

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 943**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2009** E 09152022 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** EP 2146161

54 Título: **Compresor de modulación de capacidad y sistema de aire acondicionado que tiene el mismo**

30 Prioridad:

16.07.2008 KR 20080069309

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

04.08.2017

73 Titular/es:

**LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR**

72 Inventor/es:

**NAM, HYUK;
LEE, KANG-WOOK;
HA, SEUNG-HYOUNG y
LEE, GEUN-HYOUNG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 628 943 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

Compresor de modulación de capacidad y sistema de aire acondicionado que tiene el mismo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a un sistema de aire acondicionado. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema de aire acondicionado de múltiples tipos provisto con una pluralidad de unidades interiores, capaz de controlar la carga de compresión en una unidad exterior en respuesta a la capacidad de enfriamiento requerida de cada unidad interior. Aún en detalle adicional, la presente invención se refiere a un sistema de aire acondicionado capaz de controlar la carga de compresión en un fluido de trabajo (por ejemplo, refrigerante, aceite refrigerante, etc.) utilizando un mecanismo de compresión, no un controlador de inversor de alto coste, que consta de una pluralidad de compresores de modulación de capacidad.

Antecedentes de la invención

15 En general, un motor de inducción monofásico incluye un estator enrollado alrededor con una bobina principal y una subbobina que están separadas físicamente 90° una de otra, y se aplica directamente una energía de alimentación a la bobina principal, aunque indirectamente (es decir, a través de un condensador y un conmutador) a la subbobina. Esto es debido a que el motor de inducción monofásico no arrancaría incluso si se aplica un voltaje a la bobina principal. Por lo tanto, se necesita un dispositivo de arranque tal como la subbobina para crear un sistema de rotor en el estator, arrancando o accionando por ello el rotor.

Hay muchos tipos de dispositivos de arranque, por ejemplo, tipo de arranque de fase dividida, tipo de arranque de bobina fantasma, tipo de arranque por condensador, tipo de arranque de repulsión, etc.

20 Un motor de inducción monofásico de tipo de arranque por condensador se describe como ejemplo de un motor de inducción monofásico, con referencia a la Fig. 1 y a la Fig. 2.

La Fig. 1 ilustra un estator 10 y un rotor 20 en un motor de inducción monofásico convencional, y la Fig. 2 ilustra un circuito simple que tiene una bobina de rotor y una bobina de estator.

25 Cuando una bobina principal 12 es la única bobina enrollada alrededor del estator 10, solamente se produce un campo magnético alterno por el estator 10 y de esta manera el rotor 20 no arranca. No obstante, cuando una subbobina 14 también está enrollada alrededor del estator para producir un campo magnético de rotación por el cual el rotor comienza a funcionar o girar en una cierta dirección. Es decir, el campo magnético de rotación genera un par de arranque.

30 Mientras tanto, un condensador 15 causa un retardo de fase de la corriente que se aplica a la subbobina 14 para generar un par de arranque a través de la interacción con la bobina principal 12. Una vez arrancado, si no está yendo a haber ningún cambio en una carga, el rotor sigue girando incluso si la subbobina no se alimenta con energía. Por lo tanto, una vez que el rotor está arrancado y sigue funcionando a ciertas RPM o más, está bien detener el suministro de energía a la subbobina. No obstante, si la carga es variable, se necesita un par de arranque. En este caso, la subbobina siempre debe ser provista con energía a través del condensador.

35 Por el contrario, un motor de inducción trifásico en el que se crea fácilmente un sistema de rotación incluso enrollando solamente la bobina principal alrededor de un estator, no hay necesidad de enrollar la subbobina antes mencionada alrededor del estator. En otras palabras, no es necesario un dispositivo de arranque separado para el motor de inducción trifásico.

40 No obstante, el motor de inducción monofásico ofrece una ventaja competitiva sobre otros en términos de precio por que no requiere un componente de control de inversor de un motor BLDC (DC sin escobillas) o un motor de reluctancia y puede ponerse en marcha con la ayuda de una fuente de alimentación monofásica común.

Con referencia a la Fig. 1 y a la Fig. 2, se seguirá la descripción de detalle del motor de inducción monofásico general.

45 El estator 10 tiene un espacio interior hueco, una periferia interior de la que está provista con una pluralidad de dientes 11 dispuestos a un intervalo angular predeterminado, cada uno que sobresale hacia dentro en una dirección radial y cada uno que está enrollado con la bobina principal 12 para tener polaridad N o polaridad S a la aplicación de una corriente primaria.

Se proporciona un aislante (no mostrado) entre cada uno de los dientes 11 y la bobina principal 12 para aislar entre el diente y la bobina principal y para facilitar el devanado de la bobina principal.

50 El estator 10 también incluye la subbobina 14 que está enrollada separada físicamente de la bobina principal 12 en un ángulo predeterminado para producir un campo magnético de rotación cuando se aplica una corriente a la misma. Por supuesto, la subbobina se enrolla alrededor de los dientes 11 a través del aislante, y la bobina principal 12 y la subbobina 14 juntas son llamadas bobina de estator o simplemente bobina.

Las bobinas 12 y 14 están conectadas a una fuente de alimentación monofásica, en paralelo entre sí. Además, la subbobina está conectada en serie al condensador 15. Aunque no se muestra, el condensador se puede conectar selectivamente a la fuente de alimentación a través de un conmutador.

5 De manera general, un rotor de jaula de ardilla se usa más en el campo, así el rotor 20 mostrado en las Fig. 1 y 2 representa el rotor de jaula de ardilla.

El rotor 20 se forma apilando una pluralidad de chapas de acero formadas idénticamente, cada chapa de acero que tiene una pluralidad de ranuras 21 formadas a un intervalo angular predeterminado a lo largo de la circunferencia exterior en una posición radial predeterminada del núcleo. Además, el rotor 20 incluye barras conductoras 22 insertadas en las ranuras 21 del núcleo de rotor, y la barra conductora está hecha normalmente de cobre o aluminio.

10 Con el fin de causar un corto eléctrico a través de las barras conductoras, ambos extremos del rotor de jaula de ardilla se conectan por un anillo extremo (no mostrado en las Fig. 1 y 2, denominadas Fig. 11 y 12 más tarde), y el anillo extremo se forma típicamente mediante un proceso de fundición de aluminio. Es decir, la barra conductora 22 y el anillo extremo se integran a través de fundición de aluminio, y el anillo extremo se forma en las partes superior e inferior del núcleo de rotor, respectivamente. Mientras tanto, un taladro axial 24 está formado en el núcleo de rotor
15 20, y un eje (no mostrado) que transfiere un par del rotor a otros componentes se ajusta a presión en el taladro axial de manera que el rotor y el eje puedan rotar en una unidad.

