

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 334**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F04D 27/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2013** **PCT/US2013/054272**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014** **WO14058524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013** **E 13750815 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 2906885**

54 Título: **Control de paletas de guía de entrada de compresor centrífugo**

30 Prioridad:

09.10.2012 US 201261711278 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

73 Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)
1 Carrier Place
Farmington, CT 06434, US

72 Inventor/es:

SISHTLA, VISHNU

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 763 334 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

Control de paletas de guía de entrada de compresor centrífugo

Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un método para maximizar la capacidad de enfriamiento del sistema de refrigeración de enfriador en la puesta en marcha.

En muchos enfriadores convencionales, el compresor, tal como un compresor centrífugo, por ejemplo, se acciona por un medio de accionamiento, tal como un motor eléctrico, por ejemplo, o bien directamente o bien a través de una transmisión. El rendimiento óptimo del compresor está fuertemente influenciado por la velocidad de rotación del compresor. El volumen de refrigerante que fluye a través del compresor se debe ajustar a los cambios en la carga demandada por los requisitos de aire acondicionado del espacio que se enfría. El control del flujo se logra típicamente variando las paletas de guía de entrada y la velocidad del impulsor, o bien por separado o bien de manera coordinada.

Cuando se arranca inicialmente un sistema de enfriador convencional, las paletas de guía de entrada típicamente están en una posición completamente cerrada, permitiendo solamente una mínima cantidad de flujo hacia el compresor para evitar que el motor se detenga. Solamente cuando el motor alcanza una velocidad plena, el sistema comenzará a abrir las paletas de guía de entrada, aumentando por ello la capacidad del sistema. En consecuencia, puede transcurrir una cantidad significativa de tiempo desde cuando el sistema de enfriador se arranca inicialmente hasta que las paletas de guía estén completamente abiertas y el sistema esté operando a su máxima capacidad. Algunas aplicaciones, tales como centros de datos, por ejemplo, requieren que el sistema alcance una capacidad máxima en una cantidad de tiempo más corta que la que se permite usando un sistema convencional.

El documento US 4 381 650 muestra un método y se describe un sistema de control para operar un sistema de refrigeración por compresión de vapor para evitar la cavitación de la bomba de aceite durante la puesta en marcha del sistema de refrigeración. El sistema de control incluye un sensor de temperatura o presión situado en el evaporador del sistema de refrigeración, un microprocesador y un mecanismo de control de paletas de guía de entrada. Durante la puesta en marcha, la presión del refrigerante gaseoso o la temperatura del refrigerante líquido en el evaporador del sistema de refrigeración, o la presión de la línea de succión del compresor, se mide y una señal eléctrica correspondiente a la presión o temperatura medida se procesa por el microprocesador para determinar la tasa real de bajada de presión del refrigerante en el evaporador. El microprocesador compara la tasa de bajada real con una tasa de bajada que se ha predeterminado para evitar la cavitación de la bomba de aceite del compresor. El microprocesador controla la apertura y el cierre de las paletas de guía de entrada al compresor para ajustar el flujo de refrigerante al compresor para lograr una tasa de bajada que sea aproximadamente igual a la tasa predeterminada que evita la cavitación de la bomba de aceite.

Breve descripción de la invención

Según un aspecto de la invención, se proporciona un método de colocación un conjunto de paletas de guía de entrada antes de la puesta en marcha de un sistema de enfriador que incluye un compresor, un condensador y un enfriador que incluye recibir una primera entrada de sensores situados en el enfriador y en el condensador. Una temperatura de saturación se calcula en base a la entrada de los sensores. Se recibe una segunda entrada indicativa de una velocidad mínima de un motor acoplado al compresor en la puesta en marcha. Usando la temperatura de saturación calculada y la segunda entrada, se determina una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada. El conjunto de paletas de guía de entrada se mueve entonces a la posición permisible determinada.

Estas y otras ventajas y características llegarán a ser más evidentes a partir de la siguiente descripción tomada junto con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La materia, que se considera como la invención, se señala particularmente y se reivindica distintivamente en las reivindicaciones al final de la especificación. Las características anteriores y otras características, y las ventajas de la invención son evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos que se acompañan en los que:

la FIG. 1 es una ilustración esquemática de un sistema de refrigeración de enfriador ejemplar;

la FIG. 2 es una vista en perspectiva de un sistema de refrigeración de enfriador ejemplar;

la FIG. 3 es una vista en perspectiva de un conjunto de paletas de guía de entrada ejemplar;

la FIG. 4 es una vista en perspectiva de un sistema de actuación de paletas de guía de entrada ejemplar;

la FIG. 5 es un sistema de control para un sistema de refrigeración de enfriador según una realización de la invención; y

la FIG. 6 es un método para determinar una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada antes de la puesta en marcha del sistema de refrigeración de enfriador según una realización de la invención.

