

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 969**

51 Int. Cl.:

**B60H 1/00** (2006.01)

**B61D 27/00** (2006.01)

**B60H 1/14** (2006.01)

**B61D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2022 E 22157488 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2023 EP 4046834**

54 Título: **Vehículo de tracción eléctrica o híbrida equipado con un sistema de aire acondicionado, con recuperación de calor a partir de enfriamiento de componentes eléctricos y/o electrónicos**

30 Prioridad:

**18.02.2021 IT 202100003755**

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

**26.10.2023**

73 Titular/es:

**HITACHI RAIL STS S.P.A. (20.0%)**

**Via Argine, 425**

**80147 Napoli, IT;**

**PALOMBO, ADOLFO (20.0%);**

**BUONOMANO, ANNAMARIA (20.0%);**

**BARONE, GIOVANNI (20.0%) y**

**FORZANO, CESARE (20.0%)**

72 Inventor/es:

**PALOMBO, ADOLFO;**

**BUONOMANO, ANNAMARIA;**

**BARONE, GIOVANNI;**

**FORZANO, CESARE;**

**CASCONE, BENIAMINO y**

**VENANZIO, PIETRO**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 951 969 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

Vehículo de tracción eléctrica o híbrida equipado con un sistema de aire acondicionado, con recuperación de calor a partir de enfriamiento de componentes eléctricos y/o electrónicos

5 La presente invención se refiere a un vehículo de tracción eléctrica o de tracción híbrida, dotado con un sistema de aire acondicionado, para acondicionar un compartimento de pasajeros del vehículo. En particular, la presente invención se refiere a un vehículo ferroviario, por ejemplo a un tren, sin perder la generalidad, dado que también se puede aplicar a vehículos de carretera, vehículos navales, etc...

10 A partir de la solicitud de patente N° DE19914565A1, se conoce la posibilidad de usar el calor producido por un dispositivo convertidor para calentar, durante el período de invierno, un flujo de aire que se envía, por medio de un ventilador, a un compartimento de pasajeros de un vehículo. La transferencia del calor del dispositivo convertidor al compartimento de pasajeros permite reducir los consumos energéticos para calentar el compartimento de pasajeros.

15 En particular, el ventilador transporta aire externo, o aire recirculado del compartimento de pasajeros, o una mezcla ajustable de aire externo y aire recirculado, a una unidad de calentamiento alimentada con un fluido de intercambio térmico que extrae calor del dispositivo convertidor. Por medio de tal sistema, es posible controlar el confort térmico de los ocupantes solamente durante el período de invierno de calefacción.

20 Se siente la necesidad de perfeccionar las soluciones conocidas de este tipo con el fin de conseguir unas condiciones de calidad del aire óptimas y de confort de las personas en el compartimento de pasajeros también en el período de verano. En particular, es recomendable asegurar el confort tanto desde el punto de vista de la temperatura (el llamado confort térmico) como desde el punto de vista de la humedad (el llamado confort higrométrico). El control de la humedad, a su vez, permite asegurar las condiciones de "Calidad del Aire Interior" (IAQ) requeridas por la norma americana Ashrae 62.1 para prevenir el desarrollo de patógenos en el interior del compartimento de pasajeros.

25 El documento US10315493B2 ilustra un vehículo según el preámbulo de la reivindicación 1, en donde una válvula de regulación de tres vías recibe un refrigerante proveniente de una fuente de calor, recuperado de los componentes eléctricos. Tal válvula se controla para dividir el refrigerante entre dos ramas de circuito, en paralelo entre sí, que tienen respectivos intercambiadores de calor: uno de tales intercambiadores calienta el aire enviado dentro del compartimento de pasajeros, mientras que el otro se enfría por el aire externo. Esta solución requiere un depósito para mezclar las partes de refrigerante que fluyen en las dos ramas de circuito, antes de devolver a la fuente de calor.

30 El documento US 2019/299738 A1 también ilustra un vehículo equipado con un sistema de disipación y recuperación de calor residual.

35 El objeto de la presente invención es fabricar un vehículo de tracción eléctrica o híbrida dotado con un sistema de aire acondicionado, con recuperación de calor a partir de la refrigeración de componentes eléctricos y/o electrónicos, que permita satisfacer de una manera sencilla y rentable las necesidades descritas anteriormente y que perfeccione la solución mostrada en el documento US10315493B2.

Según la presente invención, se proporciona un vehículo de tracción eléctrica o híbrida, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Con tal sistema, de una manera simple y rentable, será posible obtener un calentamiento económicamente razonable del aire tratado, con el fin de asegurar:

40 i) menores consumos de energía durante la temporada cuando la calefacción es necesaria (siendo igual el servicio proporcionado a los usuarios);

ii) un mejor confort termohigrométrico de los ocupantes, y una mejor calidad del aire interno, durante la estación de calor o de verano, gracias al control de la humedad relativa ambiental (en tal caso, como se describe en detalle a continuación, será necesario enfriar y deshumidificar el aire más que en el caso estándar).

45 Para una mejor comprensión de la invención, se describe en la presente memoria, a modo de ejemplo y no limitado al campo ferroviario, una realización preferida con la ayuda de los dibujos que se acompañan, en los que:

- la Figura 1 es una vista lateral de una realización preferida del vehículo de tracción eléctrica o híbrida dotado con un sistema de aire acondicionado para acondicionar un compartimento de pasajeros, con recuperación de calor de componentes eléctricos y/o electrónicos, según la presente invención;

50 • la Figura 2 es un diagrama que muestra el sistema de aire acondicionado proporcionado en el vehículo de la Figura 1;

- la Figura 3 es un diagrama psicrométrico que muestra, a modo de ejemplo, la operación y las transformaciones termodinámicas del aire húmedo para el sistema de aire acondicionado de la Figura 2 en un modo de operación de verano general;

5 • la Figura 4 es un diagrama de bloques que muestra, en general, la lógica de operación del sistema de aire acondicionado propuesto; y

- la Figura 5 es un detalle con relación a una variante del diagrama de la Figura 2.

10 Con referencia a la Figura 1, el número de referencia 1 indica un vehículo, definido en el caso específico por un coche de pasajeros de un tren. Más en general, la presente invención se aplica no solamente a trenes, sino a cualquier vehículo de tracción eléctrica, o a cualquier vehículo de tracción híbrida (por ejemplo, barcos, autobuses, etc.) con accionamiento eléctrico acoplado a otra fuente de tracción.

