red de una pluralidad de elementos (21, 22) de intercambio térmico compactos distribuidos sobre su superficie (40) de intercambio térmico respectiva y unidos en serie y/o en
- 15 paralelo por los tubos de los medios (11, 12) de circulación del fluido térmico.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos un panel, sustancialmente poco conductor térmicamente en sentido transversal perpendicularmente a su plano, consta sobre la cara interna al ingenio de al menos una parte de intercambio térmico de la zona de evaporación y sobre la cara externa al ingenio de al menos una parte de intercambio térmico de la zona de condensación.
- 20 3. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado porque** al menos una parte (200) de intercambio térmico de la zona de evaporación está ensamblada con unos medios (310, 311) de transferencia térmicos en contacto por un lado con los elementos (21, 22) de intercambio térmico compactos y por otro lado con los equipos disipadores.
- 25 4. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una parte de intercambio térmico de la zona de condensación está ensamblada con unos medios (320, 321) de transferencia térmicos en contacto por un lado con los elementos de intercambio térmico compactos y por otro lado con un radiador.
- 30 5. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de circulación del fluido térmico constan de un primer y de un segundo circuito (11, 12) de circulación, los medios (310, 311) de transferencia térmicos ensamblados a una parte (200) de intercambio térmico de la zona de evaporación están en contacto con al menos un primer y un segundo elemento (21, 22) de intercambio térmico compacto, estando el primer elemento (21) en contacto con el primer circuito (11) de circulación del fluido térmico y estando el segundo elemento (22) en contacto con el segundo circuito (12) de circulación.
- 35 6. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de circulación del fluido térmico constan de un primer y de un segundo circuito (11, 12) de circulación, los medios (320, 321) de transferencia térmicos ensamblados a una parte de intercambio térmico de la zona de condensación están en contacto con al menos un primer y un segundo elemento (61, 62) de intercambio térmico compacto, estando el primer elemento en contacto con el primer circuito de circulación del fluido térmico y el segundo elemento en contacto con el segundo circuito de circulación.
- 40 7. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la zona de evaporación y/o la zona de condensación están constituidas por una pluralidad de partes (200, 201, 202) de intercambios térmicos y los medios de circulación del fluido térmico unen dichos equipos en serie y/o en paralelo.
- 45 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el bucle de circulación del fluido térmico también comprende una zona de relajación directamente aguas arriba de la zona de evaporación y una zona de compresión directamente aguas abajo de la zona de evaporación.
9. Dispositivo de control térmico según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los medios de circulación del fluido térmico comprenden unos medios para invertir el sentido de circulación del fluido térmico, de manera que la zona de condensación y la zona de evaporación estén invertidas.
- 50 10. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, **caracterizado porque** la zona de relajación comprende una pluralidad n de reguladores para controlar la temperatura de una pluralidad n de partes de intercambio térmico de la zona de evaporación a uno o más niveles de temperatura diferentes, uniendo los medios de circulación del fluido térmico dichos equipos en paralelo.
- 55 11. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el medio para hacer circular el fluido térmico es una bomba mecánica (3).

12. Dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el medio para hacer circular el fluido térmico es una bomba capilar.
- 5 13. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la zona de condensación también comprende unos medios de intercambio térmico de tipo conducto tubular que son los medios de circulación del fluido térmico, configurados en serie y/o en paralelo, y unidos directamente a un panel radiante.
14. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la zona de evaporación también comprende unos medios de intercambio térmico de tipo conducto tubular que son los medios de circulación del fluido térmico, configurados en serie y/o en paralelo, y unidos directamente a unos equipos disipadores.
- 10 15. Satélite de telecomunicaciones, **caracterizado porque** comprende un dispositivo de control térmico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
16. Satélite según la reivindicación 15 que consta de un módulo de servicio y de un módulo de comunicaciones, **caracterizado porque** las superficies externas de los paneles estructurales soportan al menos un radiador.
- 15 17. Satélite según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 16, **caracterizado porque** al menos un radiador es desplegable.