5 Descripción detallada de la invención

Con referencia ahora a las FIG. 1 y 2, el sistema de refrigeración de enfriador 10 ejemplar ilustrado incluye un conjunto de compresor 30, un condensador 12 y un enfriador o evaporador 20 acoplados de manera fluida para formar un circuito. Un primer conducto 11 se extiende desde la salida 22 adyacente del enfriador 20 hasta la entrada 32 del conjunto de compresor 30. La salida 34 del conjunto de compresor 30 se acopla por un conducto 13 a una entrada 14 del condensador 12. En una realización, el condensador 12 incluye una primera cámara 17, y una segunda cámara 18 accesible solamente desde el interior de la primera cámara 17. Una válvula de flotador 19 dentro de la segunda cámara 18 se conecta a una entrada 24 del enfriador 20 por otro conducto 15. Dependiendo del tamaño del sistema de enfriador 10, el conjunto de compresor 30 puede incluir un compresor rotativo, de tornillo o alternativo para sistemas pequeños, o un compresor de tornillo o compresor centrífugo para sistemas más grandes. Un conjunto de compresor 30 típico incluye un alojamiento 36 que tiene un motor 40 en un extremo y un compresor centrífugo 44 en un segundo extremo, opuesto, con los dos que están interconectados por un conjunto de transmisión 42. El compresor 44 incluye un impulsor 46 para acelerar el vapor de refrigerante a alta velocidad, un difusor 48 para desacelerar el refrigerante a baja velocidad mientras que se convierte energía cinética a energía de presión, y una cámara de descarga (no mostrada) en forma de voluta o colector para recoger el vapor de descarga para el flujo posterior a un condensador. Colocado cerca de la entrada 32 del compresor 30 está un conjunto de paletas de guía de entrada 60. Debido a que un fluido que fluye desde el enfriador 20 al compresor 44 debe pasar primero a través del conjunto de paletas de guía de entrada 60 antes de entrar en el impulsor 46, el conjunto de paletas de guía de entrada 60 se puede usar para controlar el flujo de fluido hacia el compresor 44.

El ciclo de refrigeración dentro del sistema de refrigeración de enfriador 10 se puede describir de la siguiente manera. El compresor 44 recibe un vapor refrigerante del evaporador/enfriador 20 y lo comprime a una temperatura y presión más altas, con el vapor relativamente caliente que pasa entonces hacia la primera cámara 17 del condensador 12, donde se enfría y condensa a un estado líquido por una relación de intercambio de calor con un medio de enfriamiento, tal como agua o aire, por ejemplo. Debido a que la segunda cámara 18 tiene una presión menor que la primera cámara 17, una parte del refrigerante líquido se convierte en vapor, enfriando por ello el líquido restante. El vapor refrigerante dentro de la segunda cámara 18 se vuelve a condensar mediante el medio de intercambio de calor frío. El líquido refrigerante entonces se drena hacia la segunda cámara 18 situada entre la primera cámara 17 y el enfriador 20. La válvula de flotador 19 forma un sello para evitar que el vapor de la segunda cámara 18 entre en el enfriador 20. A medida que el refrigerante líquido pasa a través de la válvula de flotador 19, el refrigerante se expande a un estado líquido/vapor de dos fases a baja temperatura a medida que pasa hacia el enfriador 20. El enfriador 20 es un intercambiador de calor que permite que la energía térmica migre desde un medio de intercambio de calor, tal como agua, por ejemplo, al gas refrigerante. Cuando el gas vuelve al compresor 44, el refrigerante está tanto a la temperatura como a la presión en la que comenzó el ciclo de refrigeración.

Con referencia ahora a las FIG. 3 y 4, se ilustra con más detalle un conjunto de paletas de guía de entrada 60 ejemplar. El conjunto de paletas de guía de entrada 60 incluye una pluralidad de subconjuntos de paletas de guía 70 y un alojamiento de anillo de pala 62. Cada subconjunto de paletas de guía 70 incluye una paleta de lámina de aire 72 generalmente plana, una polea de pala 76 colocada adyacente al exterior del alojamiento de anillo de pala 62, un eje de paleta 74 que conecta la paleta 72 con la polea de pala 76. El eje de paleta 74 gira dentro de un rodamiento montado en el alojamiento de anillo de pala 62. El conjunto de paletas guía de entrada 60 incluye adicionalmente una pluralidad de poleas tensoras 78 montadas en el alojamiento de anillo de pala 62 entre poleas de pala 76 adyacentes. Un cable 77 se enrolla alrededor de la pluralidad de poleas tensoras 78 y poleas de pala 76. El conjunto de paletas de guía de entrada 60 se monta dentro de un alojamiento de succión 79.