El coche de pasajeros 1 es, en particular, un coche de pasajeros de cabeza del tren y comprende un accionamiento eléctrico 2, que tiene al menos un motor eléctrico o un generador de motor eléctrico (no ilustrado) para operar mecánicamente las ruedas 4 de al menos un vagón 5, que se proporciona debajo del suelo del coche de pasajeros 1.

15 El vehículo eléctrico 1 tiene componentes electrónicos y/o eléctricos que requieren enfriamiento, indicados de manera general mediante el número de referencia 8 en la Figura 1.

Los componentes eléctricos/electrónicos 8, en el caso específico ilustrado, están definidos por convertidores electrónicos de potencia 10, para convertir, transformar y/o transferir energía eléctrica para el motor o generador de motor.

20 En el ejemplo considerado, el accionamiento eléctrico 2 es del tipo conocido, por lo tanto no se describe en detalle. En particular, los convertidores electrónicos de potencia 10, tales como por ejemplo inversores (esquemáticos en la Figura 2), reciben energía eléctrica de una catenaria o de una línea electrificada instalada en tierra o de otra fuente (no ilustrada) y transforman la energía eléctrica para operar uno o más motores eléctricos para remolcar el vehículo 1. Preferiblemente, en el ejemplo ilustrado, los convertidores electrónicos de potencia 10 están dispuestos en el techo o la cubierta 9 del coche de pasajeros 1 (Figura 1).

Según una variante no ilustrada, en combinación o en alternativa a la extracción de energía eléctrica de una catenaria o de una línea electrificada en tierra, el coche de pasajeros 1 comprende una fuente de energía eléctrica autónoma definida por una batería (no ilustrada), que se conecta a los convertidores electrónicos de potencia 10 para alimentar, y preferiblemente también recibir y almacenar, corriente eléctrica en corriente continua.

30 El coche de pasajeros 1 comprende al menos un compartimento de pasajeros 11 accesible por los pasajeros, el conductor, los operadores, etc., a través de una o más puertas. El compartimento de pasajeros 11 está acondicionado para satisfacer las necesidades de calidad del aire y de confort térmico o termohigrométrico durante los trayectos. En otras palabras, el compartimento de pasajeros 11 tiene unas condiciones de temperatura del aire y, en verano, también condiciones de humedad relativa que se pueden ajustar por medio de un sistema de aire acondicionado 15, ilustrado esquemáticamente en la Figura 2.

40 Con referencia a tal Figura 2, el sistema de aire acondicionado 15 comprende una unidad de control 16 y una pluralidad de sensores (de tipo conocido y no ilustrados), dispuestos en el interior del compartimento de pasajeros 11 y/o en la atmósfera exterior y/o en conductos/intercambiadores/dispositivos del sistema de aire acondicionado 15 para enviar, a la unidad de control 16, señales indicativas de las condiciones/propiedades del aire exterior e interior del compartimento de pasajeros 11 (por ejemplo: temperatura, humedad relativa, caudal, concentración de dióxido de carbono, etc.) y condiciones/propiedades de los fluidos de intercambio térmico usados (por ejemplo: temperatura, presión, caudal, etc.).

La unidad de control 16 está configurada, por medio de algoritmos de control (en bucle abierto o preferiblemente en bucle cerrado), para ajustar los intercambios térmicos en el sistema de aire acondicionado 15 con el fin de alcanzar:

45 - un punto de consigna de temperatura de bulbo seco dado en el interior del compartimento de pasajeros 11, llamado TSet, típicamente comprendido entre 21 y 31 °C;

- en un llamado período de “verano”, también un punto de consigna de humedad relativa, llamado RHset, normalmente deseado por los usuarios y típicamente incluido entre 45% y 55% (50% ±10%, véase el área resaltada correspondiente en la Figura 3).

50 Además, la norma americana Ashrae 62.1 (“Ventilation for indoor air quality”) de 2019 recomienda, con los propósitos de la calidad del aire (para prevenir la proliferación de patógenos), mantener los ambientes acondicionados por debajo del punto de rocío de 15°C, correspondiente a una humedad específica del aire interno de 10,5 g/kg<sub>a</sub> (línea discontinua horizontal en la Figura 3); se debería señalar que tal requisito es fácilmente alcanzable adoptando el sistema que se propone según la presente invención: de hecho, en la práctica, con el fin de

permanecer por debajo de la humedad específica antes mencionada, es suficiente mantener los valores de temperatura bulbo seco y humedad relativa adecuados (por ejemplo, para una temperatura de bulbo seco de 25°C, es suficiente mantener una humedad relativa alrededor del 50% para obtener simultáneamente las condiciones de bienestar termohigrométrico de verano y la calidad del aire en el interior del compartimiento de pasajeros).

5 El sistema de aire acondicionado 15 comprende un conducto aerólico 20 que, en uso, transporta un flujo de aire forzado hacia el compartimiento de pasajeros 11. Tal flujo se obtiene a través de la acción de al menos un ventilador 21. El conducto 20 está dotado, en una salida 22 que conduce al compartimiento de pasajeros 11, con una pluralidad de sopladores o difusores 23 dispuestos en posiciones separados unos de otros (en la Figura 2, en aras de la simplicidad, solamente se muestra uno de los difusores 23).

10 El sistema de aire acondicionado 15 comprende preferiblemente un mezclador 24 de conocido tipo, dispuesto en una longitud inicial del conducto 20 y que se comunica, por medio de las respectivas entradas, 25 y 26, con el entorno exterior y con el compartimiento de pasajeros 11 para ser capaces de mezclar un flujo de aire externo con un flujo de aire proveniente del compartimiento de pasajeros 11. El ajuste de la mezcla se controla por la unidad de control 16 de una manera conocida y no se describe en detalle, por ejemplo, estrangulando la abertura de las  
15 entradas 25 y 26.

Más preferiblemente, el ventilador 21 forma parte del mezclador 24, pero también se podría proporcionar en el conducto 20 aguas abajo del mezclador 24 (considerando la dirección de avance del aire); o se podrían proporcionar dos ventiladores, uno para el aire succionado a través de la entrada 25, y el otro para el aire succionado a través de la entrada 26.

20 El aire acondicionado 15 comprende además dos intercambiadores de calor, 27 y 28, llamados respectivamente "batería fría" y "batería caliente", dispuestos uno después del otro a lo largo del conducto 20, aguas abajo del mezclador 24.