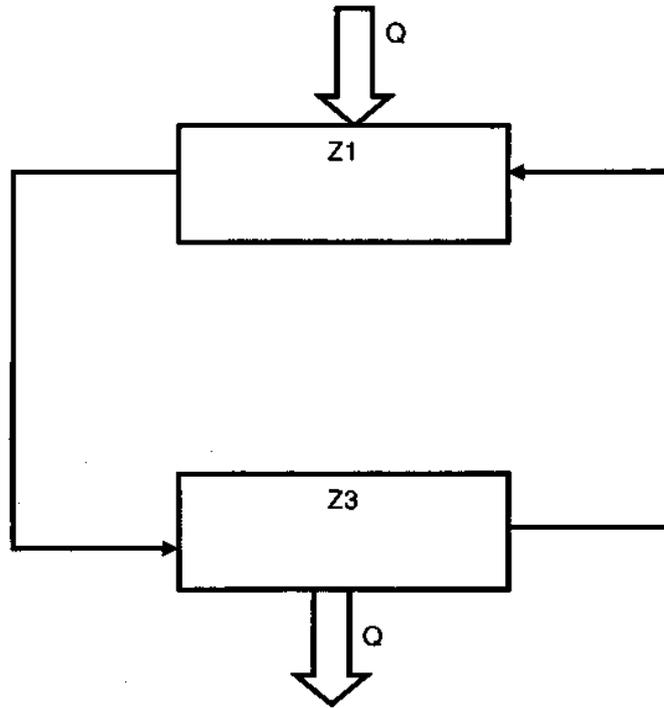


Fig. 1

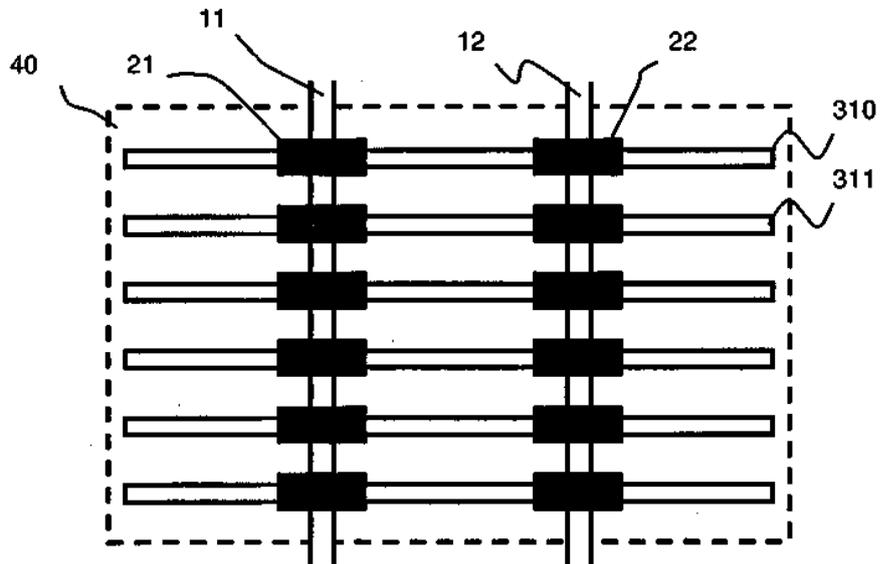


Fig. 2

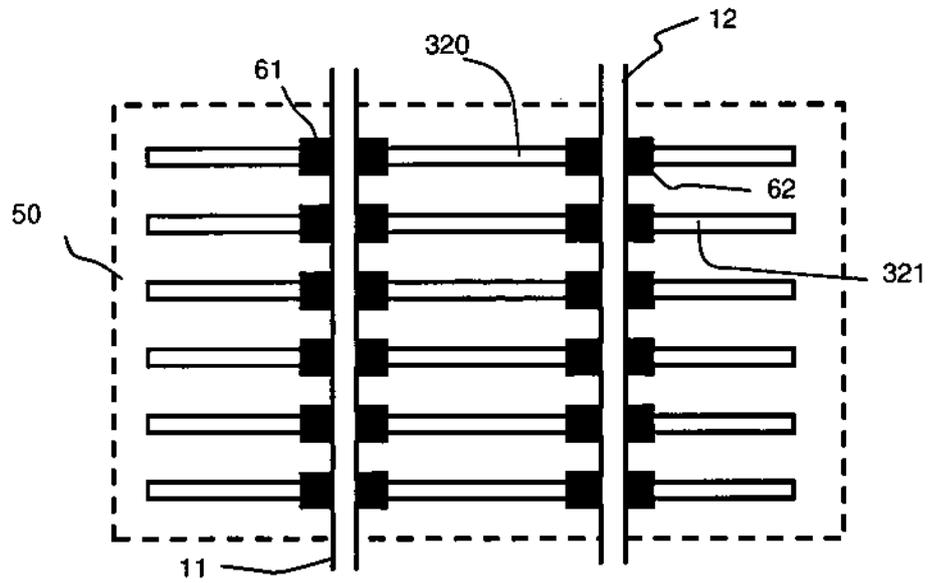


Fig.3

