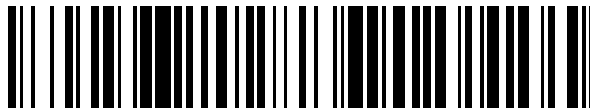


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 611**

51 Int. Cl.:

B60H 1/32 (2006.01)

B60H 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2011 PCT/US2011/052265**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2012 WO12047499**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2011 E 11761782 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2621744**

54 Título: **Funcionamiento de sistemas de refrigeración de transporte para prevenir el calado y la sobrecarga del motor**

30 Prioridad:

28.09.2010 US 387177 P

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

21.04.2017

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
One Carrier Place
Farmington, CT 06034, US**

72 Inventor/es:

**STEELE, JOHN T.;
REASON, JOHN R.;
STOCKBRIDGE, MICHAEL y
SING, BRUCE E.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 609 611 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

Funcionamiento de sistemas de refrigeración de transporte para prevenir el calado y la sobrecarga del motor.

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere en general al funcionamiento de un sistema de refrigeración de transporte y, más en particular, al mantenimiento del rendimiento de enfriamiento de un sistema de refrigeración de transporte en tanto que previniendo los calados del motor así como la sobrecarga del motor.

10

Antecedentes de la invención

Las frutas, las verduras y otros artículos perecederos, incluyendo la carne, las aves de corral y el pescado, fresco o congelado, son transportados comúnmente en la caja de carga de un camión o tráiler, o en un contenedor intermodal. Por consiguiente, resulta habitual proporcionar un sistema de refrigeración de transporte asociado operativamente con la caja de carga para enfriar la atmósfera del interior de la caja de carga. El sistema de refrigeración de transporte incluye un sistema de compresión de vapor de refrigerante, también denominado unidad de refrigeración de transporte y una unidad de alimentación de a bordo. El sistema de compresión de vapor de refrigerante incluye típicamente un compresor, un condensador, un dispositivo de expansión y un evaporador conectados en serie mediante líneas de refrigerante en un circuito de refrigerante cerrado de acuerdo con ciclos de compresión de vapor de refrigerante conocidos. La unidad de alimentación incluye un motor, típicamente un motor diésel.

En muchos sistemas de refrigeración de transporte para camión/tráiler, el compresor de la unidad de refrigeración de transporte está accionado por el eje motor ya sea a través de una transmisión por correa o mediante una conexión mecánica eje-eje. Más recientemente, todos los sistemas eléctricos de refrigeración de transporte han sido desarrollados para aplicaciones para camión/tráiler donde el motor acciona un generador de a bordo para generar suficiente energía eléctrica para accionar un motor eléctrico asociado operativamente con el compresor de la unidad de refrigeración de transporte. Por ejemplo, la patente de EE.UU. 6.223.546, concedida a Carrier Corporation, describe una unidad de refrigeración de transporte alimentada eléctricamente alimentada por un generador síncrono accionado por motor capaz de producir suficiente energía para operar el motor de accionamiento de compresor y al menos un motor de ventilador. Con respecto a los contenedores intermodales, se dispone de unidades de alimentación de quita y pon, denominadas comúnmente grupos electrógenos, para montaje en el contenedor intermodal, típicamente cuando el contenedor está siendo transportado por carretera o ferrocarril, para proporcionar energía eléctrica para operar el motor de accionamiento de compresor de la unidad de refrigeración de transporte asociada con el contenedor. El grupo electrógeno incluye un motor diésel y un generador accionado por el motor diésel.

Durante el transporte de tales artículos perecederos la temperatura dentro de la caja de carga del camión, tráiler o contenedor debe mantenerse dentro de límites de temperatura estrictos asociados con los artículos particulares que son transportados, independientemente de las condiciones de funcionamiento potencialmente severas impuestas por el entorno local en el cual está operando el sistema. Por ejemplo, cuando el sistema de refrigeración de transporte se hace funcionar a temperaturas ambiente elevadas y/o funcionamiento a altitud elevada, la potencia demandada por la unidad de refrigeración a elevada demanda de capacidad de enfriamiento puede exceder la potencia al eje limitada disponible procedente del motor, aumentando las posibilidades de un calado del motor o una sobrecarga del motor. En caso de un calado del motor o una sobrecarga del motor, la pérdida de energía procedente del generador tendrá como resultado un apagado no deseado de la unidad de refrigeración.

En los sistemas de refrigeración de transporte convencionales, el sistema de control es de bucle abierto porque el controlador de sistema ignora la carga del motor en funcionamiento real. En cambio, el controlador de sistema de refrigeración de transporte usa algoritmos que incluyen márgenes de seguridad para limitar la demanda de potencia al eje del motor en un intento de prevenir la sobrecarga del motor. Sin embargo, a veces, como bajo condiciones de servicio agravadas y durante operaciones transitorias, aun así pueden producirse una pérdida en el rendimiento de la unidad de refrigeración y calados o sobrecarga del motor. Existe una necesidad de controlar el funcionamiento de la unidad de refrigeración en respuesta a las condiciones reales de funcionamiento del motor para evitar el calado del motor o la sobrecarga del motor.

El documento US2004/0003614A1 muestra un sistema de aire acondicionado y un dispositivo de control de aire acondicionado usados en un vehículo a motor con un motor de combustión controlado por un dispositivo de gestión

electrónica de motor. El sistema de gestión electrónica de motor tiene acceso directo a y control de prioridad sobre el ajuste de la carrera del pistón, de modo que el dispositivo de gestión electrónica de motor tiene prioridad sobre el dispositivo de control de aire acondicionado a la hora de controlar el ajuste de la carrera del pistón.

- 5 El documento US2002/0100285A1 muestra un procedimiento y un sistema para controlar un compresor en un circuito de refrigerante de un sistema de aire acondicionado de un vehículo a motor. El par de carga instantáneo se determina y compara con un par limitador máximo prescrito por un controlador de motor, y el compresor se controla dependiendo del valor de comparación que resulta de ello. Con el fin de evitar el apagado completo del compresor, el par de carga instantáneo se representa como una función de variables, tales como la velocidad del compresor y la
10 alta presión del refrigerante.

- El documento US5893272 muestra un procedimiento y un control de un compresor de un acondicionador de aire de vehículo a motor que está diseñado para consumo de potencia variable y puede ser accionado por la transmisión del vehículo. El consumo de potencia del compresor está sujeto a un límite superior que se establece de manera
15 variable como una función de la diferencia entre el par motor máximo que la transmisión del vehículo puede entregar y el par motor que se requiere para accionar el vehículo.