El intercambiador 27, dispuesto entre el mezclador 24 y el intercambiador 28, se proporciona para enfriar y deshumidificar el flujo de aire en el conducto 20 y, en particular, define el evaporador de un conjunto de refrigeración  
25 30. Este último, si es del tipo de compresión de vapor, en general comprende un circuito 31 en el que fluye un fluido refrigerante; un compresor 32; un intercambiador de calor 33 (condensador); una válvula de laminación 34.

Mientras, el intercambiador 28 forma parte de un sistema de disipación y recuperación de calor residual 35 producido por los convertidores electrónicos de potencia 10. En general, será posible aplicar el sistema 35 a los  
30 componentes electrónicos/eléctricos 8 que son diferentes de los convertidores electrónicos de potencia 10 indicados en la presente memoria a modo de ejemplo, pero que requieren ser enfriados durante la operación relativa.

El sistema de disipación y recuperación de calor residual 35 comprende un circuito 36, en el que fluye un fluido de intercambio térmico (por ejemplo, agua líquida), y una bomba de circulación 37.

Se debería señalar que el intercambiador 28, que actúa como "batería caliente" para el calentamiento o postcalentamiento del aire tratado, es un componente adicional con respecto a los diseños de sistemas tradicionales  
35 que no proporcionan recuperación de calor de los componentes eléctricos/electrónicos 8, mientras que tal recuperación en la presente invención se obtiene por medio del sistema 35.

El sistema de disipación y recuperación de calor residual 35 comprende además al menos un intercambiador de calor 38 dispuesto a lo largo del circuito 36 para extraer calor de los componentes eléctricos/electrónicos 8, calor que luego se recuperará y transferirá a través del intercambiador 28 al flujo de aire a ser calentado en el conducto 20.

40 El intercambiador 38 extrae calor de los convertidores electrónicos de potencia 10, pero, como se mencionó anteriormente, podría extraer calor de otros tipos de componentes eléctricos/electrónicos 8 que naturalmente tienden a calentarse durante su uso normal y, de este modo, requieren refrigeración. Por ejemplo, se podría extraer calor de una batería eléctrica, si se proporciona.

45 En el ejemplo particular ilustrado en la Figura 2, el conjunto del intercambiador 38 y el convertidor electrónico de potencia 10 (o, más en general, el conjunto del intercambiador 38 y el componente eléctrico/electrónico 8) forma un solo aparato.

Evidentemente, el hecho de la recuperación del calor que se produce por al menos un componente eléctrico y/o electrónico permite reducir los consumos de energía necesarios para calentar, en el período frío o de invierno, el flujo de aire transportado desde el conducto 20 hacia el compartimiento de pasajeros 11. Durante el período cálido o  
50 de verano, con el mismo sistema de disipación y recuperación de calor residual 35, una mejor calidad del aire y un mayor confort de los ocupantes se obtiene, en su lugar, a través del control de la humedad relativa en el compartimiento de pasajeros 11 (de otro modo no se obtiene en los diseños de sistemas tradicionales).

Además, los rendimientos y las condiciones de operación de los convertidores electrónicos de potencia 10 mejoran gracias a una extracción más eficaz del calor a ser disipado en el caso del sistema de disipación y recuperación de  
55 calor residual 35 propuesto según la presente invención.

La posición del intercambiador 38 se determina por el diseño proporcionado en el vehículo para los convertidores electrónicos de potencia 10 y/o para cualquier otro componente eléctrico/electrónico 8 que se enfrían por los intercambiadores 38 del sistema de disipación y recuperación de calor residual 35.

5 En el caso específico ilustrado, los aparatos que comprenden los intercambiadores 38 están dispuestos en el techo o cubierta 9 (Figura 1).

10 El sistema de disipación y recuperación de calor residual 35 comprende además un radiador 39 dispuesto a lo largo del circuito 36, y atravesado, en uso, por aire externo, que preferiblemente se hace circular forzosamente por medio de al menos un ventilador 40, con el fin de descargar la parte de calor que está en exceso, es decir, la parte de calor que se produce por los convertidores de electrónica de potencia 10 pero que no se usa para calentar el aire en el conducto 20.

En el ejemplo específico, el radiador 39 y el ventilador 40 del mismo están dispuestos sobre el techo o cubierta 9 (Figura 1).

15 Todavía con referencia a la Figura 2, con el fin de ajustar el calor transmitido al intercambiador 28, el sistema de disipación y recuperación de calor residual 35 comprende un tubo de desviación 41, en paralelo al intercambiador 28, y una válvula de regulación de tres vías 42, dispuesta a lo largo del circuito 36 en uno de los dos puntos de intersección entre la tubería 41 y la rama del circuito donde está dispuesto el intercambiador 28. En particular, la válvula 42 está dispuesta en el punto de intersección aguas abajo del intercambiador 28 y de la tubería 41 (el término "aguas abajo" se determina por la dirección del flujo, que a su vez se determina por la bomba 37). La válvula 42 se acciona eléctricamente bajo el mando de la unidad de control 16.

20 Gracias a tal válvula 42, el calor extraído a través de los intercambiadores 38 se puede dirigir parcial o totalmente hacia el intercambiador 28, dividiendo el caudal del fluido de transferencia de calor entre el intercambiador 28 y la tubería 41, dependiendo los intercambios térmicos requeridos, sobre la base de los algoritmos implementados en la unidad de control 16. Se debería señalar que la válvula 42, así como el intercambiador 28, son componentes adicionales con respecto a los diseños de sistemas tradicionales desprovistos de recuperación de calor.

25 Según la presente invención, como se muestra en la Figura 2, el radiador 39 está dispuesto en serie, aguas abajo con respecto a la tubería 41 y al intercambiador 28, y aguas arriba con respecto a los intercambiadores 38. Por lo tanto, el caudal de líquido de transferencia de calor en la tubería 41 se une con el que fluye a través del intercambiador 28, en el punto de intersección aguas abajo (donde está dispuesta la válvula 42, en el ejemplo específico ilustrado), y todo el caudal fluye hacia el radiador 39. Gracias al posicionamiento en serie del radiador 39, el intercambio térmico se ajusta de una manera relativamente sencilla, con el fin de obtener la temperatura adecuada entrando en los intercambiadores 38. Además, la disposición del circuito según la presente invención no requiere ningún depósito para mezclar las dos partes de líquido provenientes del intercambiador 28 y de la tubería 41.