Según cómo funciona el motor de inducción monofásico con la configuración anterior, cuando se aplica energía a la bobina, se produce una corriente inducida en las barras conductoras 22, a través del cual se genera un par de inducción para girar el motor. En este caso, no obstante, ocurre una pérdida en las barras conductoras 22, la pérdida se denomina pérdida de barra conductora. Debido a la pérdida de barra conductora, hay una limitación en el aumento de la eficiencia de un motor con un tamaño fijo. Por lo tanto, los motores de inducción monofásicos no eran adecuados, algunas veces inútiles, para trabajo de alta eficiencia.
20

Además, el rotor 20 se calienta debido a la pérdida de barra conductora, y tal cambio de temperatura del rotor a su vez hace la pérdida incluso más alta. En otras palabras, la pérdida de barra conductora empeora a media que aumenta la temperatura del rotor. Esto sigue siendo otra limitación en la mejora de la eficiencia de un motor a temperatura alta.
25

Mientras tanto, se sabe que el motor de inducción monofásico, por su naturaleza, siempre debería funcionar más lento que una velocidad síncrona prefijada, para ser capaz de producir un par inducido. Esto es debido, teóricamente, a que la cantidad de par del motor de inducción monofásico se queda a cero a la velocidad síncrona, y tiende a aumentar a bajas RPM.
30

En definitiva, surge un problema en el motor de inducción monofásico en relación al control del motor en respuesta a un cambio en la carga del motor dado que la velocidad del eje del motor, es decir, la velocidad del motor, varía con la carga en el motor, es decir, la carga sobre el eje del motor.

35 El documento US2002095950 describe un ejemplo de un aire acondicionado que usa un motor de inducción síncrono usado en un compresor comercial.

Descripción

Problema técnico

40 La presente invención se dirige a un sistema de aire acondicionado; y más particularmente, a un sistema de aire acondicionado provisto con una pluralidad de unidades interiores y una unidad exterior, en la que el sistema de aire acondicionado es capaz de operar selectivamente las unidades interiores y controlar selectivamente una carga de compresión en la unidad exterior dependiendo del modo de operación de cada unidad interior.

Solución técnica

La presente invención proporciona un sistema de aire acondicionado según las reivindicaciones 1 – 17.

45 La presente invención se dirige a un sistema de aire acondicionado; y más particularmente, a un sistema de aire acondicionado provisto con una pluralidad de unidades interiores y una unidad exterior, en la que el sistema de aire acondicionado es capaz de operar selectivamente unidades interiores y controlar selectivamente una carga de compresión en la unidad exterior dependiendo del modo de operación de cada unidad interior.

50 Mediante el uso de al menos un condensador modulado por capacidad que utiliza un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea en lugar de un motor inversor, el sistema de aire acondicionado según la presente invención es capaz de controlar la carga de compresión de un fluido de trabajo en la unidad exterior en respuesta a la carga requerida de una unidad interior en modo de operación.

Además, el sistema de aire acondicionado según la presente invención tiene una ventaja competitiva en términos de ahorro de costes debido a que no requiere un controlador de inversor, de manera que el coste material puede ser reducido sustancialmente, en comparación con el motor inversor.

5 Además, el sistema de aire acondicionado según la presente invención puede mejorar la eficiencia del compresor incluido en la unidad exterior al menos un 10-15% más alta que la eficiencia del compresor accionado por un motor de inducción monofásico, demostrando por ello buenos rendimientos casi equivalentes a un motor inversor.

10 Aunque el motor de inducción monofásico existente tiene una frecuencia de rotación baja en comparación con una frecuencia de energía prefijada y sufre una reducción en la capacidad de enfriamiento debido a una disminución de la frecuencia de rotación en relación con un aumento de temperatura y de carga, el motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea funciona en sincronía con la frecuencia de energía y mantiene un nivel constante de capacidad de enfriamiento debido a que tiene la frecuencia de rotación igual a la frecuencia de energía, con independencia de las variaciones en su temperatura y su carga.

15 Los otros objetivos y ventajas de la invención se entenderán mediante la siguiente descripción y también se apreciarán más claramente mediante las realizaciones de la invención. Además, los objetivos y ventajas de la invención se verán fácilmente que se pueden realizar por los medios y su combinación especificados en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en sección transversal que ilustra un rotor y un estator de un motor de inducción convencional;

20 la Fig. 2 es una vista conceptual que ilustra brevemente un rotor y una bobina de estator de un motor de inducción convencional;

la Fig. 3 es una vista conceptual que ilustra brevemente un rotor y un circuito de bobina de estator incluidos en un motor según la presente invención;

la Fig. 4 es una vista en sección transversal ampliada de una parte sacada del rotor en la Fig. 3;

25 la Fig. 5a hasta la Fig. 5c son vistas en sección transversal que ilustran diferentes ejemplos de un extremo de una barrera de flujo en la Fig. 3;

la Fig. 6 es una vista en perspectiva de despiece de un núcleo de rotor para un motor según la presente invención;

la Fig. 7 es una vista en planta de la capa más superior de una unidad de núcleo de rotor para un motor según una realización de la presente invención;

30 la Fig. 8 es una vista en planta de la capa más inferior de un motor según una realización de la presente invención, o una vista en planta de la capa más superior de una unidad de núcleo de rotor según otra realización de la presente invención;

la Fig. 9 es una vista en planta superior de un rotor para un motor según una realización de la presente invención;

la Fig. 10 es una vista en planta superior de un rotor para un motor según una realización de la presente invención, o una vista en planta inferior de un rotor para un motor según otra realización de la presente invención;

35 la Fig. 11 es una vista en perspectiva que ilustra solamente un anillo extremo superior de un motor según una realización de la presente invención;

la Fig. 12 es una vista en perspectiva que ilustra solamente un anillo extremo inferior o superior para un motor según una realización de la presente invención;

40 la Fig. 13 es un gráfico que ilustra la relación entre el par de arranque (o funcionamiento) y el condensador para un motor según una realización de la presente invención;

la Fig. 14 ilustra un ejemplo de un condensador incluido en un motor según la presente invención;

la Fig. 15 ilustra brevemente un diagrama de circuito de una bobina de estator y un condensador incluido en un motor según la presente invención;

45 la Fig. 16 ilustra gráficamente cómo cambia un flujo de corriente en un condensador de puesta en marcha de la presente invención con respecto al tiempo;

la Fig. 17 es un gráfico que compara el par que produce un motor según la presente invención con un par que produce un motor accionado por un condensador convencional;

la Fig. 18 ilustra un mecanismo de compresión según una primera realización de la presente invención;

la Fig. 19 ilustra un mecanismo de compresión según una segunda realización de la presente invención;

la Fig. 20 es un gráfico que compara un par de arranque producido por un motor incluido en un mecanismo de compresión según la presente invención con un par de arranque producido por un motor de inducción convencional;

la Fig. 21 ilustra un sistema de aire acondicionado según una realización de la presente invención;

5 la Fig. 22 es un gráfico que ilustra la carga de compresión en una unidad exterior que incluye dos compresores de capacidad fija, de velocidad fija en una técnica anterior;

la Fig. 23 es un gráfico que ilustra una carga de compresión en una unidad exterior que incluye un compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención y un compresor de capacidad fija, de velocidad fija;

10 la Fig. 24 es un gráfico que ilustra una carga de compresión en una unidad exterior que incluye dos compresores de modulación de capacidad según una realización de la presente invención; y

la Fig. 25 es un gráfico que ilustra la carga en una unidad exterior que incluye un compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención y un compresor inversor.