Resumen de la invención

- 20 En un aspecto, puede proporcionarse un procedimiento para optimizar el rendimiento de un sistema de refrigeración de transporte que tiene una unidad de refrigeración de transporte alimentada por un motor diésel, que incluye la etapa de hacer coincidir una producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte con una potencia al eje disponible del motor diésel. El procedimiento también puede incluir la etapa de hacer funcionar el sistema de refrigeración de transporte a la producción a plena capacidad necesaria para satisfacer una carga de
25 demanda de refrigeración actual siempre y cuando tanto una posición de funcionamiento de la cremallera de combustible del motor diésel no esté en el 100 % como una velocidad de funcionamiento del motor diésel no caiga más del cinco por ciento.

- De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para controlar el consumo de potencia de una unidad
30 de refrigeración de transporte que tiene un flujo másico de refrigerante que circula dentro de un circuito de refrigerante que tiene un compresor de refrigerante y que tiene un motor diésel para alimentar la unidad de refrigeración de transporte. El procedimiento incluye la etapa de limitar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante en respuesta a una posición de funcionamiento de la cremallera de combustible en el motor diésel y una velocidad de funcionamiento del motor diésel. El procedimiento incluye etapas adicionales de: monitorizar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible para el motor diésel; monitorizar la
35 velocidad del motor en funcionamiento del motor diésel; y ajustar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante de la unidad de refrigeración de transporte para mantener la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible en una posición inferior al 98 % de la posición máxima de la cremallera de combustible y para mantener simultáneamente la velocidad del motor en funcionamiento a una
40 velocidad de al menos el 98 % de una velocidad de funcionamiento del motor máxima. En una realización, el procedimiento puede incluir las etapas adicionales de: monitorizar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible para el motor diésel; monitorizar la velocidad del motor en funcionamiento del motor diésel; determinar si la posición de la cremallera de combustible monitorizada está en una posición de al menos el 90 % de una posición máxima de la cremallera de combustible; determinar si la velocidad del motor monitorizada está a una
45 velocidad de al menos el 98 % de una velocidad del motor máxima; y si tanto la posición de la cremallera de combustible monitorizada está en una posición de al menos el 90 % de una posición máxima de la cremallera de combustible como la velocidad del motor monitorizada está a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad del motor máxima, restringir un aumento del flujo másico de refrigerante a través del compresor.

- 50 En un aspecto, puede proporcionarse un procedimiento para controlar el funcionamiento de una unidad de refrigeración de transporte que tiene un flujo másico de refrigerante que circula dentro de un circuito de refrigerante que tiene un compresor de refrigerante y una válvula de modulación de aspiración del compresor y que tiene un motor diésel para alimentar la unidad de refrigeración de transporte. El procedimiento incluye las etapas de:
55 determinar si se ha solicitado un cambio en una condición de funcionamiento del sistema; y si se ha solicitado un cambio de condición de funcionamiento del sistema, restringir un aumento del flujo másico de refrigerante reduciendo una velocidad de apertura máxima de la válvula de modulación de aspiración al 0,1 por ciento por segundo.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más a fondo de la descripción, se hará referencia a la siguiente descripción detallada que ha de leerse en relación con el dibujo adjunto, donde:

- 5 la fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una realización ejemplar de un sistema de refrigeración de transporte donde el compresor es por un motor alimentado por un generador eléctrico accionado por un motor diésel;
 la fig. 2 muestra un diagrama esquemático de una realización ejemplar de un sistema de refrigeración de transporte donde el compresor es accionado por un motor diésel a través de una transmisión por correa; y
 las figs. 3(a) y (b) muestran una ilustración en diagrama de bloques de una realización ejemplar de un procedimiento
 10 de control tal como se describe en este documento.

Descripción detallada de la invención

- Haciendo referencia inicialmente a las figs. 1 y 2 del dibujo, se representan realizaciones ejemplares de sistemas de
 15 refrigeración de transporte para enfriar la atmósfera del interior de la caja de carga de un camión, tráiler, contenedor, contenedor intermodal o unidad de transporte de carga similar. El sistema de refrigeración de transporte (10) incluye una unidad de refrigeración de transporte (12) que incluye un compresor (14), un intercambiador de calor condensador de refrigerante (16), un dispositivo de expansión (18), un intercambiador de calor evaporador de refrigerante (20) y una válvula de modulación de aspiración (22) conectada en un circuito de refrigerante de bucle
 20 cerrado que incluye las líneas de refrigerante (24), (26) y (28) y dispuestas en un ciclo de refrigeración convencional. El sistema de refrigeración de transporte (10) incluye además un controlador de sistema electrónico (30), un motor diésel (32) y un controlador de motor (34). El sistema de refrigeración de transporte (10) está montado como en la práctica convencional en una pared exterior del camión, tráiler o contenedor con el compresor (14) y el intercambiador de calor condensador (16) con su(s) ventilador(es) de condensador asociado(s) (no mostrado(s)) y el
 25 motor diésel (32) dispuestos externamente a la caja de carga refrigerada.

- Como en la práctica convencional, cuando la unidad refrigerante de transporte (12) está funcionando en un modo de enfriamiento, el vapor de refrigerante a baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor (14) a un
 30 vapor de refrigerante a alta presión y alta temperatura y se pasa desde la salida de descarga del compresor (14) a la línea de refrigerante (24). El refrigerante circula a través del circuito de refrigerante por la línea de refrigerante (24) hacia y a través del serpentín de tubo de intercambio de calor o el banco de tubos del intercambiador de calor condensador (16), donde el vapor de refrigerante se condensa en un líquido, de ahí a través del receptor (36), que proporciona almacenamiento para el exceso de refrigerante líquido, y de ahí a través del serpentín subenfriador (38) del condensador. El refrigerante líquido subenfriado pasa luego a través de la línea de refrigerante (24) a través de
 35 un primer paso de refrigerante del intercambiador de calor de refrigerante a refrigerante (40), y de ahí atraviesa el dispositivo de expansión (18) antes de pasar a través del intercambiador de calor evaporador (20). Al atravesar el dispositivo de expansión (18), que puede ser una válvula de expansión electrónica ("EXV") tal como se representa en la fig. 1 o una válvula de expansión termostática mecánica ("TXV") tal como se representa en la fig. 2, el refrigerante líquido se expande a una temperatura más baja y una presión más baja antes de pasar al
 40 intercambiador de calor evaporador (20).