35 En el ejemplo particular ilustrado en la Figura 2, el caudal de fluido siempre fluye a través del radiador 39, que nunca se excluye del circuito, antes de llegar a los intercambiadores 38. Mientras, según la variante mostrada en la Figura 5, el radiador 39 se puede desviar: de hecho, el circuito 36 comprende una línea de desviación 41a, en paralelo al radiador 39, y una válvula de regulación de tres vías 43 controlada por la unidad de control 16 para variar el calor extraído del radiador 39 y, de este modo, la temperatura que entra en los intercambiadores 38, dividiendo el caudal del líquido de transferencia de calor entre el radiador 39 y la línea 41a.

40 Según un aspecto preferido de la presente invención, la unidad de control 16 ajusta simultáneamente el sistema 35 y el conjunto de refrigeración 30, también en el período de verano, para alcanzar el punto de consigna de temperatura (Tset) y el punto de consigna de humedad relativa del aire (RHset) en el compartimento de pasajeros 11.

45 Durante el período de verano, el punto de consigna de temperatura se representa, por ejemplo, por el valor de abscisas de los puntos I e I' de la Figura 3, en donde las transformaciones a las que se somete el aire tratado se muestran en un diagrama psicrométrico de Mollier para el aire húmedo.

50 En el caso particular considerado, el punto de consigna de temperatura es de alrededor de 25 °C, pero posiblemente podría ser diferente (típicamente, los puntos de ajuste de temperatura y humedad se pueden elegir libremente para que estén dentro del área resaltada en la Figura 3, que corresponde a las condiciones de bienestar termohigrométricas de los ocupantes, y también a las condiciones de calidad del aire en el interior del compartimento de pasajeros).

55 Suponiendo dejar el intercambiador 28 (es decir, el intercambiador adicional, o batería de postcalentamiento, del sistema 35) apagado en el período de verano, todo el calor residual proveniente del intercambiador 38 se disipa por el radiador 39: si se desea alcanzar el punto de consigna de temperatura comenzando desde el punto M en el diagrama (es decir, comenzando, por ejemplo, desde una condición en la que el aire a ser tratado, después de la mezcla entre el aire externo y el aire recirculado, tiene una temperatura de alrededor de 32 °C y una humedad relativa del 57%), es necesario enfriar y deshumidificar el flujo de aire que fluye por el conducto 20 a través del

intercambiador 27 hasta alcanzar el punto A, después de una transformación, en la que se obtienen el enfriamiento y la deshumidificación.

5 El aire tratado, que fluye a lo largo del conducto 20, a través del intercambiador 27 hasta el compartimento de pasajeros 11, se introduce en el ambiente en las condiciones identificadas por el punto A en el diagrama de la Figura 3.

En el supuesto de que el intercambiador 28 esté apagado, dejando entrar el aire en tales condiciones, el aire presente en el compartimento de pasajeros 11 cambia sus condiciones termohigrométricas alcanzando las condiciones identificadas por el punto I', donde la temperatura corresponde realmente al punto de consigna establecido, pero:

10 i) la humedad específica puede exceder el valor máximo de  $10,5 \text{ g/kg}_a$  recomendado por la norma Ashrae 62.1 con los propósitos de la calidad del aire interno;

ii) la humedad relativa puede ser más alta que el límite máximo típicamente considerado para los propósitos del bienestar termohigrométrico de los usuarios (típicamente 55%).

Tales ocurrencias se ilustran en la Figura 3.

15 Con el fin de superar estos inconvenientes y reducir la humedad relativa, según un aspecto de la presente invención, siendo igual el punto de consigna de temperatura, la unidad de control 16 ajusta el conjunto de refrigeración 30 de tal manera que el calor extraído por medio del intercambiador 27 sea mayor que el calor que teóricamente se extraería dejando el intercambiador 28 apagado.

20 Simultáneamente, la unidad de control 16 ajusta el sistema (por medio de la válvula 42) de tal manera que el intercambiador 28 transfiera el calor extraído de los componentes eléctricos/electrónicos 8 al flujo de aire en el conducto 20 para alcanzar, en el interior del compartimento de pasajeros 11, además del punto de consigna de temperatura, también un valor de humedad ambiental que pueda asegurar al mismo tiempo niveles adecuados de confort higrométrico y de calidad del aire.

25 Este modo de control se identifica, en el ejemplo de la Figura 3, por el logro del punto A' a través del enfriamiento y la deshumidificación obtenidos por medio del intercambiador 27, y luego mediante un tramo horizontal (del punto A' al punto B) definiendo el postcalentamiento obtenido por medio del intercambiador 28.

30 Introduciendo en el ambiente el aire tratado en las condiciones identificadas por el punto B, el aire del interior del compartimento de pasajeros 11 alcanza las condiciones de calidad del aire y bienestar termohigrométrico deseadas, identificadas por el punto I (que respeta los puntos de consigna de temperatura y humedad relativa y el límite máximo de humedad específica del ambiente, respectivamente iguales a  $25^\circ\text{C}$ , 50% y  $10,5 \text{ g/kg}_a$ ).

Con el fin de obtener el resultado descrito anteriormente, la unidad de control 16 se configura por medio de la implementación de algoritmos adecuados para alcanzar, además del punto de consigna de temperatura, también el punto de consigna de humedad relativa del ambiente.

35 Específicamente, a través de los algoritmos antes mencionados es posible determinar cuándo (y en qué medida) es necesario para deshumidificar y postcalentar el aire con el fin de alcanzar el punto de consigna deseado, como se muestra a modo de ejemplo en el diagrama de flujo proporcionado en la Figura 4. La estrategia de control óptima para controlar, de una manera coordinada o combinada, el conjunto de refrigeración 30 y la válvula 42 puede variar dependiendo del caso considerado (sobre la base de las máquinas usadas, los puntos de consigna, etc...): la estrategia de control a ser usada, de este modo, se definirá cada vez, sobre la base de las especificidades del caso.

40 Según una variante, la velocidad del ventilador 40 se ajusta por la unidad de control 16, o por otra unidad de control a bordo del vehículo, para aumentar (en pasos discretos, o progresivamente) tras el aumento de la velocidad de avance del vehículo, correlacionando de este modo el caudal de aire (y, de este modo, el enfriamiento causado por el radiador 39) indirectamente a la cantidad de energía disipada por los convertidores electrónicos de potencia 10.

45 La velocidad de avance del tren se puede detectar por medio de uno o más sensores de velocidad dispuestos a bordo, o se puede estimar a partir de otras cantidades medidas a bordo y posiblemente en el terreno, o se puede determinar de manera remota y transmitir de manera inalámbrica al vehículo, o se podría determinar por medio de un sistema de geolocalización.