El conjunto de paletas de guía de entrada 60 incluye un sistema de actuación 80 para mover los subconjuntos de paletas de guía 70 entre una posición cerrada y una posición abierta. Un actuador de paletas de guía 82 se monta en una parte del alojamiento de succión 79, tal como con el soporte 81 ilustrado, por ejemplo. Un eje de actuador 84 que se extiende desde el actuador de paletas de guía 82 incluye una rueda dentada de actuador 86. Una de las poleas de pala 76 actúa como una polea de accionamiento y está configurada para acoplar la pluralidad de poleas de pala 76 al sistema de actuación 80. El eje de paleta 74 de la polea de accionamiento se extiende a través de un conjunto de sellado del alojamiento de succión 79 y se conecta a una rueda dentada de accionamiento 83. El conjunto de sellado 85 evita la fuga de refrigerante a la atmósfera. La rueda dentada de accionamiento 83 y la rueda dentada de actuador 86 se conectan por una cadena 88, de manera que la rotación del eje de actuador 84 haga que la pluralidad de poleas tensoras 78 y poleas de pala 76 gire en relación al alojamiento de anillo de pala 62. El sistema de actuación 80 se puede encerrar dentro de una carcasa 89 para evitar que se acumule polvo y para evitar lesiones mientras que está siendo mantenido el compresor 30. El método de actuación descrito es solamente con propósitos ilustrativos, y los métodos de actuación adicionales para hacer girar la pluralidad de subconjuntos de paletas de guía de entrada 70 están dentro del alcance de esta invención.

Un sistema de control 100 que incluye un controlador 110, ilustrado en la FIG. 5, controla la operación del sistema de refrigeración de enfriador 10. El controlador 110 se puede implementar usando un controlador de propósito general que ejecuta un programa de ordenador para realizar las operaciones descritas en la presente memoria. El controlador 110 se puede implementar usando hardware (por ejemplo, ASIC, FPGA) y/o una combinación de hardware y software. Una función del controlador 110 es controlar la capacidad de enfriamiento del enfriador 10, en respuesta a las condiciones de carga, tal como ajustando la colocación del conjunto de paleta de guía de entrada 60, por ejemplo. Un sensor 120, tal como un potenciómetro, por ejemplo, acoplado a una parte del conjunto de paletas de guía de entrada 60 proporciona una señal de entrada IGV1 al controlador 110 indicativa de la posición de los subconjuntos de paletas de guía 70. El microcontrolador 110 también está configurado para comunicarse con el sistema de actuación de paletas de guía de entrada 80 de manera que una señal de salida del controlador 110 hará que el sistema de actuación 80 ajuste la posición de los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70.

El sistema de control 100 incluye una pluralidad de sensores adicional configurados para proporcionar una entrada al controlador 110. En una realización, un primer sensor 130 es un transductor de presión configurado para proporcionar una señal de entrada P1 al controlador 110 indicativa de la presión absoluta en el enfriador 20. Un segundo sensor 135 puede ser un transductor de presión configurado para proporcionar una señal de entrada P2 al controlador 110 indicativa de la presión absoluta en el condensador 12. Los transductores de presión 130, 135 se pueden situar en el conducto 11 que se extiende entre el enfriador 20 y la entrada del compresor 32, y el conducto 13 que se extiende entre la salida del compresor 34 y la entrada del condensador 14 respectivamente. Los transductores de presión 130, 135 detectarán presiones representativas de las presiones de descarga y de succión del compresor 44. En otra realización, el primer y segundo sensores 130, 135 son termistores de temperatura. El primer termistor 130 detectará la temperatura del refrigerante cerca de la salida 22 del enfriador 20, y el segundo termistor 135 detectará la temperatura del refrigerante cerca de la entrada 14 del condensador 12. Alternativamente, uno del primer sensor 130 y del segundo sensor 135 puede ser un sensor de presión y el otro del primer sensor 130 y del segundo sensor 135 puede ser un sensor de temperatura. El microcontrolador 110 del sistema de control 100 también está configurado para comunicarse con el variador 90 del motor 40. El variador 90 controla la corriente extraída por el motor 40 y, por lo tanto, regula la velocidad del compresor 44. En una realización, el variador es un variador de velocidad variable.

Se proporciona un método 200 en la FIG. 6 para reducir el tiempo requerido para maximizar la capacidad del sistema de enfriador 10 en la puesta en marcha ajustando la posición de los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70 a una posición parcialmente abierta antes de que se aplique energía al compresor 44. Como se muestra en el bloque 202, cuando el motor está en un estado inactivo, no giratorio, el controlador recibe la entrada S1 del primer sensor 130 indicativa de la presión en el enfriador 20, y la entrada S2 del segundo sensor 135 indicativa de la presión en el condensador 12. El controlador 110 entonces usa estos valores de presión recogidos, como se muestra en el bloque 204, para calcular la temperatura de saturación tanto en el enfriador 20 como en el condensador 12 usando un algoritmo almacenado en el controlador 110. Debido a que el sistema de refrigeración de enfriador 10 no está funcionando, la presión del enfriador y la presión del condensador deberían ser aproximadamente la misma, y por lo tanto las temperaturas de saturación resultantes deberían ser generalmente equivalentes. No obstante, en los casos donde las temperaturas de saturación difieren, la temperatura más alta, más conservadora se usará para determinar una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada 60 como se describe con más detalle a continuación. En realizaciones donde los sensores 130, 135 son termistores, el controlador 110 convertirá primero la entrada S1, S2 de los termistores en una presión, y entonces, a partir de esa presión, calculará una temperatura de saturación correspondiente.