15 La Fig. 26 es un diagrama de una realización del sistema de aire acondicionado que tiene un controlador, según la presente invención.

La Fig. 27 es un diagrama de flujo que ilustra el método para controlar el sistema de aire acondicionado según la presente invención.

Descripción de realizaciones específicas

20 En lo sucesivo, las realizaciones preferidas de un motor según la presente invención se expondrán en detalle con referencia a los dibujos anexos de las Fig. 3 hasta 15. En interés de la brevedad y conveniencia de explicación, se explicará un motor de tipo rotor interior provisto con un rotor que gira dentro de un estator, pero un motor de la presente invención no está limitado al motor de tipo rotor interior.

25 Un motor según la presente invención está configurado de la misma forma que un motor de inducción normal en una técnica anterior, en el que un rotor 120 comienza a funcionar mediante un par de inducción. Es decir, el motor adopta la configuración del motor de inducción, como se muestra en la Fig. 3, que incluye un rotor 120 con ranuras 121 y barras conductoras 122, una bobina de estator 112 y 114 (de aquí en adelante denominada 'bobina') para la rotación del motor, y un condensador 115. Por lo tanto, cualesquiera descripciones a continuación no se elaborarán sobre la misma configuración entre dos motores.

30 Mientras tanto, el motor según la presente invención incluye una barrera de flujo 140 dentro de un núcleo de rotor 123 para impedir el movimiento de flujo de modo que se pueda generar un par de reluctancia. Además, el motor según la presente invención incluye imanes permanentes 130 dentro del núcleo de rotor 123 para producir flujo de modo que se pueda generar un par magnético.

35 Por lo tanto, el motor según la presente invención comienza a girar asumiendo la propiedad del motor de inducción, pero en el modo de operación normal opera asumiendo la propiedad del motor síncrono. En otras palabras, una vez que el motor ha arrancado, el rotor 120 gira a una velocidad síncrona prefijada por el par de reluctancia y el par magnético. Por lo tanto, a diferencia de cualesquiera motores síncronos convencionales, el motor según la presente invención no necesita una configuración complicada y cara, tal como un controlador de inversor, para una puesta en marcha.

40 Con referencia a la Fig. 3, lo siguiente explicará ahora en detalle acerca de los principios básicos para el par de reluctancia y el par magnético generado por un motor según la presente invención.

El principio de la generación de par de reluctancia se explicará primero.

Como se muestra en la Fig. 3, la barrera de flujo 140 está formada a lo largo del eje q. Aquí, la barrera de flujo 140 se forma retirando una parte del núcleo de rotor 123, la sustancia magnética. Es decir, se puede llenar aire en la barrera de flujo 140, y se puede llenar un material no magnético, por ejemplo, resina.

45 Cuando se alimenta una corriente a la bobina y se producen polos magnéticos en consecuencia, también se forma flujo magnético en el rotor 130. No obstante, se genera una reluctancia muy alta debido a la barrera de flujo 140 a lo largo del eje q donde está formada la barrera de flujo 140. Por el contrario, se genera una reluctancia muy pequeña a lo largo del eje d donde no está formada la barrera de flujo 140.

50 Por lo tanto, el rotor 130 gira en una dirección para minimizar tal diferencia en las reluctancias en las direcciones del eje q y del eje d, y este momento que hace girar el rotor 130 se llama par de reluctancia. En efecto, una diferencia más grande en las reluctancias genera un mayor par de reluctancia.

Mientras tanto, como se muestra en la Fig. 3, el motor según la presente invención puede incluir además imanes permanentes 130. Supongamos que se alimenta una corriente a la bobina y se forma un polo magnético N. Entonces el imán permanente puede ser magnetizado para ser el polo magnético S. Es decir, en la posición del rotor 120 mostrada en la Fig. 3, la reluctancia en la dirección del eje q llega a ser mucho menor debido a una compensación entre el flujo producido por el estator y el flujo producido por los imanes permanentes. De esta forma, la diferencia en las reluctancias en las direcciones de los ejes q y d puede hacerse aún mayor en comparación con un caso sin imanes permanentes disponibles. Por tanto, se puede generar una mayor cantidad de par de reluctancia, en comparación con el caso sin imanes permanentes disponibles.

Además, el imán permanente 130, por su naturaleza, genera un par magnético a través de la interacción con el estator 110. Es decir, cuando se forma un polo en el estator 110 por la corriente aplicada a la bobina, el polo producido en el estator 110 interactúa con el polo de los imanes permanentes 130 debido a una relación de posición relativa entre los imanes permanentes 130 y el rotor 120 y, por consiguiente, se genera un par magnético.

Como se ha señalado anteriormente, el motor según la presente invención está diseñado para tener una rotación síncrona, después de su puesta en marcha, tanto por par de reluctancia como por par magnético, así muestra un rendimiento de eficiencia muy alta en el modo de operación normal. Esto significa que, bajo las mismas circunstancias, tales como el mismo tamaño de motor y la misma intensidad de corriente, el motor según la presente invención logra un rendimiento de eficiencia muy alta, en comparación con el motor de inducción convencional.

Con referencia a las Fig. 3 hasta 5, se explicará ahora en detalle lo siguiente acerca de la configuración de un rotor incluido en el motor según la presente invención.

El rotor 120 incluye un núcleo de rotor 123 como su componente estructural básico, y una barrera de flujo 140 formada en el rotor, más específicamente en el núcleo de rotor 123.

Entonces, hay un eje q formado en una dirección radial desde el centro del rotor, a lo largo del cual el flujo del flujo que se impide a través de la barrera de flujo 140. Y hay un eje d formado en una dirección radial desde el centro del rotor, a lo largo del cual no se impide el flujo de flujo.

Alternativamente, el rotor puede incluir una pluralidad de barreras de flujo dispuestas en la dirección de la circunferencia del rotor para formar un número par (al menos dos o más) de polos como se representa en la Fig. 3. Como ejemplo, si las barreras de flujo están dispuestas para formar dos polos, el eje q se encuentra en ángulos rectos respecto al eje d, como en la Fig. 3. Si las barreras de flujo están dispuestas para formar cuatro polos, aunque no se muestran, el eje q se encuentra a 45 grados respecto al eje d.

Otra cosa a señalar en la Fig. 3 es que las barreras de flujo 140 se forman preferiblemente que sean simétricas con respecto al eje q. Mediante esta configuración, el par de reluctancia se hace simétrico con el eje q y se puede evitar la aparición de ruidos o vibraciones debidos a la desviación del par de reluctancia.