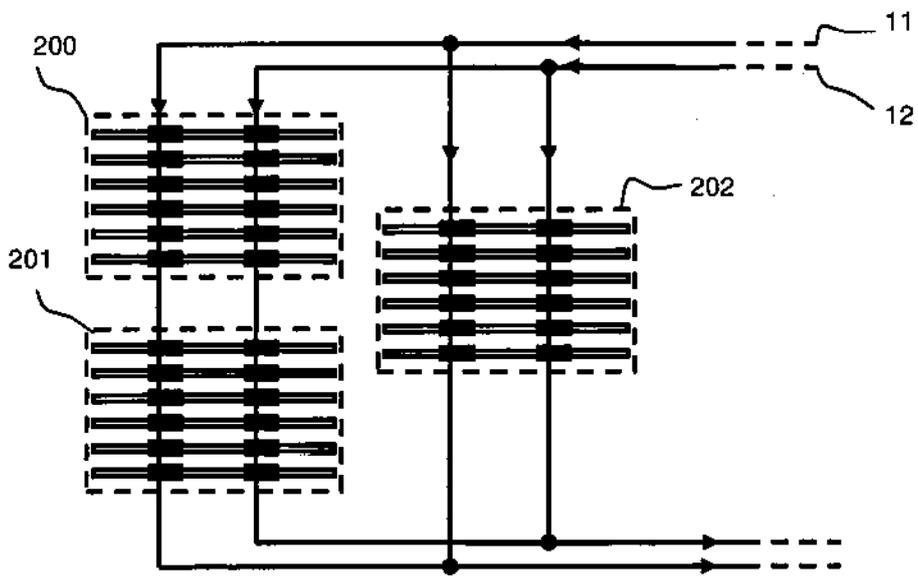


Fig.4

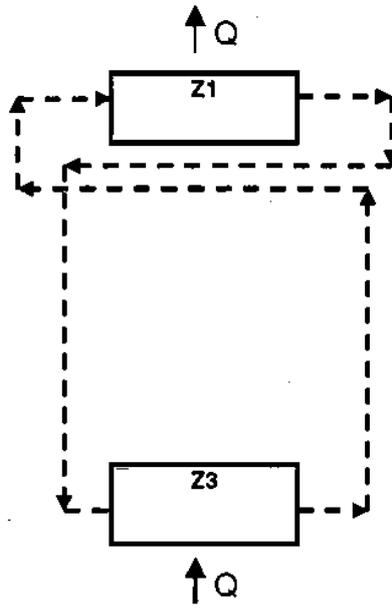


Fig.5

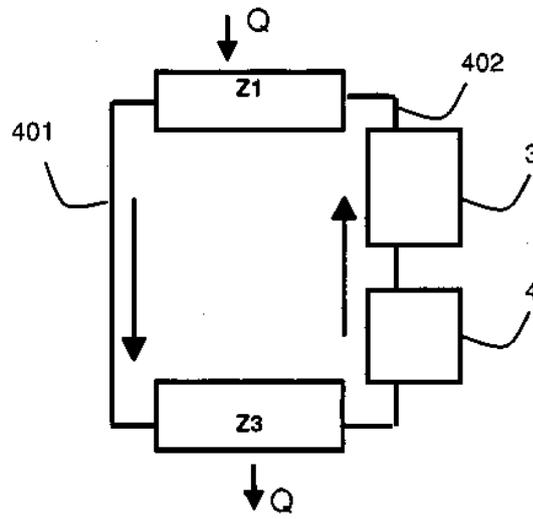


Fig. 6

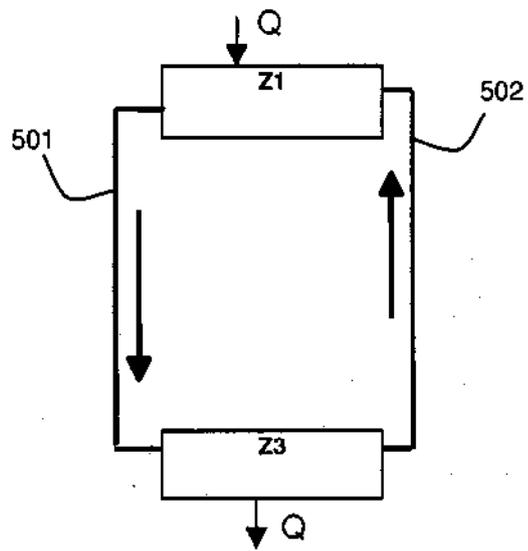