- Al fluir a través del serpentín de tubo de intercambio de calor o el banco de tubos del intercambiador de calor evaporador (20), el refrigerante se evapora, y típicamente es sobrecalentado, a medida que pasa en relación de
 45 intercambio de calor pasando el aire de retorno extraído de la caja de carga a través del paso del lado de aire del intercambiador de calor evaporador (20). El vapor de refrigerante pasa de ahí a través de la línea de refrigerante (26) a la entrada de aspiración del compresor (14). Al pasar a través de la línea de refrigerante (26), el vapor de refrigerante atraviesa un segundo paso de refrigerante del intercambiador de calor de refrigerante a refrigerante (40) en relación de intercambio de calor con el refrigerante líquido que pasa a través del primer paso de refrigerante del mismo. Antes de entrar en la entrada de aspiración del compresor (14), el vapor de refrigerante pasa a través de la
 50 válvula de modulación de aspiración (22) dispuesta en la línea de refrigerante (26) aguas abajo con respecto al flujo de refrigerante del intercambiador de calor de refrigerante a refrigerante (40) y aguas arriba con respecto al flujo de refrigerante del compresor (14). El controlador (30) controla el funcionamiento de la válvula de modulación de aspiración (22) y modula selectivamente el área de flujo abierta a través de la válvula de modulación de aspiración (22) para regular el flujo de refrigerante que pasa a través de la válvula de modulación de aspiración hasta la entrada
 55 de aspiración del compresor (14). Reduciendo selectivamente el área de flujo abierta a través de la válvula de modulación de aspiración (22), el controlador (30) puede restringir selectivamente el flujo de vapor de refrigerante suministrado al compresor (14), reduciendo así la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12) y reduciendo a su vez la demanda de potencia impuesta sobre el motor (32).

- El aire extraído del interior de la caja de carga por el(los) ventilador(es) de evaporador (no mostrado(s)) asociado(s) con el intercambiador de calor evaporador (20) se pasa sobre la superficie de transferencia de calor externa del serpentín de tubo de intercambio de calor o el banco de tubos del intercambiador de calor evaporador (20) y se hace circular de vuelta al espacio interior de la caja de carga. El aire extraído de la caja de carga se denomina “aire de retorno” y el aire que se hace circular de vuelta a la caja de carga se denomina “aire de suministro”. Ha de entenderse que el término “aire”, tal como se usa en este documento, incluye mezclas de aire y otros gases tales como, por ejemplo, pero no limitados a nitrógeno o dióxido de carbono, a veces introducidos dentro de una caja de carga refrigerada para el transporte de productos perecederos tales como frutas y verduras.
- 10 Aunque el tipo particular de intercambiador de calor evaporador (20) usado no es limitativo de la invención, el intercambiador de calor evaporador (20) puede, por ejemplo, comprender uno o más serpentines de tubo de intercambio de calor, como se representa en el dibujo, o uno o más bancos de tubos formados de una pluralidad de tubos que se extienden entre colectores de entrada y salida respectivos. Los tubos pueden ser tubos redondos o tubos planos y pueden ser con aletas o sin aletas.
- 15 El compresor (14) puede comprender un compresor de una sola etapa o de múltiples etapas tal como, por ejemplo, un compresor alternativo como se representa en las realizaciones ejemplares mostradas en las figs. 1 y 2. Sin embargo, el compresor (14) puede ser un compresor de espiral u otro tipo de compresor ya que el tipo particular de compresor usado no guarda relación con la invención o es limitativo de la misma. En la realización ejemplar representada en la fig. 1, el compresor (14) comprende un compresor alternativo que tiene un mecanismo de compresión, un motor de compresor eléctrico interno y un eje motor de interconexión que están todos ellos sellados dentro de un alojamiento común del compresor (14). El motor diésel (32) acciona un generador eléctrico (42) que genera energía eléctrica para accionar el motor de compresor que a su vez acciona el mecanismo de compresión del compresor (14). El eje motor del motor diésel acciona el eje del generador. En una realización alimentada eléctricamente de la unidad de refrigeración de transporte (10), el generador (42) comprende un solo generador síncrono accionado por el motor de a bordo configurado para producir selectivamente al menos un voltaje de CA a una o más frecuencias. En la realización representada en la fig. 2, el compresor (14) comprende un compresor alternativo que tiene un mecanismo de compresión que tiene el eje accionado directamente por el eje motor del motor diésel (32), ya sea a través de un acoplamiento mecánico directo o a través de una transmisión por correa (38) como se ilustra en la fig. 2.
- 20 Como se apuntó anteriormente, el sistema de refrigeración de transporte (10) también incluye un controlador electrónico (30) que está configurado para operar la unidad de refrigeración de transporte (12) para mantener un ambiente térmico predeterminado dentro del espacio interior definido dentro de la caja de carga donde el producto es almacenado durante el transporte. El controlador (30) mantiene el ambiente térmico predeterminado alimentando selectivamente los diversos componentes del sistema de compresión de vapor de refrigerante, incluyendo el compresor (14), el(los) ventilador(es) de condensador asociado(s) con el intercambiador de calor condensador (16), el(los) ventilador(es) de evaporador asociado(s) con el intercambiador de calor evaporador (20), y diversas válvulas en el circuito de refrigerante, incluyendo, pero no limitadas a la válvula de modulación de aspiración (22). El controlador (30) también controla el funcionamiento del compresor (14) para variar selectivamente la capacidad de producción del compresor para que coincida con la demanda de enfriamiento para mantener la temperatura de almacenamiento de producto deseada para los productos particulares almacenados dentro de la caja de carga refrigerada.
- 35 En una realización, el controlador electrónico (30) incluye un microprocesador y una memoria asociada. La memoria del controlador (30) puede ser programada para contener valores deseados preseleccionados del operador o el propietario para diversos parámetros de funcionamiento dentro del sistema. El controlador (30) puede incluir una placa de microprocesador que incluye el microprocesador, una memoria asociada y una placa de entrada/salida que contiene un convertidor analógico-digital que recibe entradas de temperatura y entradas de presión procedentes de una pluralidad de sensores situados en diversos puntos por todo el circuito de refrigerante y la caja de carga refrigerada, entradas de corriente, entradas de voltaje, y niveles de humedad. La placa de entrada/salida también puede incluir circuitos de accionamiento o transistores de efecto de campo y relés que reciben señales o corriente procedentes del controlador (30) y a su vez controlan diversos dispositivos externos o periféricos asociados con el sistema de refrigeración de transporte. El tipo y diseño particular del controlador electrónico (30) entra dentro del criterio de selección de cualquier experto en la materia y no es limitativo de la invención.
- 50
- 55