50 En esta variante, el ajuste de velocidad del ventilador 40 permite extraer menos o más calor del radiador 39 en proporción a cuánto disipan los convertidores electrónicos de potencia 10, y a la compatibilidad con los límites de nivel de ruido (en ausencia del ajuste del ventilador 40, la temperatura del líquido oscilaría según el rendimiento de la potencia disipada por los convertidores electrónicos de potencia 10).

De manera más general, la velocidad de rotación del ventilador 40 se ajusta para asumir dos valores diferentes dependiendo de la velocidad de avance del vehículo: una velocidad de rotación menor para velocidades de avance que son nulas y/o están por debajo de un umbral preestablecido (dados los posibles límites de ruido estrictos y las

potencias reducidas a ser disipadas); mientras, una velocidad de rotación más alta cuando la velocidad de avance está por encima de dicho umbral.

Según la variante de la Figura 5, es posible ajustar la cantidad de calor disponible para el intercambiador 28 (para calentar, durante la estación fría, o para postcalentar, durante la estación cálida, el aire a ser introducido en el compartimento de pasajeros 11) variando la cantidad de calor extraída en el radiador 39, además del ajuste de caudal llevado a cabo por la válvula 42. El ajuste de la extracción de calor se puede llevar a cabo con al menos uno de los siguientes modos:

- variando la velocidad de rotación del ventilador 40;

- dividiendo el caudal de fluido de transferencia de calor entre el radiador 39 y la línea 41a, por medio de la válvula 43.

Preferiblemente, la estrategia de control proporciona las siguientes operaciones. Cuando la apertura completa de la válvula 42 hacia el intercambiador 28 no es suficiente para asegurar el calor requerido y alcanzar el punto de consigna de temperatura, la unidad de control 16 primero reduce la velocidad del ventilador 40 para reducir el calor extraído y de este modo aumentar la temperatura del fluido de transferencia de calor aguas arriba y aguas abajo de los intercambiadores 38 (de manera compatible con los límites tecnológicos requeridos por los convertidores electrónicos de potencia 10). Si el calor disponible para el intercambiador 28 sigue siendo insuficiente para alcanzar el punto de consigna de temperatura del aire, a pesar del aumento de temperatura del líquido de transferencia de calor, también después de poner a cero la velocidad del ventilador 40, la unidad de control 16 comienza a intervenir en la válvula 43 para reducir el caudal de fluido de transferencia de calor al radiador 39 y desviarlo a lo largo de la línea 41a, hasta la desviación completa del radiador 39 si es necesario. De esta manera, el calor extraído del radiador 39 se reduce aún más, por lo tanto la temperatura del fluido de transferencia de calor a los intercambiadores 38 todavía aumenta, con el fin de que haya más calor disponible en el intercambiador 28 (siempre que este aumento sea compatible con la temperatura máxima admitida en los convertidores electrónicos de potencia 10: en caso negativo, la válvula 43 y/o el ventilador 40 no se ajustan). En particular, la temperatura del fluido de transferencia de calor se controla por la unidad de control 16 por medio de sondas de temperatura adecuadas a ser instaladas en la entrada y en la salida del conjunto de intercambiadores 38.

Según variantes, no ilustradas, el radiador 39 se puede sustituir por un intercambiador de calor líquido/líquido. En particular, en el caso de medios navales, el enfriamiento se puede llevar a cabo por medio de agua de mar/lago/río. En estos casos, el ajuste para descargar la carga térmica residual de los componentes eléctricos/electrónicos 8 se obtiene variando la velocidad de una bomba que alimenta el intercambiador antes mencionado con el agua de mar/lago/río (de una manera similar al ajuste del ventilador 40).

Todavía con referencia a la Figura 2, el sistema 15 comprende un dispositivo de calentamiento 44 adicional, de tipo conocido y no descrito en detalle, que comprende una o más resistencias eléctricas 45, por ejemplo, colocadas en el interior del compartimento de pasajeros. El dispositivo 44 se atraviesa por convención natural o forzada por un flujo de aire, para obtener, en el compartimento de pasajeros 11, el punto de consigna de temperatura en un intervalo de tiempo relativamente rápido durante el período de invierno, cuando el vehículo está parado y/o los convertidores electrónicos de potencia 10 no están suficientemente calientes para producir calor utilizable por el intercambiador 28 del sistema 35 en una cantidad suficiente para calentar el compartimento de pasajeros 11.

En base a lo anterior, es evidente que el sistema 15, con respecto a las soluciones conocidas, permite obtener:

- en invierno (o, más en general, en condiciones de temperatura externa relativamente fría), las condiciones de confort térmico, para los usuarios acomodados en el compartimento de pasajeros 11, a través de un sistema de ahorro energético, proporcionadas por medio de la recuperación de energía térmica y obtenidas a través del intercambiador de calor 28 instalado en el conducto 20;

- en verano (o, más en general, en condiciones de temperatura externa relativamente caliente), las condiciones óptimas de calidad del aire y de confort termohigrométrico (obtenidas por medio de los intercambiadores 27 y 28 en serie, que respectivamente enfrían y calientan adecuadamente el flujo de aire dirigido hacia el compartimento de pasajeros 11);

- en ambas temporadas, un control óptimo de la temperatura del fluido de transferencia de calor que fluye por el circuito 36, por medio del ajuste de la válvula 42 y preferiblemente por medio del ajuste adicional del ventilador 40 y/o de la válvula 43, con el fin de maximizar la recuperación térmica, respetando no obstante las restricciones con relación a las temperaturas límite de los convertidores electrónicos de potencia 10.

En particular, el sistema de aire acondicionado 15 se gestiona por la unidad de control 16 para controlar simultáneamente el intercambio térmico en los intercambiadores 27 y 28, con el fin de alcanzar no solamente el punto de consigna de temperatura (Tset), sino también el punto de consigna de humedad relativa (RHset) durante la temporada de verano solamente.