En el bloque 206, el controlador 110 recibe una entrada D1 desde el variador 90 indicativa de una velocidad de operación seleccionada del motor 40 durante la puesta en marcha. En sistemas que tienen un variador de frecuencia no variable, la velocidad de operación seleccionada durante la puesta en marcha puede ser igual a la velocidad plena del motor 40. En sistemas 10 que tienen un variador de frecuencia variable, la velocidad de operación seleccionada durante la puesta en marcha puede oscilar desde alrededor del 65% al 100% de la velocidad plena dependiendo de los ajustes de ese sistema de refrigeración de enfriador 10.

Como se muestra en el bloque 208, un algoritmo para determinar la posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada se puede almacenar dentro del controlador 110 del sistema de control 100. La velocidad de operación seleccionada D1 y la temperatura máxima de saturación calculada como entrada al algoritmo para calcular la posición permisible de las paletas de guía de entrada para el sistema. Alternativamente, una tabla de colocación que identifica un intervalo de temperaturas de saturación y las paletas de guía de entrada asociadas con cada temperatura de saturación se pueden almacenar dentro del controlador 110. La tabla se genera en base a una velocidad de operación seleccionada supuesta del compresor 44 durante la puesta en marcha. Se puede almacenar una pluralidad de tablas de colocación de paletas para un intervalo de velocidades mínimas dentro del controlador 110. En una realización, el controlador 110 incluye una tabla de colocación de paletas para una velocidad de operación seleccionada de alrededor del 65% e incluye tablas adicionales tomadas a intervalos, tales como cada 7%, por ejemplo, hasta que se alcanza la velocidad plena. En base a la velocidad de operación seleccionada D1 introducida en el controlador 110 desde el variador 90, el controlador 110 seleccionará una tabla de colocación de paletas correspondiente. Después de seleccionar la temperatura de saturación máxima calculada en base a las entradas S1, S2 del condensador 12 y del enfriador 20, el controlador 110 puede identificar una posición permisible de los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70. En el bloque 210, el controlador 110 entonces envía una

señal al sistema de actuación 80 para mover los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70 a la posición permisible determinada.

Durante una puesta en marcha convencional de un sistema de refrigeración de enfriador 100, los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70 están en una posición cerrada, de modo que solamente un flujo mínimo entra en la entrada 32 del compresor 30. No obstante, debido a que las presiones o temperaturas detectadas S1, S2 en el enfriador 20 y el condensador 12 son menores que el escenario del caso peor supuesto durante el diseño del compresor 44, los subconjuntos de paletas de guía de entrada 70 se pueden abrir parcialmente antes de la puesta en marcha, permitiendo por ello un mayor flujo volumétrico inicial. Abriendo parcialmente las paletas de guía 70, se reduce el tiempo requerido para mover las paletas de guía de entrada 70 a una posición completamente abierta una vez que el compresor 44 está operando. Además, debido a que las paletas de guía de entrada 70 tienen una distancia más corta para moverse para alcanzar una posición completamente abierta, el compresor 44 puede alcanzar más eficientemente una capacidad de enfriamiento máxima.