El controlador de sistema (30) también está en comunicación con el controlador electrónico de motor (34). Por ejemplo, el controlador de sistema (30) puede estar en comunicación de bucle cerrado con el controlador electrónico de motor (34) por medio de un sistema de red de área de controlador (CAN). El controlador de sistema (30)

determina el estado de carga en funcionamiento del motor (32) basándose en la entrada recibida procedente del controlador electrónico de motor (34). Por ejemplo, en una realización, el controlador electrónico de motor (34) detecta la posición de la cremallera de combustible mecánica, que representa esencialmente una posición del regulador de combustible, y es indicativa del nivel de flujo de combustible que es suministrado al motor (32) en relación con el flujo de combustible permisible máximo, que es indicativo de la carga del motor en funcionamiento en relación con la carga del motor en funcionamiento máxima. El controlador electrónico de motor (34) también detecta la velocidad del motor en funcionamiento, es decir, las revoluciones por minuto (RPM), del motor (32) en tiempo real. El controlador de sistema (30) monitoriza tanto la posición de la cremallera de combustible como la velocidad del motor en funcionamiento mediante interrogación del controlador electrónico de motor (34). Por ejemplo, en una realización, el controlador electrónico de motor (34) puede detectar la posición de la cremallera de combustible y la velocidad del motor en funcionamiento (RPM) a intervalos de un segundo y el controlador de sistema (30) puede determinar la carga del motor basándose en una media móvil de los últimos treinta segundos de lecturas para tanto la posición de la cremallera de combustible. La velocidad de funcionamiento del motor (RPM) también puede estar basada en una media móvil de las mediciones de RPM tomadas a lo largo de un intervalo de tiempo, por ejemplo los últimos treinta segundos.

De acuerdo con un aspecto de la descripción, el controlador de sistema (30) optimiza el rendimiento del sistema de refrigeración de transporte (10) haciendo coincidir la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12) con una potencia al eje disponible del motor diésel, lo cual equivale a hacer coincidir la demanda de potencia de la unidad refrigerante (12) con una potencia al eje disponible del motor diésel (32). Haciendo esto, puede lograrse un aumento de economía de combustible y un control mejorado de la capacidad del sistema. Además, puede maximizarse la potencia del motor en tanto que evitando la sobrecarga del motor y los calados del motor. Controlar el consumo de potencia del sistema de refrigeración de transporte también puede permitir que se use un motor más pequeño, es decir un motor que tenga una potencia al eje disponible máxima inferior. Monitorizando tanto la posición de la cremallera de combustible como la velocidad del motor en funcionamiento, el controlador de sistema determina el estado de carga en funcionamiento en tiempo real del motor (32) y puede ajustar la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12) para que coincida con la potencia al eje disponible del motor (32) según sea necesario. Por ejemplo, el controlador de sistema (30) puede ajustar la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12) ajustando selectivamente la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22) para ajustar el flujo de vapor de refrigerante a la entrada de aspiración del compresor (14). El controlador de sistema (30) también puede ajustar la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12) mediante otras técnicas conocidas en la técnica tales como, pero no limitadas a, descargar el compresor (14) para reducir el flujo de refrigerante a alta presión a través del circuito de refrigerante, interrumpir el funcionamiento en un modo economizador, regular la válvula de expansión del evaporador cerrada o una combinación de las mismas.

Al determinar el estado de funcionamiento del motor (32), el controlador de sistema (30) analiza la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible, expresada como porcentaje de la posición de la cremallera de combustible a un ajuste de flujo de combustible del 100 %, y la velocidad del motor en funcionamiento en RPM, expresada como porcentaje de las RPM del motor objetivo, que es una indicación de la caída de RPM del motor, es decir un descenso en las RPM del motor en funcionamiento en tiempo real en relación con las RPM del motor objetivo. Así, tal como se usa en este documento, una caída de RPM del motor del 98 % significaría que las RPM del motor en funcionamiento están un dos por ciento por debajo de las RPM del motor objetivo, y una caída de RPM del motor de inferior al 98 % indicaría unas RPM del motor en funcionamiento que están más del 2 % por debajo de las RPM del motor objetivo. En muchas aplicaciones, el motor diésel (32) puede tener dos puntos de RPM en funcionamiento, es decir unas RPM relativamente más bajas para funcionamiento a baja velocidad y unas RPM relativamente más altas para funcionamiento a alta velocidad. En tal caso, las RPM objetivo serían seleccionadas por el controlador de sistema (30) basándose en si el motor (32) estaba funcionando actualmente en un modo de baja velocidad o un modo de alta velocidad.

En un aspecto del procedimiento de optimización del rendimiento del sistema de refrigeración de transporte tal como se describe en este documento, el controlador de sistema (30) opera el sistema de refrigeración de transporte en un modo de funcionamiento normal a una producción a plena capacidad necesaria para satisfacer una carga de demanda de refrigeración actual siempre que la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible no esté al 100 % con una caída de la velocidad de funcionamiento del motor no superior a un pequeño porcentaje, por ejemplo una caída no superior al dos por ciento (es decir, una caída de RPM del motor de no inferior al 98 %). Unas RPM del motor en funcionamiento de inferior al 98 % de las RPM del motor objetivo podrían indicar una condición de calado del motor inminente. En el modo de funcionamiento normal, el controlador de sistema (30) permitirá cambios de velocidad del motor, cambios en el estado del descargador (encendido/apagado), apertura o cierre rápido de la

válvula de modulación de aspiración (22), y otras operaciones normales. Sin embargo, cuando la posición de la cremallera de combustible alcanza o excede el 90 % y las RPM del motor en funcionamiento caen simultáneamente al 98 % de las RPM del motor objetivo, el controlador (30) descarga el compresor (14) y/o cierra la válvula de modulación de aspiración (22) para reducir la carga del motor y devolver la posición de la cremallera de combustible a inferior al 85 % y subir las RPM de funcionamiento de motor a más del 98 % de las RPM del motor objetivo. Bajo estas condiciones, el controlador de sistema (30) permitirá que la velocidad a la que la SMV pueda cerrarse más alcance su velocidad de cierre máxima. Una vez que se ha reducido la carga del motor, siempre que no esté activa una solicitud de cambio del sistema, el controlador de sistema (30) limitará la velocidad de apertura máxima de la válvula de modulación de aspiración (SMV) (32), es decir la velocidad a la que la SMV puede abrirse más, al 0,1 % por segundo y empleará como lógica de límite de control mantener la posición de la cremallera de combustible a inferior al 90 % y mantener las RPM de funcionamiento del motor iguales a o mayores que el 98 % de la velocidad objetivo del motor.