5 Específicamente, en régimen de verano, el aire que sale del intercambiador 27 está en condiciones cercanas a las de saturación. En consecuencia, con el fin de mantener las condiciones higrométricas ambientales correctas (RHset), tras la variación de la humedad relativa externa, la temperatura del aire que sale del intercambiador 27 tiene que ser mantenida constante en el valor del punto A' (Figura 3). Esto se puede obtener en realimentación por medio de un sensor de temperatura, de tipo conocido, colocado aguas abajo del intercambiador 27, que comunica el valor de temperatura detectado a la unidad de control 16. La unidad de control 16 ajusta de este modo el conjunto de refrigeración 30. Durante el mismo régimen de verano, el punto de consigna de temperatura (Tset) se asegura gracias a un sensor de temperatura de tipo conocido colocado alternativamente en el compartimiento de pasajeros 11 o en el conducto de succión de la entrada 26. Tras la disminución (aumento) de la temperatura interna del aire, la unidad de control 16 aumenta (disminuye) el calor proporcionado al intercambiador 28 ajustando la válvula 42, y posiblemente la válvula 43 y/o el ventilador 40. De una manera similar, durante la temporada de invierno, tras el aumento (disminución) de la temperatura ambiente, la unidad de control 16 disminuye (aumenta) el calor proporcionado al intercambiador 28 ajustando la válvula 42, y posiblemente la válvula 43 y/o el ventilador 40.

15 En particular, en la variante específica de la Figura 5, como se mencionó anteriormente, se proporcionan cuatro niveles de ajuste diferentes:

- si el calor proporcionado por el intercambiador 28 al aire es suficiente para alcanzar las condiciones de punto de consigna (Tset), la unidad de control 16 ajusta continuamente la válvula 42 solamente;

20 - si el calor proporcionado por el intercambiador 28 al aire es insuficiente para alcanzar las condiciones de punto de consigna (Tset), la unidad de control 16 reduce la velocidad del ventilador 40 para aumentar la temperatura del fluido de transferencia de calor en los intercambiadores 38;

25 - si el calor proporcionado por el intercambiador 28 al aire es todavía insuficiente, el ventilador 40 se detiene por la unidad de control 16; además, la unidad de control 16 ajusta la válvula 43 para reducir el caudal del fluido de transferencia de calor al radiador 39 (hasta su desviación completa), de manera compatible con la temperatura máxima admitida en los convertidores electrónicos de potencia 10; la exclusión del radiador 39 evita un enfriamiento no deseado del fluido de transferencia de calor en el radiador 39 debido a efectos de convección; en particular, el ajuste se lleva a cabo sobre la base de las detecciones de sondas de temperatura presentes a la entrada y a la salida de los intercambiadores 38;

- si el calor proporcionado por el intercambiador 28 al aire es todavía insuficiente, la unidad de control 16 activa el dispositivo 44.

30 De este modo es evidente que las resistencias 45 del dispositivo 44 se usan solamente como última posibilidad de intervención, prefiriendo la recuperación de calor de los componentes eléctricos/electrónicos para calentar el aire en el compartimiento de pasajeros.

Se debería señalar que el ejemplo mostrado en la Figura 3 resalta cómo en el período de verano, a través del sistema propuesto:

35 - el conjunto de refrigeración 30 se controla para enfriar el aire más de lo que sería necesario para alcanzar el punto de consigna de temperatura solamente, y

40 - el intercambiador 28 se ajusta para postcalentar el aire con el calor residual recuperado, justo después del enfriamiento y la deshumidificación obtenidos por medio del intercambiador 27, para alcanzar unas condiciones termohigrométricas en el compartimiento de pasajeros 11, tales que aseguren unos niveles óptimos de calidad del aire y confort de los ocupantes.

No obstante, se entiende que diversas modificaciones y mejoras se pueden hacer al sistema de aire acondicionado 15 sin apartarse del alcance de protección definido en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, el aire acondicionado 15 se podría instalar en vehículos de carretera, y no en vehículos ferroviarios, o también en medios navales con propulsión eléctrica o híbrida.

45 Además, el dispositivo 44 también se podría instalar directamente en el conducto 20, aguas abajo del intercambiador 28.

**REIVINDICACIONES**

1. Un vehículo de tracción eléctrica o híbrida (1), que comprende:
- un compartimento de pasajeros (11);
  - un sistema de aire acondicionado (15) para acondicionar dicho compartimento de pasajeros (11) por medio de al menos un flujo de aire;
  - al menos un componente eléctrico y/o electrónico (8) que tiende a calentarse durante condiciones de operación normales;
- el sistema de aire acondicionado (15) que comprende:
- un sistema de disipación y recuperación de calor residual (35) que comprende:
    - a) un primer circuito (36), en el que fluye un fluido de transferencia de calor, en uso;
    - b) un primer intercambiador de calor (38) para extraer el calor de dicho componente eléctrico y/o electrónico (8); y
    - c) al menos un segundo intercambiador de calor (28) para transferir el calor extraído por dicho primer intercambiador de calor (38) a dicho flujo de aire;
  - un conducto aerólico (20) que transporta dicho flujo de aire hacia dicho compartimento de pasajeros (11);
- dicho segundo intercambiador de calor (28) que está dispuesto a lo largo de dicho conducto aerólico (20) en serie y aguas abajo de dicho tercer intercambiador de calor o evaporador (27);
- el sistema de disipación y recuperación de calor residual (35) que comprende además:
- un intercambiador de calor adicional (39) para transferir, a un fluido, al menos una parte del calor que se ha extraído por dicho primer intercambiador de calor (38);
  - medios de movimiento (40) para hacer circular forzosamente dicho fluido a través de dicho intercambiador (39) adicional;
  - una tubería de desviación (41) dispuesta en paralelo a dicho segundo intercambiador (28); y
- caracterizado por que dicho intercambiador (39) adicional está dispuesto en serie y aguas abajo de dicho segundo intercambiador (28) y dicha tubería de desviación (41) y aguas arriba de dicho primer intercambiador (38).
2. El vehículo según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho sistema de aire acondicionado (15) comprende al menos una unidad de control (16) configurada para ajustar simultáneamente dicho conjunto de refrigeración (30) y dicho sistema de disipación y recuperación de calor residual (35), con el fin de alcanzar un punto de consigna de temperatura y también un punto de consigna de humedad relativa, en dicho compartimento de pasajeros (11).
3. El vehículo según la reivindicación 2, caracterizado por que dicha unidad de control (16) está configurada para ajustar:
- el conjunto de refrigeración (30) de tal manera que el tercer intercambiador o evaporador (27) extraiga una cantidad de calor mayor que la que sería teóricamente necesaria para alcanzar el punto de consigna de temperatura solamente, si el segundo intercambiador (28) no liberó ninguna cantidad de calor; y
  - el sistema de disipación y recuperación de calor residual (35) de tal manera que el segundo intercambiador (28) libere una cantidad de calor al aire enfriado de modo que el punto de consigna de temperatura y el punto de consigna de humedad relativa se alcancen simultáneamente.
4. El vehículo según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho sistema de aire acondicionado (15) comprende al menos una unidad de control configurada para aumentar una velocidad de dichos medios de movimiento (40) tras el aumento de la velocidad de avance del vehículo.