Además, la barrera de flujo 140 preferiblemente tiene una estructura que tiene al menos dos capas. Como ejemplo, se pueden formar al menos dos capas de barrera de flujo sobre las caras superior e inferior del rotor mostrado en la Fig. 3. Esta estructura permite aumentar el porcentaje de área ocupada por las barreras de flujo 140 en el núcleo de rotor 123 en la dirección del eje q, y por lo tanto eleva la reluctancia en la dirección del eje q.

Por la misma razón, es más deseable disponer las barreras de flujo 140 más distantes de o más próximas a un eje que es ortogonal al eje q. En otras palabras, en lugar de formar las barreras de flujo 140 paralelas al eje d como se muestra en la Fig. 3, es más preferible hacer que las barreras de flujo 140 tengan una configuración convexa hacia arriba o una configuración cóncava hacia abajo con respecto al eje d. Tal configuración de las barreras de flujo 140 puede estar angulada o puede formar una forma de arco.

Además, como se muestra en la Fig. 3, las barreras de flujo 140 situadas más cerca del centro del rotor, o las barreras de flujo 140 formadas en un lado interior, son más largas con el fin de aumentar incluso más la reluctancia en la dirección del eje q.

Mientras tanto, las barras conductoras 122 colocadas dentro de un ángulo (α) entre ambos extremos de la barrera de flujo 140 más exterior y el centro del rotor tienen una anchura menor en la dirección radial que la de otras barras conductoras. Es así porque un hueco entre la barra conductora 122 y la barrera de flujo 140 llegará a ser muy estrecho si aumenta la anchura radial de las barras conductoras 122 proporcionada dentro del ángulo (α). Por tanto, es altamente probable que ocurra un flujo de fuga debido a la saturación de flujo en la dirección del eje d. Es decir, con el fin de asegurar de forma estable un hueco suficiente, se debería reducir la anchura radial de las barras conductoras 122 proporcionadas dentro del ángulo (α).

Con referencia ahora a la Fig. 4 y a la Fig. 5, un extremo de la barrera de flujo 140 está muy próximo a y se enfrenta con la ranura 121. Es decir, un hueco entre el extremo de la barrera de flujo 140 y la ranura 121 se debería minimizar con el fin de evitar que el flujo que se ha formado a lo largo del eje d se fugue a través del hueco tanto como sea posible. Esto es debido a que la fuga de flujo a través del hueco reduce eventualmente la diferencia de reluctancia en las direcciones del eje q y d tanto.

- No obstante, hay ciertas limitaciones para reducir el hueco entre la punta extrema de la barrera de flujo 140 y la ranura 121, o el hueco entre la punta extrema de la barrera de flujo 140 y la barra conductora 122 formada en la ranura 121. Esto es debido a que la parte del hueco podría estallar bajo presión cuando las barras conductoras 122 están formadas en las ranuras 121 mediante fundición de aluminio, solamente para introducir aluminio fundido a las barreras de flujo 140. Por lo tanto, para deshacerse de tales preocupaciones y aún obtener un hueco suficientemente pequeño, la punta extrema de la barrera de flujo 140 debería ser menor en anchura que otras áreas. Ejemplos de esto se muestran en las Fig. 5a hasta 5c. A través de estos ejemplos, uno puede minimizar una distancia entre la barrera de flujo 140 y la ranura 121 que se enfrentan entre sí y minimizar un área que posiblemente puede estallar bajo presión, reduciendo por ello el hueco tanto.
- Mientras tanto, el motor según la presente invención incluye imanes permanentes 130 proporcionados para producir flujo dentro del núcleo de rotor y además un par magnético. Como se representa en la Fig. 3 y en la Fig. 4, los imanes permanentes 130 se pueden insertar en algunas de las barreras de flujo 140. No es necesario decir que los imanes permanentes 130 se pueden insertar en todas las capas de la barrera de flujo 140, o los imanes permanentes 130 pueden no ser insertados en capas particulares de la barrera de flujo 140.
- La barrera de flujo 140 se puede formar continuamente en una dirección longitudinal. Preferiblemente, se deberían proporcionar dos o más imanes permanentes 130 a una barrera de flujo 140 de una forma continua a lo largo de la dirección longitudinal. Esto se hace así porque es muy difícil formar un único imán permanente 130 que se ajuste a la configuración de la barrera de flujo, y porque los imanes permanentes 130 plurales son más ventajosos y más eficaces para minimizar la fuga de flujo producida por ellos solos.
- Por las mismas razones, hay al menos dos imanes permanentes 130 proporcionados en la dirección longitudinal del rotor 120, esto es, en la dirección de la altura del rotor 120.
- Debido a estos requisitos particulares, son elegibles imanes permanentes unitarios de forma sustancialmente uniforme (por ejemplo, en forma de barra) para los imanes permanentes 130 para la presente invención. Además, el uso de imanes permanentes unitarios en forma de barra contribuye a una reducción de costes en la fabricación de imanes permanentes, y la aplicación de un número mínimo de piezas que conduce a un proceso de fabricación más fácil y simplificado.
- Además, la barrera de flujo 140 tiene una parte de asiento específica para definir la ubicación del imán permanente 130. En otras palabras, una parte escalonada 141 como se ilustra en la Fig. 5b y la Fig. 7 está formada en la barrera de flujo 140 para ser usada como una posición de inserción del imán permanente 130. Tal parte de asiento también sirve para impedir que el imán permanente se mueva fuera de su posición.
- Con referencia a las Fig. 6 hasta 12, se explicará ahora en detalle lo siguiente acerca de un método de fabricación de un motor, un rotor para ser más específico, según la presente invención.
- Con referencia en primer lugar a la Fig. 6, una realización del motor según la presente invención incluye un núcleo de rotor 123 compuesto de tres tipos diferentes de núcleos de rotor unitarios 124, 125 y 126. Este motor de tipo particular mostrado en la Fig. 6 es adecuado para un motor de accionamiento de una máquina de trabajo.
- El núcleo de rotor se prepara apilando núcleos de rotor unitarios de preforma, y esos núcleos unitarios pueden adoptar tres configuraciones diferentes.
- Como se ha señalado anteriormente, el núcleo unitario 125 que forma las partes intermedias del núcleo de rotor 123 puede incluir ranuras 121 para alojar barras conductoras, un taladro axial 128 al cual se inserta un eje, y barreras de flujo 140.
- Mientras tanto, el núcleo unitario 126 que forma la parte más inferior del núcleo de rotor 123 puede incluir solamente un taladro axial 128 y ranuras 121, como se representa en la Fig. 6 y la Fig. 8. En otras palabras, el núcleo unitario 126 no tiene ninguna barrera de flujo. De esta forma, aunque se pueden insertar imanes permanentes 130 en algunas de las barreras de flujo 140 para los núcleos unitarios 124 y 125, el núcleo unitario 126 asegura que los imanes permanentes 130 insertados no se salgan de su sitio.
- Con referencia a la Fig. 6 y a la Fig. 7, el núcleo unitario 124 que forma la parte más superior del núcleo de rotor 123 incluye un taladro axial 128, ranuras 121 y barreras de flujo 140. Preferiblemente, el núcleo unitario 124 tiene un número mínimo de barreras de flujo 140 para la inserción de imanes permanentes, tomando en consideración una relación con un anillo extremo (se seguirá una descripción).
- Por lo tanto, incluso después de que el núcleo de rotor 123 se prepare en una estructura apilada como se muestra en la Fig. 6 y un anillo extremo se forme a través de fundición de aluminio, aún es posible insertar imanes permanentes 130 en las barreras de flujo 140. Además, si el motor se puede ensamblar como se muestra en la Fig. 6, los imanes permanentes no se desprenderían debido a la interacción entre el núcleo de rotor interior 123 y los imanes permanentes 130 sin usar necesariamente un mecanismo especial para impedir el desprendimiento de los imanes permanentes 130.