Si bajo estas condiciones donde la posición de la cremallera de combustible alcanza o excede el 90 % y las RPM del motor en funcionamiento caen simultáneamente al 98 % de las RPM del motor objetivo, se solicita un cambio del sistema, por ejemplo un cambio de velocidad o un cambio en el estado del descargador, el controlador de sistema (30) descargará el compresor (14) y/o cerrará la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22) para reducir más la carga del motor para llevar la posición de la cremallera de combustible a inferior al 70 % y subir las RPM del motor en funcionamiento a más del 98 % de las RPM del motor objetivo. El controlador de sistema (30) también empleará la lógica de límite de control y llevará el estado de funcionamiento del motor a una posición de la cremallera de combustible de inferior al 90 % y mantendrá las RPM del motor en funcionamiento al menos al 98 % de las RPM objetivo, previniendo de ese modo que se produzca una condición de calado del motor o de sobrecarga del motor. Una vez que se ha reducido la carga del motor, el controlador de sistema (30) permitirá la solicitud de cambio del sistema pero limitará la velocidad de apertura máxima de la válvula de modulación de aspiración (SMV) (32), es decir la velocidad a la cual la SMV puede abrirse más, al 0,1 % por segundo y empleará como lógica de límite de control mantener la posición de la cremallera de combustible a inferior al 90 % y mantener las RPM de funcionamiento del motor iguales a o mayores que el 98 % de la velocidad objetivo del motor.

Haciendo referencia ahora a la fig. 3, en ella se representa un diagrama de bloques esquemático de procedimiento que ilustra una realización ejemplar de un procedimiento de la descripción. En el bloque (300), el controlador (30) inicia el procedimiento determinando en la etapa (302) tanto la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) como porcentaje de la posición máxima de la cremallera de combustible al 100 % de flujo de combustible al motor (32) como la velocidad del motor en funcionamiento como porcentaje de la velocidad del motor máxima (caída de RPM). Ambas determinaciones se realizan basándose en datos de funcionamiento del motor en tiempo real obtenidos del controlador electrónico de motor (34). Como se explicó anteriormente, ambas determinaciones pueden ser medias móviles a lo largo de un intervalo de tiempo seleccionado, tal como, por ejemplo, la media a lo largo de un periodo móvil de 30 segundos de lecturas individuales realizadas a intervalos de un segundo durante ese periodo. En el bloque (302), se realiza una determinación en cuanto a si la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) es inferior al 85 % y si la velocidad del motor en funcionamiento (RPM) es al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). Si ambas condiciones son sí, es decir, la posición de la cremallera del motor en funcionamiento (Cremallera) es inferior al 85 % y la velocidad del motor en funcionamiento es igual o mayor que el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM), el controlador (30) mantiene el funcionamiento normal (bloque 318) del sistema de refrigeración de transporte (12).

Sin embargo, si es no una cualquiera o ambas condiciones del bloque (302), entonces el controlador de sistema (30), en el bloque (304), determina si la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) está en o es mayor que el 90 % y si la velocidad del motor en funcionamiento es inferior al 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). Si ambas condiciones son no, es decir, la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) es inferior al 90 % y la velocidad del motor en funcionamiento es al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM), el controlador (30) mantiene el funcionamiento normal (bloque 318) del sistema de refrigeración de transporte (12).

Si, en el bloque (304), el controlador (30) determina que la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (CREMALLERA) está en o es mayor que el 90 % y la velocidad del motor en funcionamiento es inferior al 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM), el controlador de sistema (30), en el bloque (306), reducirá la capacidad de producción de enfriamiento de la unidad de refrigeración (12), por ejemplo iniciando una descarga del compresor (14) o cerrando la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22), para llevar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) a menos del 85 % y la velocidad del

motor en funcionamiento a al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). A continuación, en el bloque (308), el controlador de sistema (30) comprueba para determinar si está activa una solicitud de cambio del sistema. Una solicitud de cambio del sistema podría ser, por ejemplo, con fines de ilustración pero no de limitación, un cambio en la velocidad del motor, una descarga del compresor, o una condición transitoria.

5 Si en el bloque (308) no está activa una solicitud de cambio, el controlador de sistema (30) pasa directamente al bloque (312), y restringe la velocidad máxima de apertura de la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22) al 0,1 por ciento por segundo, limitando de ese modo la velocidad de aumento del flujo de vapor de refrigerante a la entrada de aspiración del compresor (14), lo cual a su vez limita un cambio en la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12). En el bloque (314), el controlador de sistema (30) ahora implementa como
10 su lógica de límite de control mantener la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) a menos del 90 % y la velocidad del motor en funcionamiento a al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). El controlador de sistema (30) continuará monitorizando, en el bloque (316), la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (CREMALLERA) y la velocidad del motor en funcionamiento, y permitirá el funcionamiento normal (bloque 318) del sistema de refrigeración, incluyendo la unidad
15 de refrigeración (12), siempre que tanto la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) siga siendo inferior al 90 % como la velocidad del motor en funcionamiento sea al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM).

Sin embargo, si en el bloque (308) está activa una solicitud de cambio del sistema, el controlador de sistema (30), en
20 el bloque (310), reducirá la capacidad de producción de enfriamiento de la unidad de refrigeración (12), por ejemplo iniciando una descarga del compresor (14) o cerrando la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22), para llevar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) a menos del 70 % y la velocidad del motor en funcionamiento a al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). El controlador de sistema (30) pasa entonces al bloque (312) y restringe la velocidad máxima de apertura de la
25 válvula de modulación de aspiración (SMV) (22) al 0,1 por ciento por segundo, limitando de ese modo la velocidad de aumento del flujo de vapor de refrigerante a la entrada de aspiración del compresor (14), lo cual a su vez limita un cambio en la producción a plena capacidad de la unidad de refrigeración de transporte (12). En el bloque (314), el controlador de sistema (30) ahora implementa como su lógica de límite de control mantener la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) a menos del 90 % y la velocidad del motor en
30 funcionamiento a al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). Durante el periodo de funcionamiento de la unidad refrigerante a capacidad de enfriamiento reducida y con restricción de la velocidad de apertura de la válvula de modulación de aspiración (SMV) (22), el controlador de sistema (30) permitirá que se produzca el cambio del sistema solicitado con poco o ningún riesgo de que se produzca una sobrecarga del motor o un calado del motor que conduciría a insuficiente potencia al eje producida desde el motor (30). Así, el
35 riesgo de que se produzca un apagado del sistema refrigerante (14) como resultado de que se implemente el cambio del sistema se reduce en gran medida, si no se elimina.

Además, en el bloque (316), el controlador de sistema (30) continúa monitorizando si la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible (Cremallera) es inferior al 90 % y si la velocidad del motor en funcionamiento (RPM)
40 es al menos el 98 % de la velocidad de funcionamiento del motor objetivo (Caída de RPM). Si, en el bloque (316), el controlador de sistema (30) determina que la velocidad del motor en funcionamiento cae por debajo del 98 % de la velocidad del motor en funcionamiento objetivo (Caída de RPM) o la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible sube por encima del 90 %, se activa una alarma del sistema, en el bloque (320), para advertir de un calado del motor o una sobrecarga del motor inminente potencial.