Aunque la invención se ha descrito en detalle en conexión solamente con un número limitado de realizaciones, se debería entender fácilmente que la invención no se limita a tales realizaciones descritas. Más bien, la invención se puede modificar para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones o disposiciones equivalentes no descritas hasta ahora, pero que son proporcionales al alcance de la invención. Además, aunque se han descrito varias realizaciones de la invención, se ha de entender que los aspectos de la invención pueden incluir solamente algunas de las realizaciones descritas. Por consiguiente, la invención no se ha de ver como limitada por la descripción anterior, sino que solamente está limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de colocación de un conjunto de paletas de guía de entrada (60) antes de la puesta en marcha de un sistema de enfriador (10) que incluye un compresor (30) que tiene un motor (40), un condensador (12) y un enfriador (20), caracterizado por que el método comprende:
 - 5 recibir una primera entrada de sensores situados en el enfriador (20) y el condensador (12) cuando el motor (40) está en un estado inactivo, no giratorio;
calcular una temperatura de saturación en el enfriador (20) y una temperatura de saturación en el condensador (12) en base a la entrada de los sensores;
 - 10 recibir una segunda entrada indicativa de una velocidad mínima de un motor (40) acoplado al compresor (30) en la puesta en marcha;
determinar una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada (60) en base a la más alta de las temperaturas de saturación calculadas y la segunda entrada; y
mover el conjunto de paletas de guía de entrada (60) a la posición permisible determinada.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en donde el sistema de enfriador (10) incluye un sistema de control (100) que tiene un controlador (110).
3. El método según la reivindicación 1, en donde la primera entrada de los sensores se proporciona a un controlador (110).
4. El método según la reivindicación 1, en donde los sensores situados en el enfriador (20) y el condensador (12) son sensores de presión; o
 - 20 en donde un algoritmo para determinar una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada (60) en base a la temperatura de saturación calculada y la segunda entrada se almacena en el controlador (110).
5. El método según la reivindicación 1, en donde los sensores situados en el enfriador (20) y el condensador (12) son sensores de temperatura.
- 25 6. El método según la reivindicación 5, que comprende además convertir la primera entrada de los sensores de temperatura en una presión para calcular la temperatura de saturación.
7. El método según la reivindicación 2, en donde un algoritmo para convertir una presión en una temperatura de saturación se almacena dentro del controlador (110).
8. El método según la reivindicación 1, en donde se determina una temperatura de saturación tanto para el enfriador (20) como para el condensador (12) en base a la primera entrada.
- 30 9. El método según la reivindicación 8, en donde la temperatura de saturación del enfriador (20) se compara con la temperatura de saturación del condensador (12) y el que sea mayor se usa para determinar una posición permisible del conjunto de paletas de guía de entrada.
10. El método según la reivindicación 2, en donde un variador (90) acoplado al motor (40) proporciona la segunda entrada al controlador.
- 35 11. El método según la reivindicación 10, en donde si el variador (90) es un variador de frecuencia no variable, la velocidad mínima del motor (40) en la puesta en marcha es la velocidad plena; o
en donde si el variador (90) es un variador de frecuencia variable, la velocidad mínima del motor (40) puede estar en el intervalo de entre alrededor del 65% y el 100% de una velocidad plena del motor (40).
- 40 12. El método según la reivindicación 1, en donde al menos una tabla de colocación de paletas se almacena en el controlador (110), la tabla de colocación de paletas que tiene un intervalo de temperaturas de saturación y una posición permisible correspondiente del conjunto de paletas de guía de entrada (60) para cada temperatura de saturación.
13. El método según la reivindicación 12, en donde la tabla de colocación de paletas se crea en base a una velocidad mínima supuesta del motor (40).
- 45 14. El método según la reivindicación 13, en donde un controlador (110) tiene una pluralidad de tablas de colocación de paletas almacenadas, la pluralidad de tablas que está configurada para un intervalo de velocidades mínimas del motor (40) en la puesta en marcha.

15. El método según la reivindicación 2, en donde el controlador (110) proporciona una señal a un sistema de actuación (80) acoplado al conjunto de paletas de guía de entrada (60).