La Fig. 9 y la Fig. 10 muestran, respectivamente, una vista en planta y una vista inferior del núcleo de rotor tratado hasta ahora. En este tipo de núcleo de rotor 123, al menos un anillo extremo anular (en forma de anillo) 151 en una técnica convencional puede estar formado por debajo del núcleo de rotor 123 como se representa en la Fig. 12.

5 Para abreviar, el núcleo de rotor 123 de esta realización está diseñado de una manera para insertar imanes permanentes 130 después de formar el anillo o los anillos extremos 151.

El anillo extremo anular convencional puede cubrir ambas caras superior e inferior del núcleo de rotor 123, excepto para el taladro axial 128. En general, un anillo extremo 151 que tiene un espesor mayor en la dirección de la altura y la dirección de la anchura es eficaz para mantener la pérdida a través del anillo extremo al mínimo. Es decir, similar a la pérdida en las barras conductoras, se puede minimizar la pérdida producida por el anillo extremo 151.

10 No obstante, hay una limitación de altura en el anillo extremo 151 por temor a que el motor se vuelva voluminoso. Por lo tanto, es más seguro hacer el anillo extremo 151 más grueso en la dirección de la anchura con el fin de minimizar la pérdida producida por el anillo extremo 151.

15 Mientras tanto, el núcleo unitario superior 124 mostrado en la Fig. 6 puede ser sustituido con el núcleo unitario inferior 126 mostrado en la Fig. 8. Es decir, el núcleo unitario 126 de la Fig. 8 se puede usar para los núcleos unitarios tanto superior como inferior. En efecto, esta configuración es otra realización posible del motor según la presente invención. Para hacer tal configuración, se apila en primer lugar un núcleo unitario inferior 126 y un núcleo unitario intermedio 125, y luego se insertan imanes permanentes 130 en las barreras de flujo 140. A continuación, se apila un núcleo unitario superior (en este caso particular, éste es idéntico al núcleo unitario inferior). Por último, las barras conductoras y los anillos extremos se forman formados por fundición de aluminio.

20 La Fig. 10 ilustra la vista inferior del núcleo de rotor que tiene tal configuración. Dado que el núcleo de rotor tiene la configuración descrita anteriormente, cualesquiera anillos anulares convencionales 151 como se muestra en la Fig. 9 se pueden proporcionar a las partes superior e inferior del núcleo de rotor.

25 Es decir, el rotor 120 de esta realización se diseña de manera que forme los anillos extremos 151 después de insertar los imanes permanentes 130. Por lo tanto, aunque un motor que tiene el rotor 120 de esta realización puede no ser un motor de tipo de accionamiento directo, aún es posible impedir el desprendimiento de los imanes permanentes 130 con la ayuda de los núcleos unitarios superior e inferior.

30 En cada configuración de un motor según la presente invención, los anillos extremos 151 se proporcionan no para impedir o no para interferir con los imanes permanentes 130, y formar un cortocircuito con las barras conductoras 122 plurales. No es necesario decir que los anillos extremos 151 se deberían proporcionar de manera que no interfieran con las barreras de flujo 140 también.

Es decir, en otra realización del motor tratado anteriormente, ninguna barrera de flujo 140 está formada en las partes superior e inferior del motor de rotor 123. En consecuencia, los anillos extremos 151 no interfieren con las barreras de flujo 140. Por lo tanto, se pueden utilizar anillos extremos que asumen cualquier configuración convencional, y se puede minimizar la pérdida producida por los anillos extremos 151.

35 Como se ha descrito anteriormente, no obstante, una realización del motor está diseñada de manera que forme los anillos extremos 150 después de que se forme un núcleo de rotor. Los imanes permanentes 130 se insertan entonces en las barreras de flujo 140. De esta manera, los anillos extremos 150 no deberían interferir con los imanes permanentes 130. En otras palabras, los anillos extremos 150 están formados de tal forma que hay un espacio reservado para la inserción de los imanes permanentes 130.

40 Además, se prefieren anillos extremos 150 que tienen una anchura radial mayor para mantener la pérdida por los anillos extremos 150 al mínimo. En este caso, por lo tanto, el núcleo unitario superior 124 es provisto con un número mínimo de barreras de flujo 140 para la inserción de imanes permanentes.

45 En este caso, se pueden formar un anillo extremo 150 que tiene una configuración similar a las de las Fig. 9 y 11. En particular, uno puede minimizar la pérdida debida al anillo extremo 150 aumentando la anchura en la dirección del eje d. Dado que también se puede aumentar la anchura en la dirección del eje q, las barreras de flujo 140 están dispuestas para converger hacia el centro del rotor como se representa en la Fig. 9. Mientras tanto, los anillos extremos 150 dispuestos en la dirección del eje d están en paralelo con el eje q.

Además, los anillos extremos formados en la dirección del eje q están preferiblemente en paralelo con las barreras de flujo adyacentes.

50 De esta manera, los anillos extremos 150 de esta realización forman una forma anular que presenta anchuras radiales variables a lo largo de la dirección de la circunferencia del núcleo de rotor 123. También, la anchura en la dirección del eje q es mayor que la anchura en la dirección del eje d.

Con referencia a las Fig. 13 hasta 15, lo siguiente explicará ahora en detalle acerca de la operación de un motor según la presente invención.

Básicamente, el motor según la presente invención se puede aplicar a motores de ventilador de carga variable, compresores, electrodomésticos, etc. No obstante, en aras de la brevedad y conveniencia, la descripción en lo sucesivo se centrará en la aplicación del motor en un compresor rotativo.

5 En general, un motor de inducción monofásico se usa a menudo para compresores rotativos. Debido a la naturaleza del motor de inducción monofásico como se ha señalado anteriormente, tal compresor rotativo tiene la desventaja de una baja eficiencia. A la luz de esto, el motor según la presente invención se puede usar ventajosamente para lograr una eficiencia muy alta de compresores rotativos o similares.