45 La terminología usada en este documento es con el propósito de descripción, no limitación. Los detalles estructurales y funcionales específicos descritos en este documento no han de interpretarse como limitativos, sino simplemente como base para enseñar a un experto en la materia a emplear la presente invención. Los expertos en la materia también reconocerán los equivalentes que pueden sustituir a los elementos descritos con referencia a las
50 realizaciones ejemplares descritas en este documento sin apartarse del alcance de la presente invención.

Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito en particular con referencia a las realizaciones ejemplares como se ilustra en el dibujo, se reconocerá por parte de los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, en otras realizaciones, podría usarse un
55 indicador diferente de la carga del motor en funcionamiento, distinto de la posición de la cremallera de combustible, para monitorizar la carga del motor en funcionamiento, en combinación con la velocidad del motor en funcionamiento al llevar a cabo el concepto del procedimiento descrito en este documento.

Por lo tanto, se pretende que la presente descripción no esté limitada a la realización o las realizaciones particulares

descritas, sino que la descripción incluirá todas las realizaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar el consumo de potencia de una unidad de refrigeración de transporte (10) que tiene un flujo másico de refrigerante que circula dentro de un circuito de refrigerante que tiene un compresor de refrigerante (14) y que tiene un motor diésel (32) para alimentar la unidad de refrigeración de transporte (10), comprendiendo el procedimiento la etapa de limitar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante en respuesta a la carga del motor en funcionamiento en el motor diésel (32) y la velocidad de funcionamiento del motor diésel (32); que comprende además las etapas de:
- 10 monitorizar la carga del motor en funcionamiento del motor diésel (32);
 monitorizar la velocidad del motor en funcionamiento del motor diésel (32); y
 ajustar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante de la unidad de refrigeración de transporte (10) para mantener la carga del motor en funcionamiento inferior al 98 % de la carga del motor en funcionamiento máxima y para mantener simultáneamente la velocidad del motor en funcionamiento a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad de funcionamiento del motor objetivo.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- 20 determinar si la carga del motor en funcionamiento monitorizada es inferior al 90 % de una carga del motor máxima; determinar si la velocidad del motor monitorizada está a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad del motor máxima; y
 si tanto la carga de funcionamiento del motor monitorizada está en una posición de al menos el 90 % de una carga del motor en funcionamiento máxima como la velocidad del motor monitorizada está a una velocidad de al menos el 25 98 % de una velocidad de funcionamiento del motor objetivo, restringir un aumento del flujo másico de refrigerante a través del compresor (14).
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, donde el circuito de refrigerante de la unidad de refrigeración de transporte (10) incluye una válvula de modulación de aspiración (22) y la etapa de restringir un 30 aumento del flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante comprende reducir una velocidad de apertura máxima de la válvula de modulación de aspiración al 0,1 por ciento por segundo.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde la etapa de limitar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante en respuesta a la carga del motor en funcionamiento del 35 motor diésel (32) y la velocidad de funcionamiento del motor diésel (32) comprende la etapa de limitar el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante en respuesta a la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible en el motor diésel (32) y la velocidad de funcionamiento del motor diésel (32).
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además las etapas de:
- 40 monitorizar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible para el motor diésel (32);
 ajustar selectivamente el flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante de la unidad de refrigeración de transporte (10) para mantener la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible en una posición inferior al 98 % de la posición máxima de la cremallera de combustible y para mantener simultáneamente la 45 velocidad del motor en funcionamiento a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad de funcionamiento del motor máxima.
6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además las etapas de:
- 50 monitorizar la posición de funcionamiento de la cremallera de combustible para el motor diésel (32);
 determinar si la posición de la cremallera de combustible monitorizada está en una posición de al menos el 90 % de una posición máxima de la cremallera de combustible;
 determinar si la velocidad del motor monitorizada está a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad del motor máxima; y
 55 si tanto la posición de la cremallera de combustible monitorizada está en una posición de al menos el 90 % de una posición máxima de la cremallera de combustible como la velocidad del motor monitorizada está a una velocidad de al menos el 98 % de una velocidad de funcionamiento del motor objetivo, restringir un aumento del flujo másico de refrigerante a través del compresor (14).

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, donde el circuito de refrigerante de la unidad de refrigeración de transporte (10) incluye una válvula de modulación de aspiración (22) y la etapa de restringir un aumento del flujo másico de refrigerante a través del circuito de refrigerante comprende reducir una velocidad de apertura máxima de la válvula de modulación de aspiración al 0,1 por ciento por segundo.