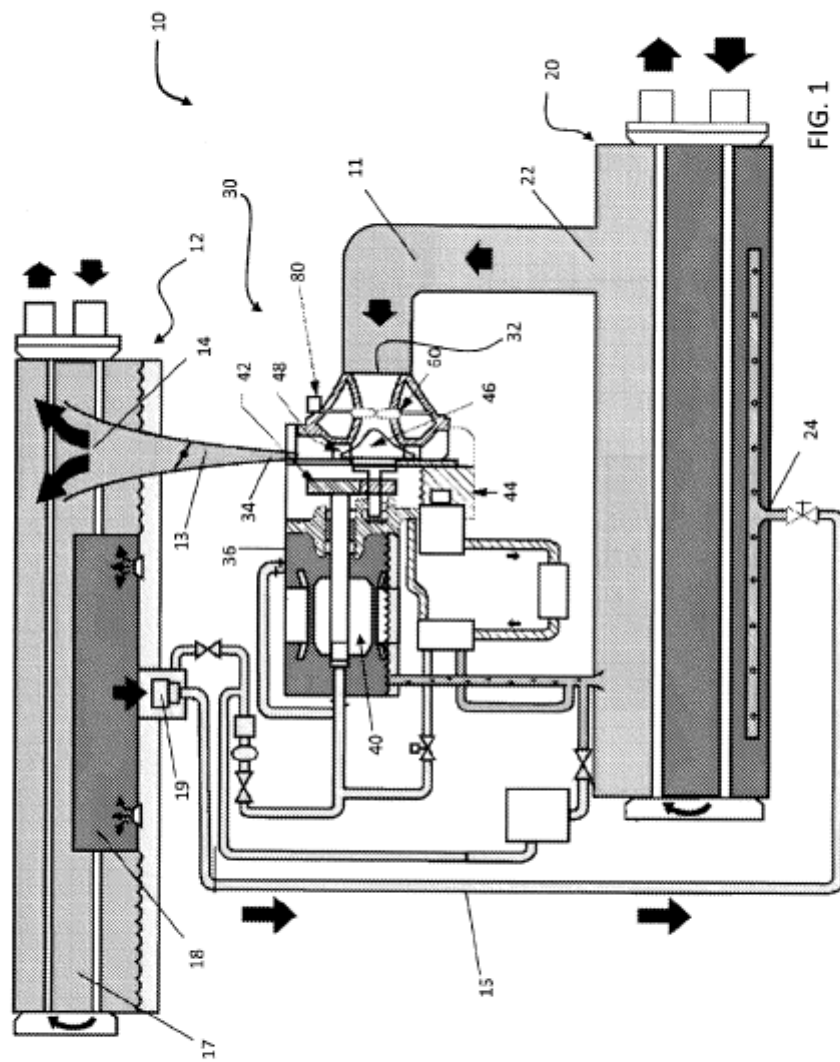
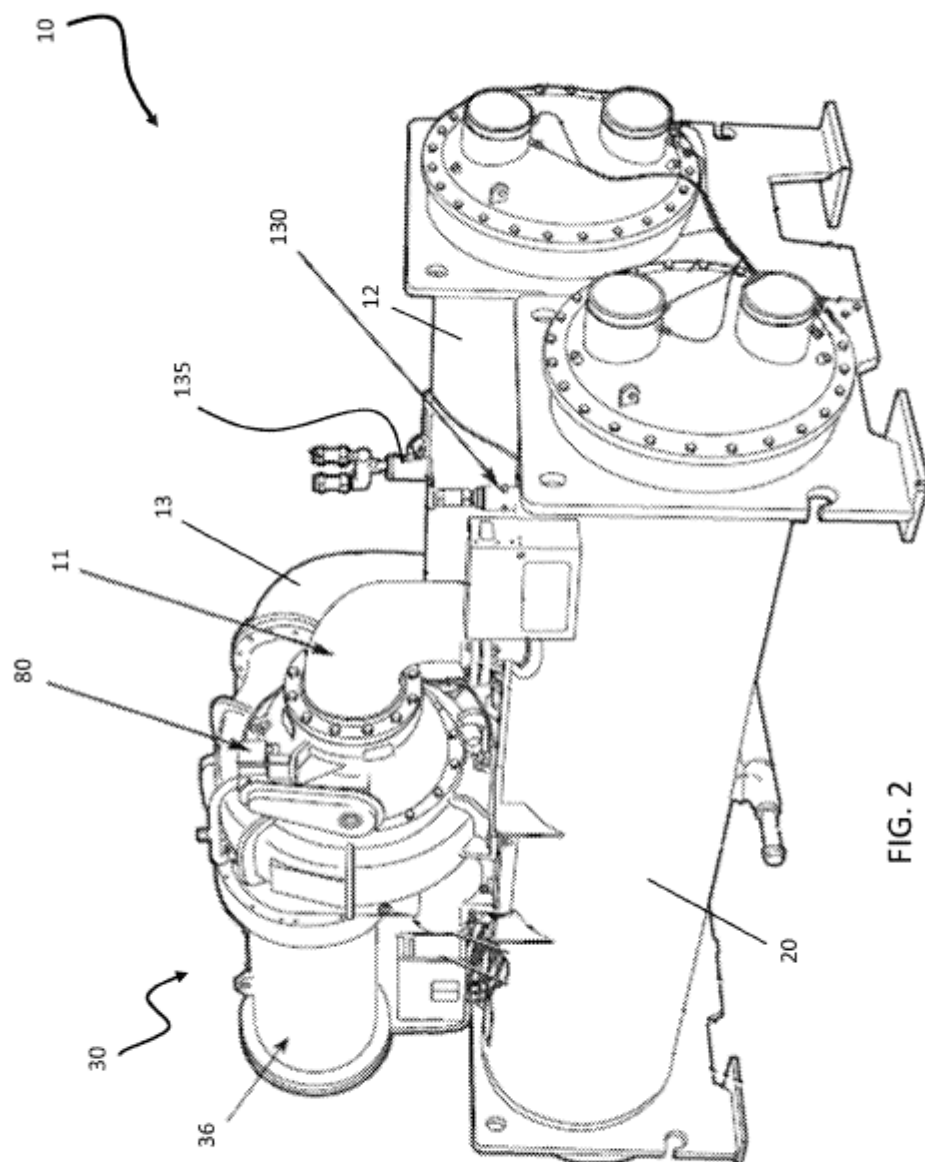