5. El vehículo según la reivindicación 1, en donde dicho sistema de aire acondicionado (15) comprende al menos una unidad de control configurada para ajustar el calor extraído a través de dicho intercambiador (39) adicional, variando la velocidad de dichos medios de movimiento (40) y/o desviando dicho intercambiador (39) adicional.
- 5 6. El vehículo según la reivindicación 5, en donde la unidad de control está configurada para ajustar el calor extraído a través de dicho intercambiador (39) adicional para alcanzar un punto de consigna de temperatura dado en el compartimento de pasajeros.
7. El vehículo según la reivindicación 5 o 6, en donde dicha unidad de control está configurada para reducir la velocidad de dichos medios de movimiento (40) después de que dicha válvula de regulación (42) se haya ajustado para hacer que todo el fluido de transferencia de calor fluya a través de dicho segundo intercambiador (28).
- 10 8. El vehículo según la reivindicación 7, en donde dicha unidad de control está configurada para desviar dicho intercambiador (39) adicional después de que se haya anulado la velocidad de dichos medios de movimiento (40).
9. El vehículo según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde dicha unidad de control está configurada para reducir la velocidad de dichos medios de movimiento (40) y/o desviar dicho intercambiador (39) adicional solamente si la temperatura del fluido de transferencia de calor en dicho primer intercambiador (38) no excede un valor umbral.
- 15 10. El vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho componente eléctrico y/o electrónico (8) está definido por al menos un convertidor electrónico de potencia (10).
11. El vehículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho conjunto de refrigeración (30) comprende además:
- 20 - un segundo circuito (31), en el que fluye un fluido refrigerante, en uso;
- un cuarto intercambiador de calor o condensador (33) para transferir calor al exterior;
- un compresor (32); y
- una válvula de laminación (34).