5

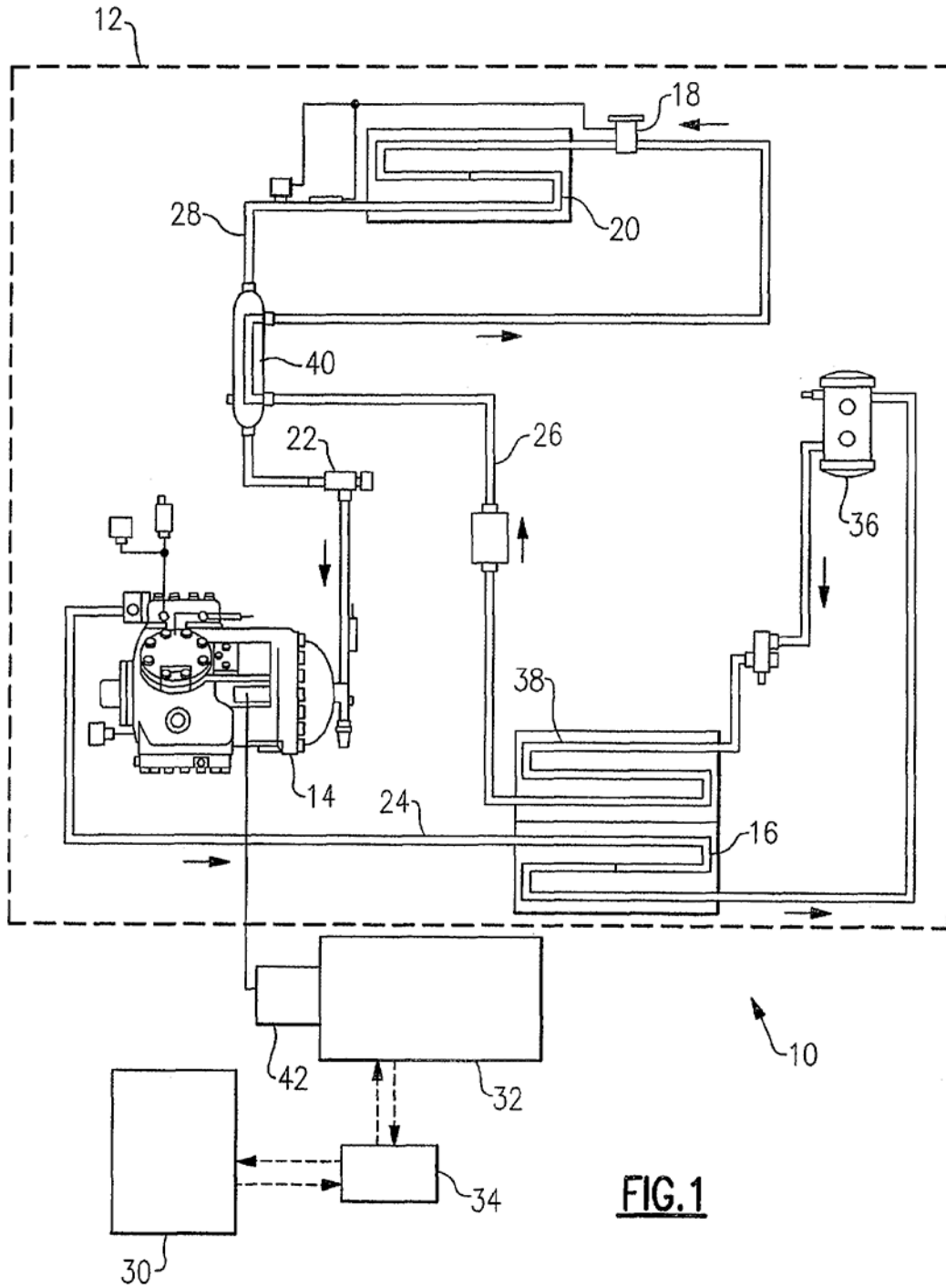


FIG. 1

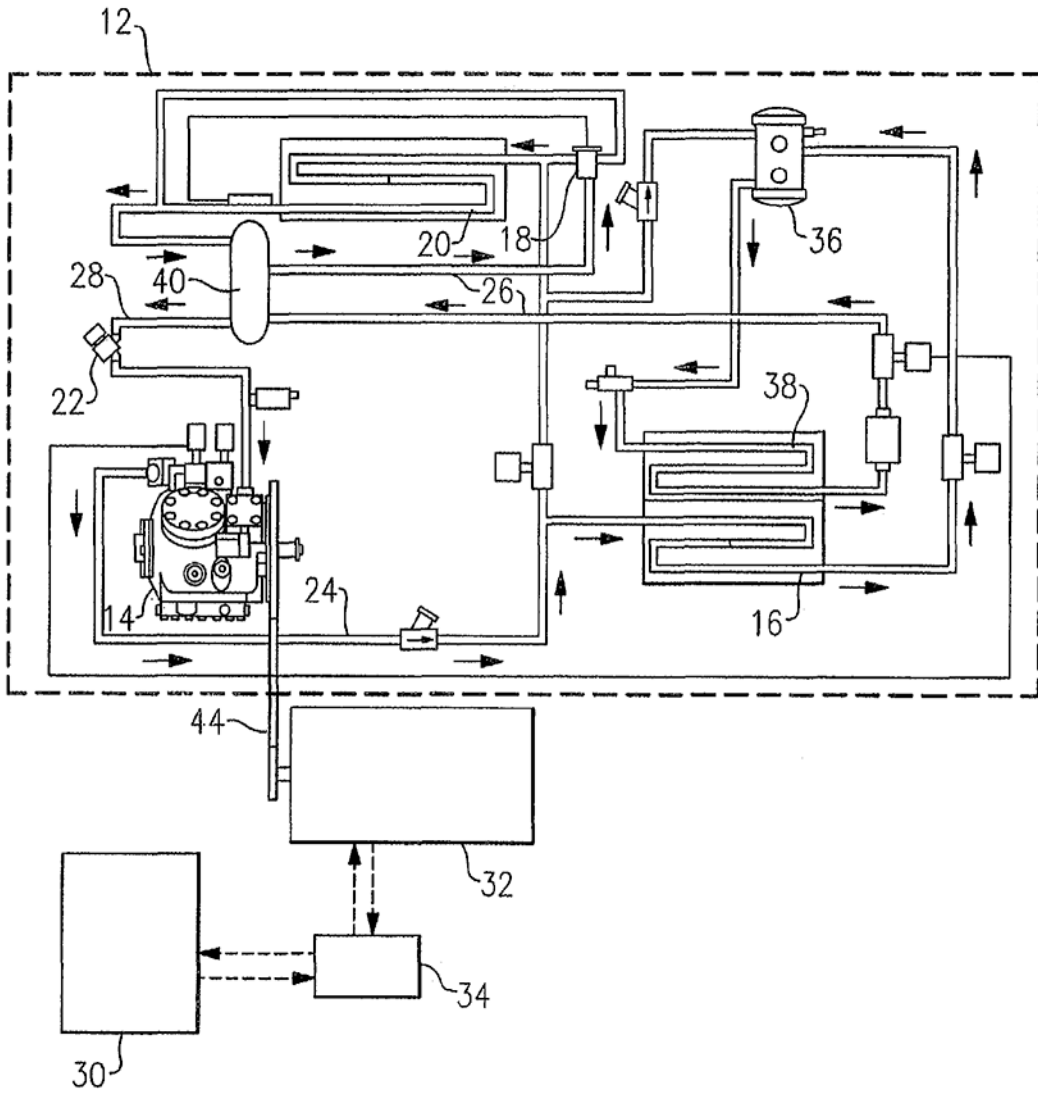


FIG.2