FIG. 1



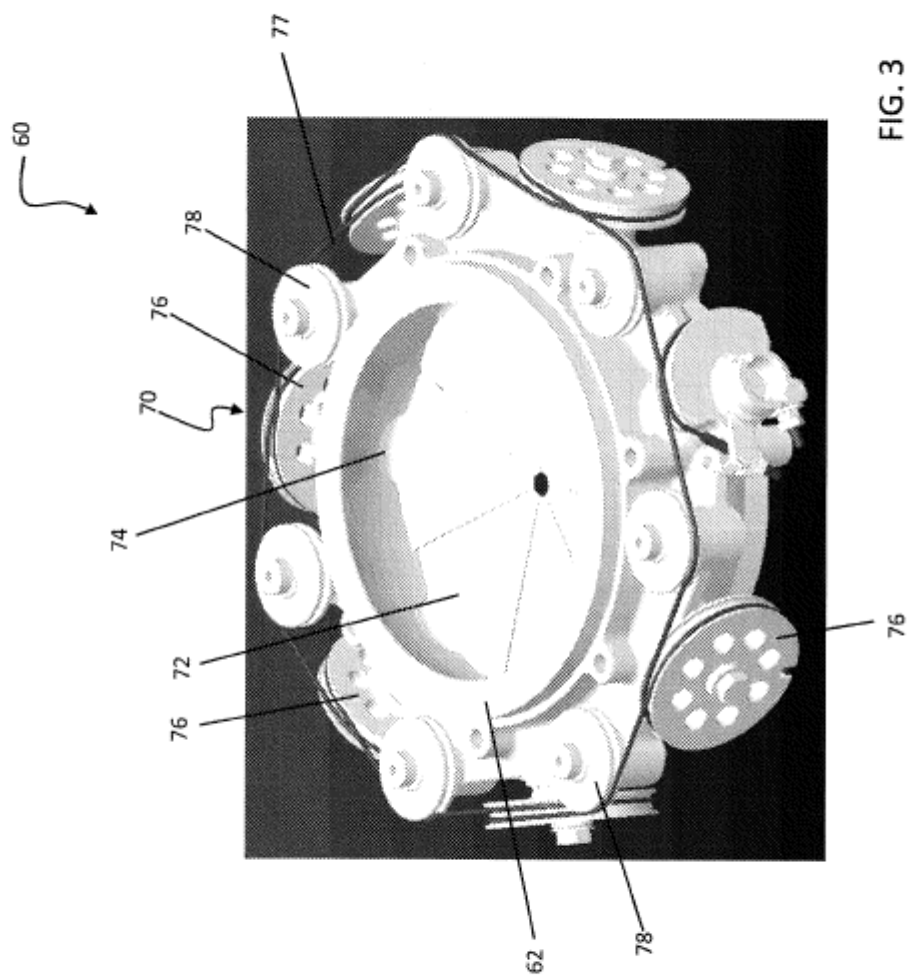


FIG. 3

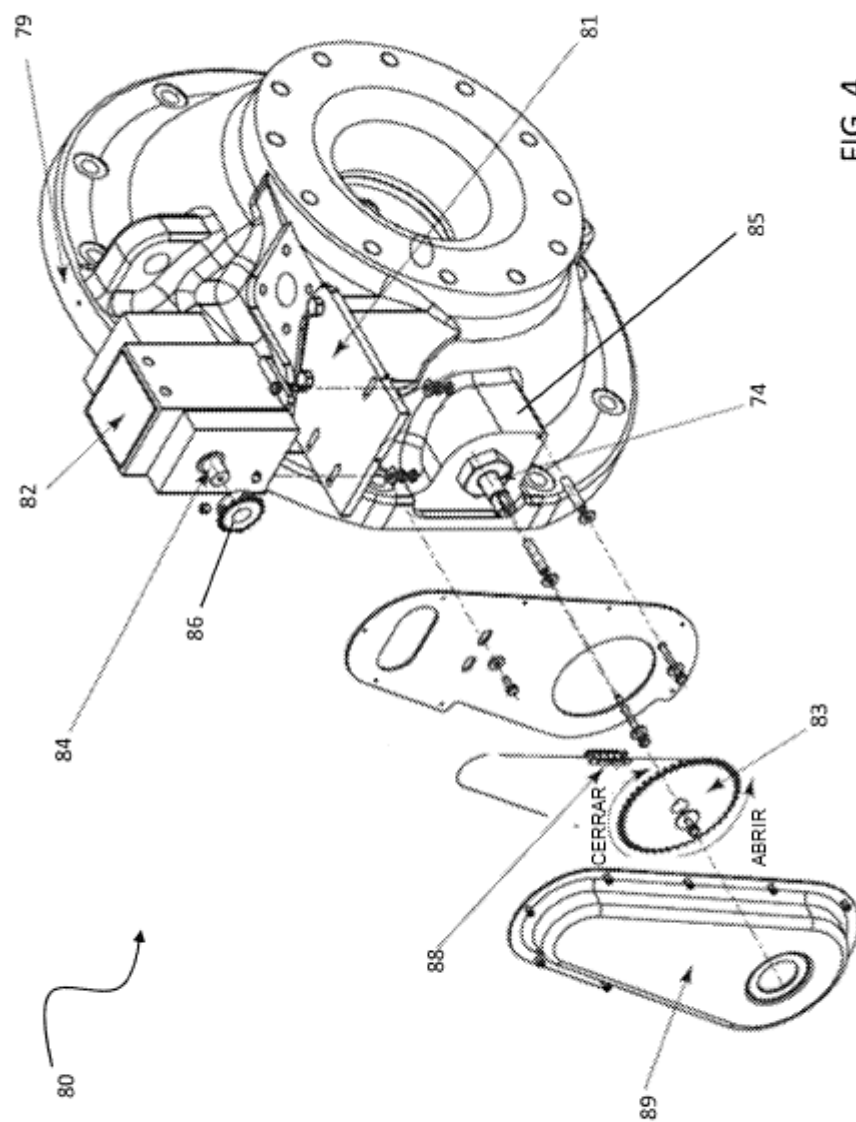