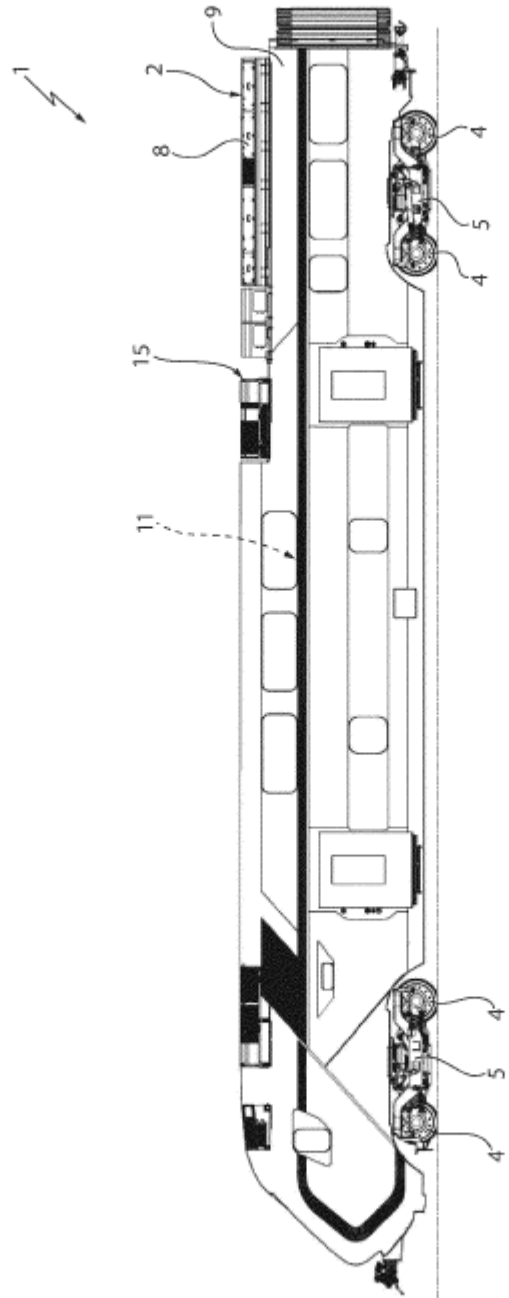


FIG. 1



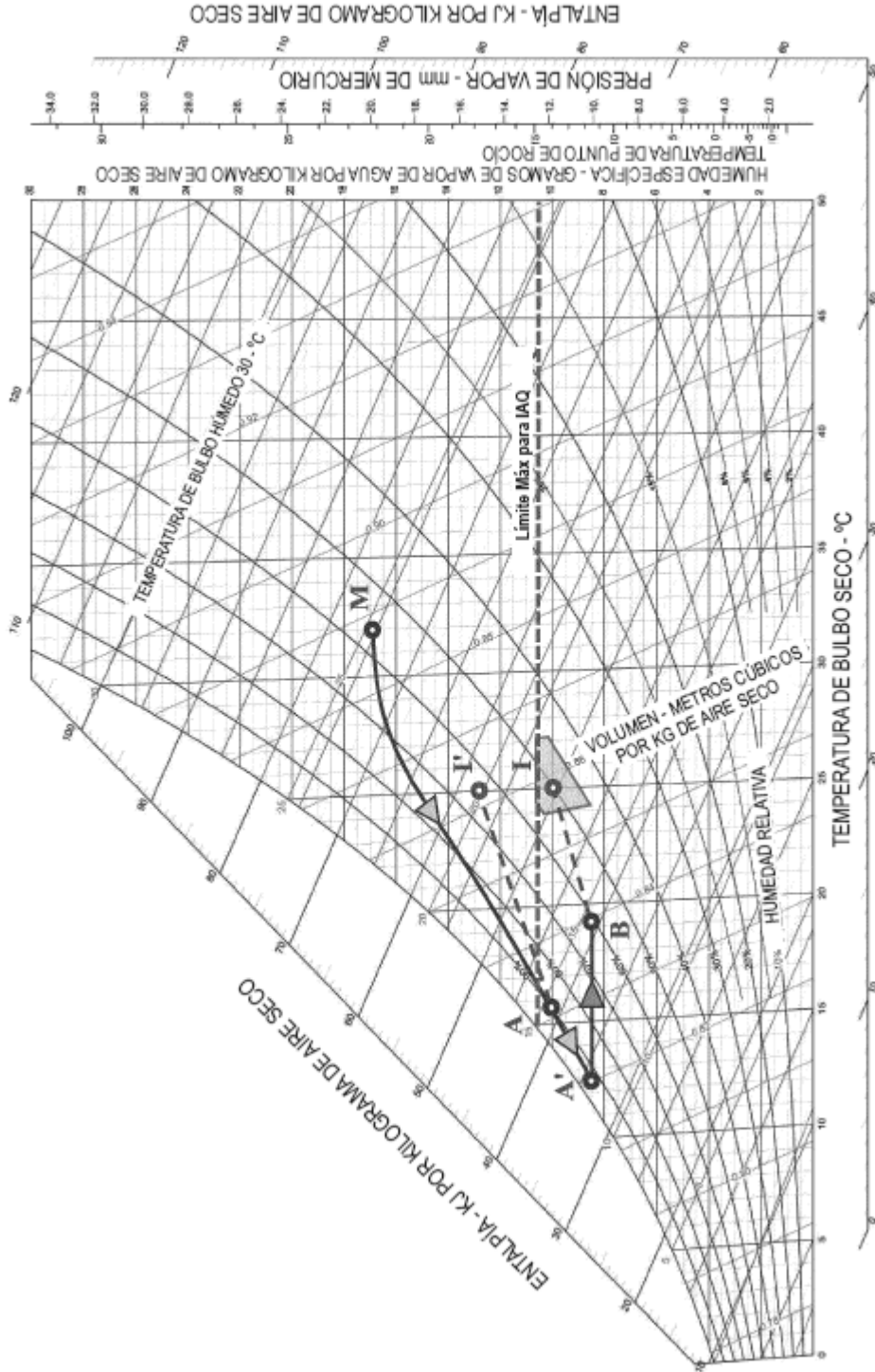


FIG. 3

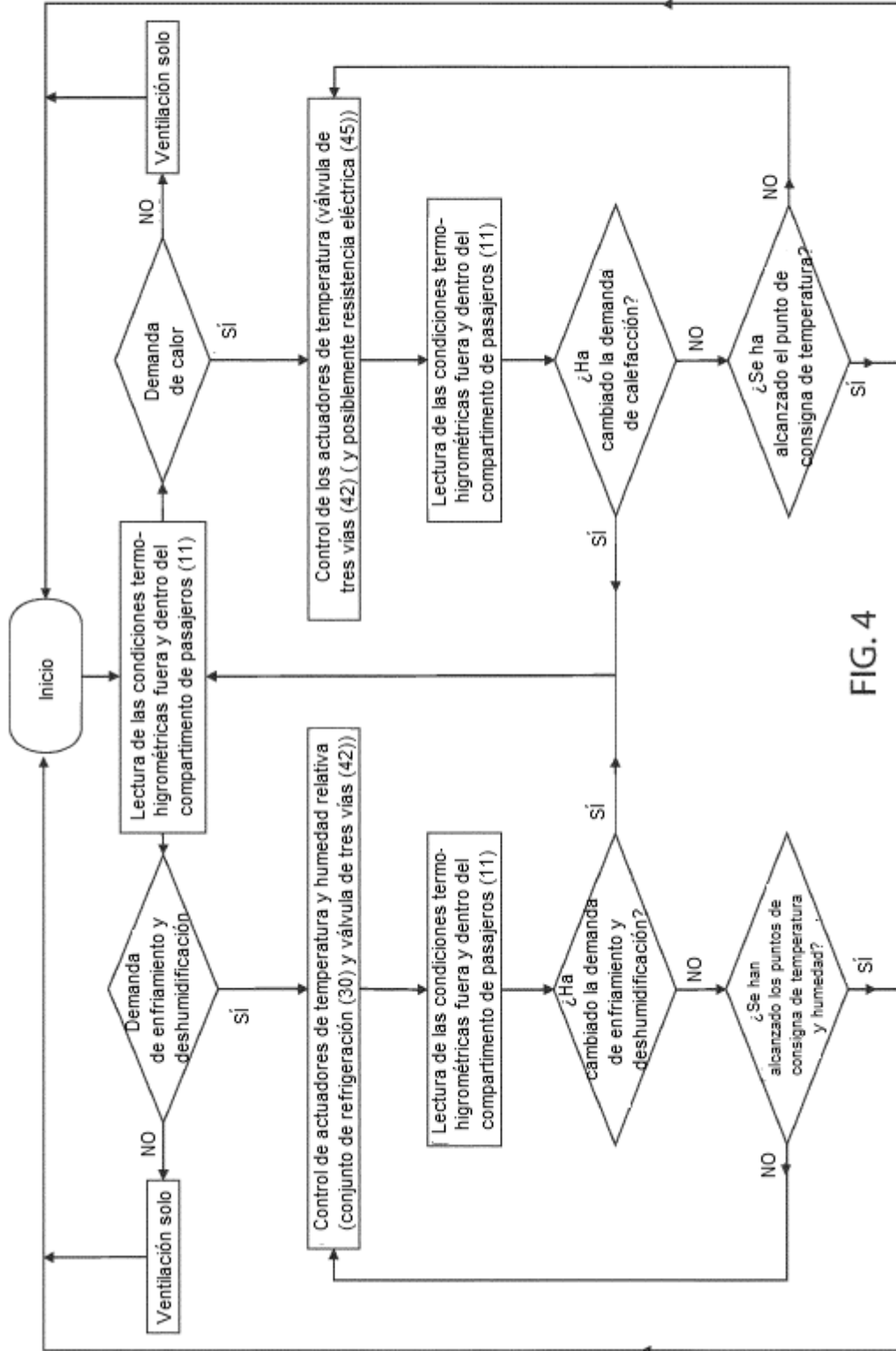


FIG. 4

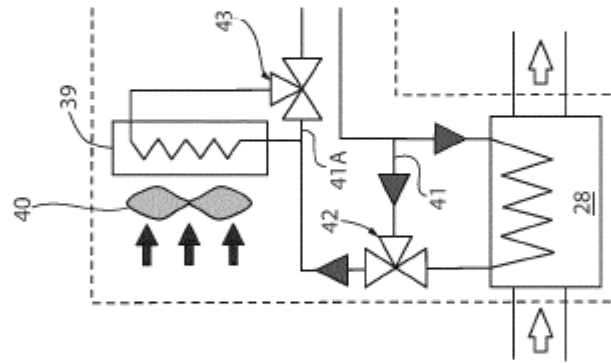


FIG. 5