Mientras tanto, recientemente se ha usado ampliamente un compresor rotativo de modulación de capacidad que opera a una capacidad variable.

10 Como ejemplo, hay compresores con una capacidad variable que depende de la cantidad de refrigerante comprimido en un cilindro. También hay otros compresores con una capacidad variable comprimiendo selectivamente el refrigerante en una pluralidad de cilindros, como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente Coreana N° 10-2006-0120387.

15 En este último caso, el compresor es provisto con cilindros plurales, y ocurre una compresión del refrigerante en los cilindros. Impulsados por un motor, los refrigerantes se comprimen en algunos cilindros, mientras que los refrigerantes en otros cilindros se comprimen selectivamente dependiendo de la carga en el compresor.

Tener una capacidad variable para el compresor indica un cambio en la carga del motor para la compresión del refrigerante. Por lo tanto, mediante el uso del motor según la presente invención, no el motor de inducción convencional, un compresor de modulación de capacidad puede mostrar un rendimiento de muy alta eficiencia.

20 Esto es posible porque el motor según la presente invención funciona siempre a una velocidad síncrona en operación normal, así como bajo carga variable, haciendo por ello mejoras sustanciales en la eficiencia del motor en operación normal. Además, incluso si la temperatura del motor puede aumentar, dado que el motor funciona mediante un par de reluctancia y un par magnético, se puede minimizar la pérdida en relación con el aumento de temperatura.

25 La Fig. 13 es un gráfico que ilustra la relación entre el par de arranque y el condensador.

Como se puede ver a partir del gráfico, el par de arranque aumenta en proporción al condensador. Para hacer arrancar a un motor, el par de arranque debería tener un cierto valor o superior. Es decir, el par de arranque debería ser lo suficientemente alto para superar una carga inicial del motor. En otras palabras, si el motor tiene una carga inicial alta, la magnitud de un par de arranque para una puesta en marcha del motor tiene que ser incluso mayor que aquélla.

30 Mientras tanto, un circuito de bobina que incluye solamente un condensador se muestra en la Fig. 3. En este caso, el condensador debería tener un valor que sea lo suficientemente alto para satisfacer una variación en la carga en el motor y para arrancar el motor bajo tal carga variable. No obstante, si se usa un condensador de valor grande a pesar de una pequeña carga en el motor, ocurre una pérdida en el motor en cierta medida. Por lo tanto, el valor del condensador debería variar según una variación en la carga del motor.

En detalle, una bobina incluye un cableado principal conectado a una fuente de alimentación monofásica y un cableado auxiliar conectado a una fuente de alimentación monofásica, en paralelo al cableado principal. Y dos condensadores paralelos están conectados en serie al cableado auxiliar. En otras palabras, un circuito en la Fig. 15 está configurado para sustituir el condensador en la Fig. 3.

40 Aquí, cuando se enciende un conmutador 3, una suma de los dos valores de condensadores conectados en paralelo entre sí representa el valor de un condensador. De esta manera, cuando el conmutador 3 está encendido, se obtiene un valor grande del condensador, y el par de arranque aumenta incluso más. Por el contrario, cuando el conmutador 3 está apagado, solamente se produce un valor de condensador, y el par de arranque es relativamente pequeño.

45 Mientras tanto, durante una puesta en marcha inicial de un motor, en otras palabras, durante una puesta en marcha inicial de un compresor, uno puede fijar la capacidad del compresor. Es decir, el compresor se puede fijar para funcionar en alta capacidad o en baja capacidad.

50 Además, es preferible hacer arrancar el motor rápidamente y entrar en el modo de operación normal. Por lo tanto, con el fin de hacer la puesta en marcha inicial más rápida y obtener una puesta en marcha buena y estable, el conmutador debería estar siempre en la posición "ENCENDIDO" durante la puesta en marcha inicial del motor. Es decir, el conmutador debería permanecer activado todo el tiempo en la operación de puesta en marcha, independiente de una capacidad de prefijada.

La Fig. 14 ilustra un ejemplo de un condensador incluido en un motor según una realización de la presente invención, la Fig. 15 ilustra brevemente un diagrama de circuito de una bobina de estator y un condensador incluido en un motor según la presente invención, la Fig. 16 ilustra gráficamente cómo un flujo de corriente en un

condensador de puesta en marcha de la presente invención cambia con respecto al tiempo, y la Fig. 17 es un gráfico que compara el par que produce un motor según la presente invención con el par que produce un motor accionado por un condensador convencional. Durante la fase de puesta en marcha, un motor LSPRM como el motor según la presente invención produce un par de frenado por imanes permanentes en la dirección opuesta de un par de inducción. Como resultado, el par de inducción puede llegar a ser menor que un par de carga real de manera que se deteriora el rendimiento de puesta en marcha, en comparación con un motor de inducción monofásico convencional. Para resolver esto, durante la fase de puesta en marcha, se debería aumentar la capacidad de un condensador que está conectado en serie a una bobina de estator. No obstante, una vez que un motor entra en el modo de operación normal después de la fase de puesta en marcha, el motor funciona a una velocidad síncrona prefijada y de esta manera, se reduce la carga en el motor. Por lo tanto, si se usa un condensador con alta capacidad incluso en el modo de operación normal, ocurre, naturalmente, una pérdida de potencia. Una forma preferible de evitar tal problema es usando un condensador de alta capacidad para la operación de puesta en marcha de un motor, mientras que se usa un condensador de baja capacidad para la operación normal.

Con referencia a la Fig. 14, una unidad de condensador integrado 115 para el motor de la presente invención incluye un condensador CR para usar en el modo de operación normal ('condensador de operación normal') y un condensador CS para usar en el modo de puesta en marcha ('condensador de puesta en marcha'), los cuales están instalados en una carcasa 210. Un terminal 220 del condensador de operación normal CR, un terminal 230 del condensador de puesta en marcha CS, y un terminal de fuente de alimentación 240 están colocados en un lado de la carcasa 210. Un resistor de descarga 232 está unido al terminal 230 del condensador de puesta en marcha CS y disipa la electricidad que ha sido almacenada en el condensador de puesta en marcha CS cuando el condensador CS no está en uso.

Con referencia a la Fig. 15, un conmutador eléctrico está conectado en serie al condensador de puesta en marcha CS. Cuando el motor sale de la fase de puesta en marcha y entra en la fase de operación normal en la que el motor funciona síncronamente mediante un par magnético que se produce debido al imán permanente y un par de reluctancia que se produce debido a la presencia de barreras de flujo, el conmutador eléctrico corta el flujo de corriente al condensador de puesta en marcha CS. Aunque el conmutador eléctrico se puede encender/apagar mediante un controlador (no mostrado) que está a cargo del control sobre la operación del motor, un dispositivo PTC (Coeficiente Positivo de Temperatura) es otra opción conveniente porque puede cortar activamente el flujo de corriente al condensador de puesta en marcha CS sin tener que recibir un comando desde el controlador (no mostrado).