Fig.7

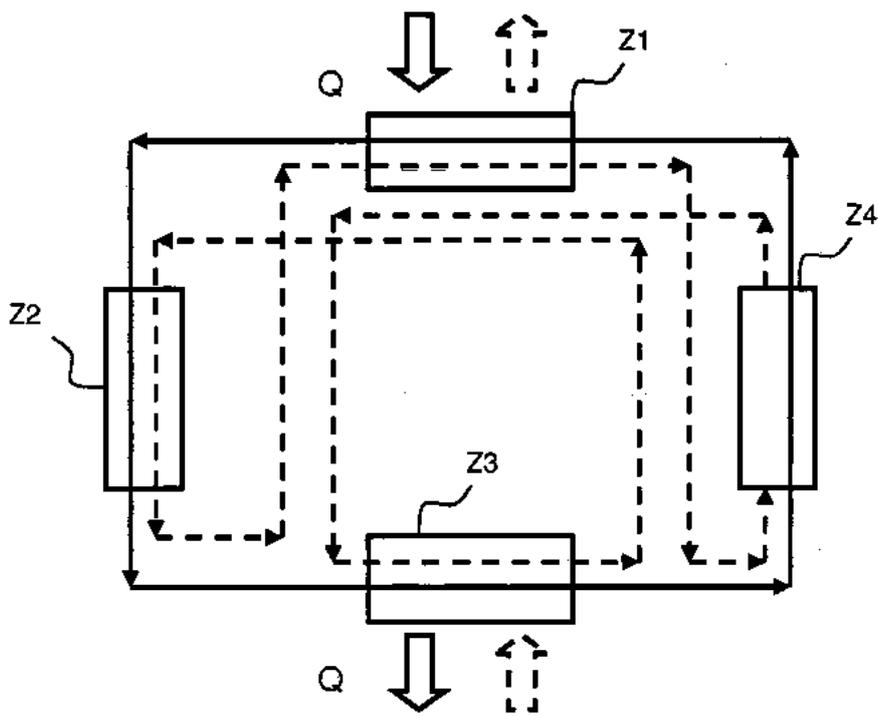
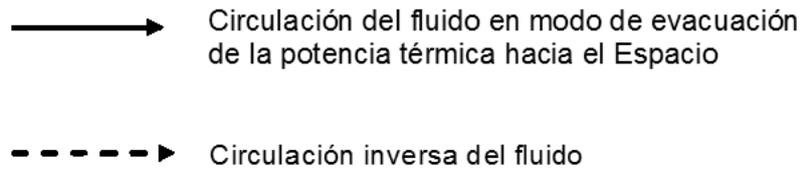


Fig. 8

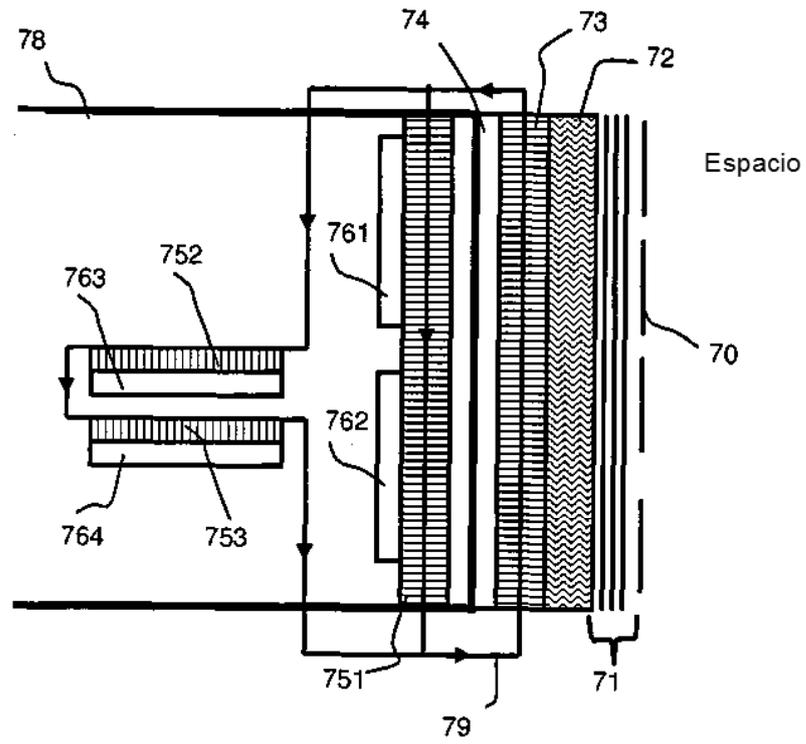


Fig. 9