FIG. 4

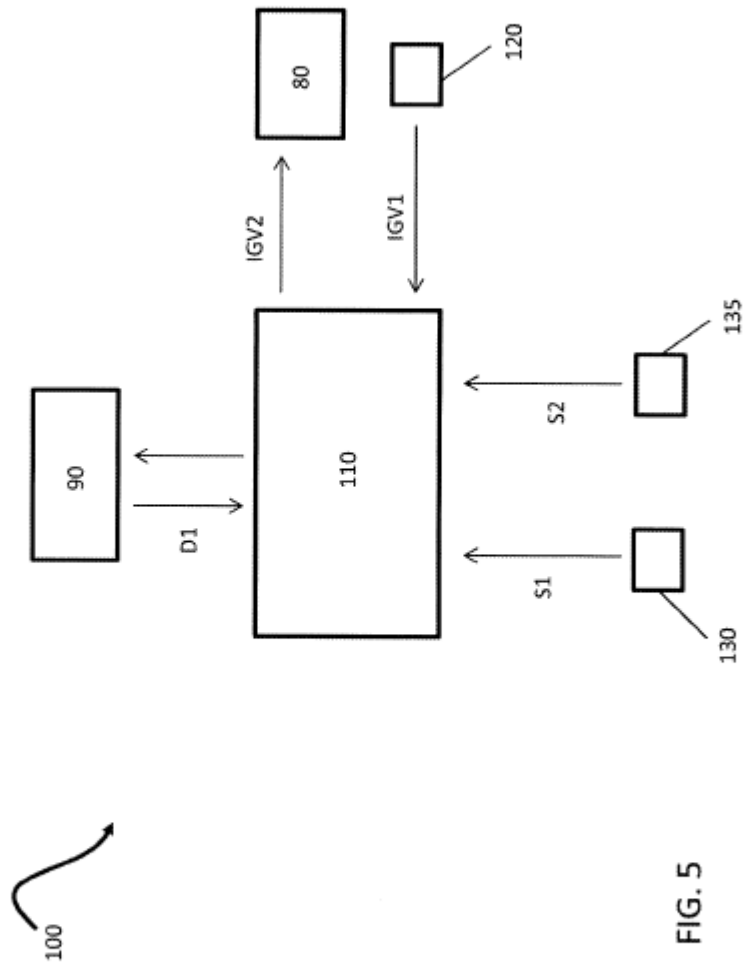


FIG. 5

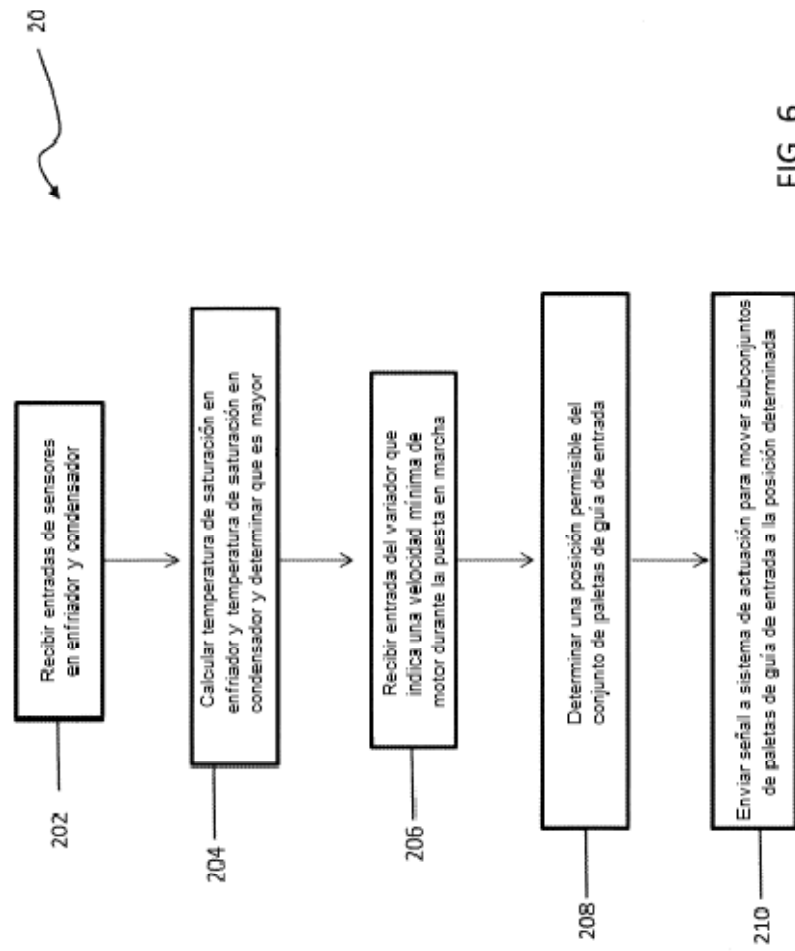


FIG. 6