La Fig. 16 muestra gráficamente como un flujo de corriente en el condensador de puesta en marcha CS cambia con respecto al tiempo, dado que el condensador de puesta en marcha CS se ha conectado en serie al dispositivo PCT. Como se puede ver a partir del gráfico, después de cierto periodo de tiempo el flujo de corriente en el condensador de puesta en marcha CS converge casi a cero. Es decir, ningún flujo de corriente al condensador de puesta en marcha CS después de cierto periodo de tiempo, y solamente flujos de corriente al condensador de operación normal CR de manera que llega a ser menor la capacidad total de los condensadores. Por tanto, uno puede controlar la capacidad del condensador o los condensadores adecuadamente para el motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea al cual se aplica una carga menor durante el modo de operación normal que en el modo de puesta en marcha.

Con referencia a la Fig. 17, la suma de la capacidad del condensador de operación normal CR y la capacidad del condensador de puesta en marcha CS debería ser lo suficientemente grande para que el par de inducción del motor sea mayor que al menos el par de carga. El par del motor durante el arranque aumenta en proporción a la capacidad del condensador o de los condensadores. Según el gráfico en la Fig. 17, en lugar de tanto el condensador de operación normal CR como el condensador de puesta en marcha CS juntos, si el condensador de operación normal CR se usa solo para arrancar un motor, el motor puede generar solamente un par de inducción menor que la carga. Este es el por qué en el motor de la presente invención el condensador de puesta en marcha de CS está conectado en paralelo con el condensador de operación normal CR. Haciéndolo así, la capacidad de los condensadores aumenta y se induce un par de arranque mayor. Cuando la velocidad del motor alcanza la velocidad síncrona, el motor se acciona por un par magnético producido debido al imán permanente y por un par de reluctancia producido debido a la presencia de barreras de flujo. Como se muestra en la Fig. 17, el par máximo producido por el motor según la presente invención es equivalente al par máximo producido por cualquiera de los motores de inducción convencionales.

La Fig. 18 ilustra un compresor según la primera realización de la presente invención. En particular, se ilustra como un ejemplo un compresor rotativo de modulación de capacidad, cuyo compresor incluye una carcasa 100 que define un espacio hermético S; un motor usado como una unidad de accionamiento que está fijado dentro de la carcasa 100 e incluye un estator y un rotor (que se describirá); una pluralidad de unidades de compresor, incluyendo una primera unidad de compresor 30, una segunda unidad de compresor y una tercera unidad de compresor 50, instaladas dentro de la carcasa 100 y conectadas al motor para comprimir un refrigerante; un acumulador A en el que un fluido de trabajo que ha pasado a través de un evaporador del ciclo de enfriamiento se separa en componentes de líquido y de vapor; tuberías de succión 30s, 40s y 50s, a través de las cuales se succiona el fluido de trabajo a las unidades de compresor 30, 40 y 50, respectivamente, desde el acumulador A; y válvulas de succión 40v y 50v montadas en las tuberías de succión 40s y 50s, para abrir/cerrar las tuberías de succión 40s y 50s para

regular el flujo de succión del fluido de trabajo en las unidades de compresor 40 y 50. El motor incluye un estator 110 fijado dentro de la carcasa 100, para recibir energía eléctrica desde fuera; un rotor 120 dispuesto dentro del estator con un hueco predeterminado entre los mismos para girar acopladamente con el estator 110; y un eje 23 formado íntegramente con el rotor 120, para transferir una fuerza de accionamiento a las unidades de compresor 30, 40 y 50.

5 Para ver cómo funciona el compresor de modulación de capacidad, cuando se aplica energía al estator 110 incluido en el motor y el rotor 120 empieza a girar, el eje 23 también gira acopladamente con el rotor 120 y transfiere el par del motor de la primera hasta la tercera unidades de compresor 30, 40 y 50, de manera que el compresor produce o bien una capacidad de enfriamiento grande mientras que opera en un modo de energía alto, o bien una capacidad de enfriamiento pequeña mientras que opera en un modo de ahorro de energía, bajo regulaciones adecuadas de las
10 válvulas de succión 40v y 50v cumpliendo con una capacidad requerida por un sistema de aire acondicionado.

Lo siguiente explicará ahora el método de operación de un compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención. El compresor de modulación de capacidad de la presente invención incluye una pluralidad de unidades de compresor 30, 40 y 50, y un motor que funciona como una unidad de accionamiento
15 electromotriz para accionar las unidades de compresor 30, 40 y 50. Como se ha señalado anteriormente, un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea se utiliza como la unidad de accionamiento electromotriz 20. En otras palabras, durante la puesta en marcha de tal compresor de modulación de capacidad, el motor comienza a funcionar por un par de inducción que se produce por las barras conductoras 122 del rotor 120, pero, en la operación normal, se acciona por un par de reluctancia producido debido a la presencia de barreras de flujo 140 y un par magnético producido debido a los imanes permanentes 130 y opera en una velocidad síncrona en
20 sincronismo con una frecuencia de energía dada. De esta manera, llega a ser posible disminuir la pérdida de energía que ocurre en las barras conductoras 122 del rotor 120. Mientras tanto, durante la operación de puesta en marcha, el par magnético que se produce debido a la presencia de los imanes permanentes 130 funciona en la dirección opuesta al par de inducción que se produce debido a la presencia de las barras conductoras 122, funcionando como un par de frenado o una carga.

A diferencia de un motor de inducción monofásico que es un tipo de motor asíncrono, el motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea es un tipo de motor síncrono, así un par de inducción igual a o solamente ligeramente mayor que un par de carga es suficiente para hacer al motor funcionar a una velocidad cercana a la velocidad síncrona prefijada. Incluso si el controlador (no mostrado) pudiera haber arrancado el compresor de modulación de capacidad según la presente invención bajo una carga baja y de esta manera solamente se produjo
30 un par de inducción relativamente bajo en las barras conductoras 122 del rotor 120, la capacidad del compresor de modulación de la presente invención puede mostrar aún una eficiencia energética mejorada debido a que ya está asegurado un par de inducción no menor que un par de carga.

Aquí, el controlador (no mostrado) hace que el compresor de modulación de capacidad comience a girar bajo condiciones de menor carga que la condición de carga máxima. En este caso del compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención como se representa en la Fig. 18, si el compresor está
35 arrancado, bajo el control del controlador (no mostrado) con todas las válvulas de succión 40v y 50v estando cerradas, un fluido de trabajo se comprime solamente en la primera unidad de compresor 30 de manera que se aplique al motor una carga mínima. Por otro lado, si está arrancado el compresor de modulación de capacidad solamente con una de las válvulas de succión 40v y 50v estando cerradas, un fluido de trabajo se comprime en la
40 primera unidad de compresor 30 y en una de la segunda y la tercera unidades de compresor 40 y 50, así se aplica al motor una carga aún menor que una carga máxima.