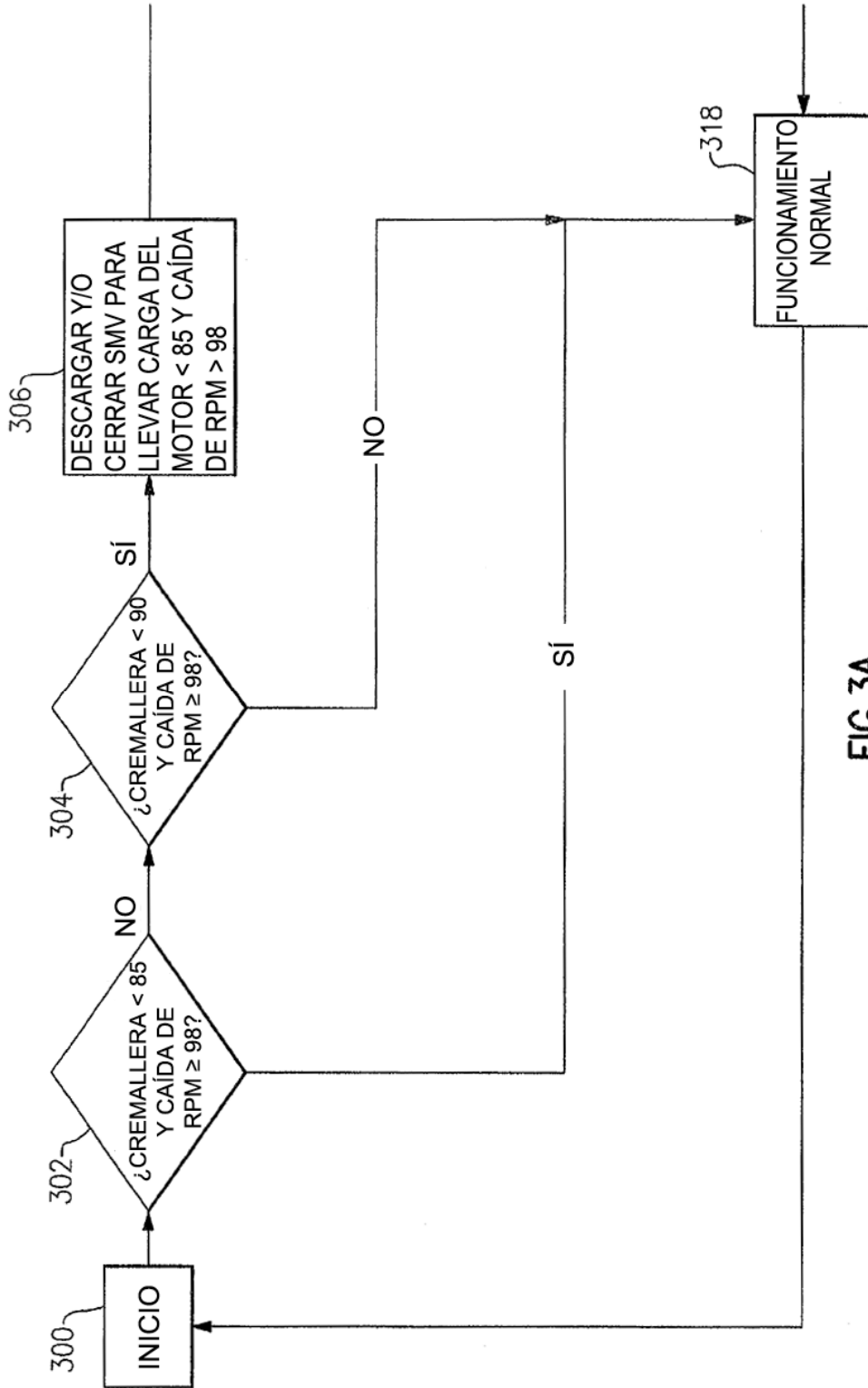


FIG.3A

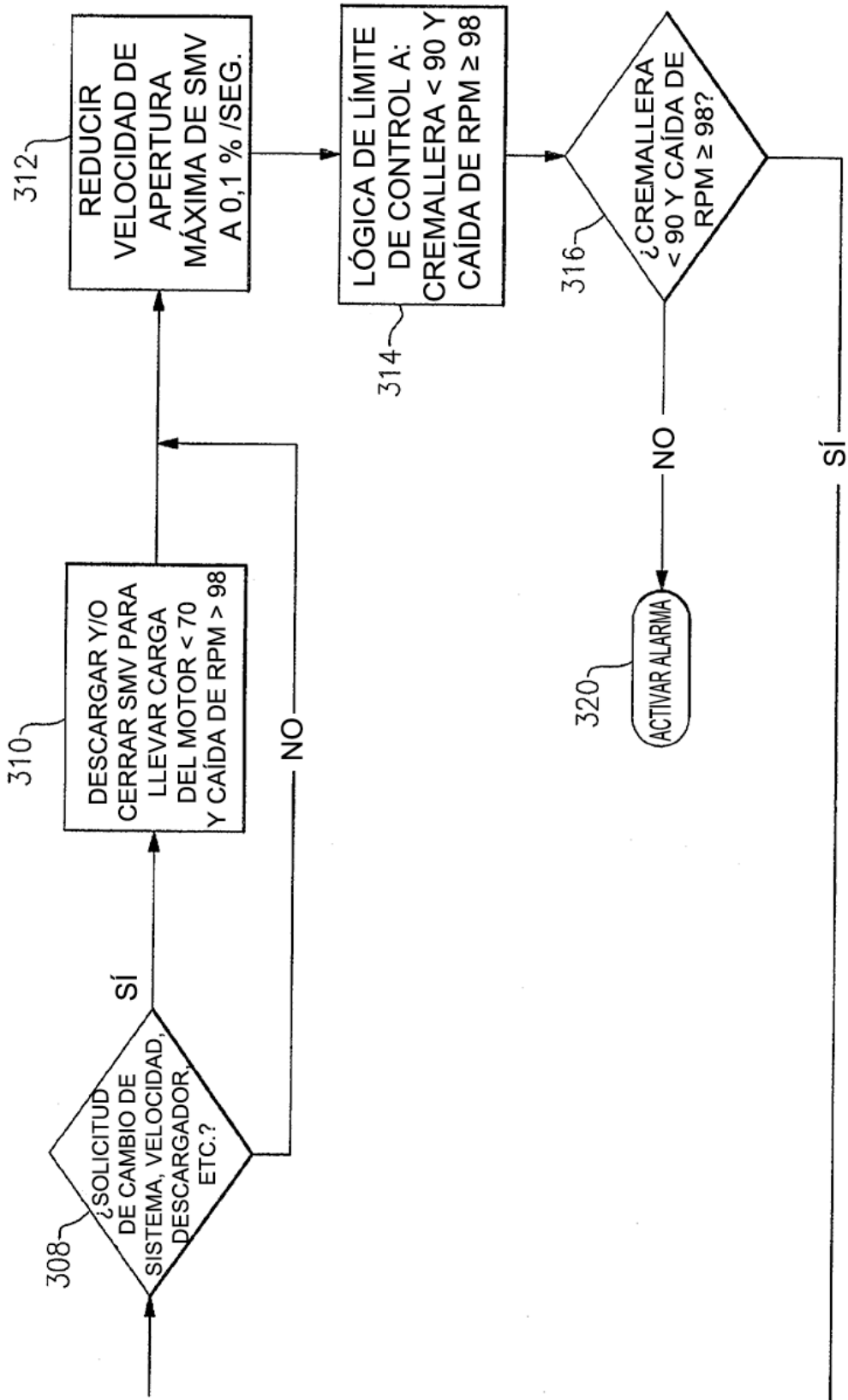


FIG.3B