Aunque la primera, segunda y tercera unidades de compresor 30, 40 y 50 pueden tener la misma cantidad de capacidad de compresión, es decir, colocar la misma carga sobre la unidad de accionamiento electromotriz 20, si
45 tienen diferentes capacidades, las capacidades de compresión de las unidades de compresor 30, 40 y 50 pueden estar en combinaciones más diversas. Por lo tanto, es mejor dejarlas tener diferentes capacidades.

La Fig. 19 ilustra un compresor según una segunda realización de la presente invención. El compresor de esta realización incluye: una carcasa 100 donde se aloja una pluralidad de tuberías de succión de gas SP1 y SP2 y una tubería de descarga de gas DP, comunicando entre sí; un motor 20 instalado en el lado superior de la carcasa 100, para generar un par; un primera y segunda unidad de compresor 30 y 40 instaladas en el lado inferior de la carcasa
50 100, para comprimir un refrigerante con el par generado por el motor; y una unidad de control de paleta 50 conectada a la sección intermedia entre la pluralidad de tuberías de succión SP1 y SP2 y la tubería de descarga DP, para conmutar una cara trasera de una segunda paleta 44 (que se describirá) de una atmósfera de alta presión a una atmósfera de baja presión, para soportar la segunda paleta 44 así como suministrar una presión alta a una cara lateral de la segunda paleta, para controlar selectivamente la segunda paleta 44 en base a una diferencia entre la
55 presión aplicada a la cara trasera de la segunda paleta 44 y la presión aplicada a la cara lateral de la segunda paleta 44.

El motor 20 incluye un estator 21 y un rotor 22, y su estructura detallada se puede hacer referencia de nuevo a las discusiones conjuntamente con la Fig. 3 hasta la Fig. 17.

5 La primera unidad de compresor 30 está constituida por un primer cilindro anular 31 instalado dentro de la carcasa 10; una placa de soporte superior (de aquí en adelante, un soporte superior) 32 y una placa de soporte intermedia (de aquí en adelante, un soporte intermedio) 33 para cubrir tanto el lado superior como el inferior del primer cilindro 31 para formar un primer espacio de compresión V1 juntos y para soportar el eje 23 en una dirección radial; un primer pistón rodante 34 conectado rotativamente a un parte excéntrica del lado superior del eje 23, para comprimir un refrigerante mientras que rueda en el primer espacio de compresión V1 del primer cilindro 31; una primera paleta 35 conectada de manera móvil al primer cilindro 31 en una dirección radial para estar en contacto con una superficie periférica exterior del primer pistón rodante 34, para dividir el primer espacio de compresión V1 del primer cilindro 31 en una primera cámara de succión y una primera cámara de compresión; un primer muelle de paleta 36 que tiene la forma de un muelle de compresión para soportar de manera resiliente el lado trasero de la primera paleta 35; una primera válvula de descarga 37 conectada de manera que se puede abrir a un extremo de un primer puerto de descarga 32a, para regular la descarga de vapor refrigerante que sale de la primera cámara de compresión en el primer espacio de compresión V1; y un primer silenciador 38 provisto con un volumen espacial interior predeterminado para recibir la primera válvula de descarga 37 y conectado al soporte superior 32.

15 La segunda unidad de compresión 40 está constituida por un segundo cilindro anular 41 instalado por debajo del primer cilindro 31 alojado en la carcasa 10; un soporte intermedio 33 y un soporte inferior 42 para cubrir tanto el lado inferior como el superior del segundo cilindro 41 para formar un segundo espacio de compresión V2 juntos y para soportar el eje 23 en ambas direcciones radial y axial; un segundo pistón rodante 43 conectado rotativamente a una parte excéntrica del lado inferior del eje 23, para comprimir un refrigerante mientras que rueda en el segundo espacio de compresión V2 del segundo cilindro 31; una segunda paleta 44 conectada de manera móvil al segundo cilindro 41 en una dirección radial para estar en contacto con o separada de una superficie periférica exterior del segundo pistón rodante 43, para dividir el segundo espacio de compresión V2 del segundo cilindro 41 en una segunda cámara de succión y una segunda cámara de compresión siendo ambas capaces de comunicarse entre sí; una segunda válvula de descarga 45 conectada de manera que se puede abrir a un extremo de un segundo puerto de descarga 42a que está formado cerca del centro del soporte inferior 42, para regular la descarga de vapor refrigerante que sale de la segunda cámara de compresión; y un segundo silenciador 46 provisto con un volumen espacial interior predeterminado para recibir la segunda válvula de descarga 45 y conectado al soporte inferior 42.

30 El segundo cilindro 41 incluye una segunda hendidura de paleta 41a que está formada en una parte sobre la superficie periférica interior definiendo el segundo espacio de compresión V2, para permitir que la segunda paleta 44 oscile en una dirección radial junto con él; un segundo puerto de succión 41b que se extiende en una dirección de radiación, que está formado en un lado de la segunda hendidura de paleta 41a, para guiar a un refrigerante al segundo espacio de compresión V2; y un segundo surco de guía de descarga 41c que se extiende en una dirección axial en un ángulo inclinado, que está formado en el otro lado de la segunda hendidura de paleta 41a en dirección axial, para descargar un refrigerante en la carcasa 10. Además, un espacio de presión trasero 41d que tiene un volumen espacial interior predeterminado está formado en el lado radial trasero de la segunda hendidura de paleta 41a, para crear una atmósfera de presión de succión o de descarga detrás de la segunda paleta 44 a través de la comunicación con una tubería de conexión de presión trasera 53 de la unidad de control de paleta 50. Además, un paso de presión lateral 41e está formado en una dirección ortogonal a la dirección de movimiento de la segunda paleta 44, o en un ángulo escalonado predeterminado, para controlar la segunda paleta 44 con una presión de descarga permitiendo a la segunda hendidura de paleta 41a comunicar con el interior de la carcasa 10.

Se da al espacio de presión trasero 41d un volumen espacial interior predeterminado que, aunque la segunda paleta 44 pueda haberse retraído completamente e insertado en la segunda hendidura de paleta 41a a través de la tubería de conexión común 53 (se detallará) de la unidad de control de paleta 50, la cara trasera de la segunda paleta 44 forme un lado de presión para una presión de entrada que se transfiere a través de la tubería de conexión común 53.

45 El paso de presión lateral 41e está formado en el lado del surco de guía de descarga 41c del segundo cilindro 41 con respecto a la segunda paleta 44. Preferiblemente, una pluralidad de pasos de presión lateral (en ambos extremos, superior e inferior, como se muestran en el dibujo) están formados en la dirección de la altura de la segunda paleta 44. Además, el área total de sección transversal del paso de presión lateral 41e debería ser menor o igual que el área de un lado de presión que aplica presión a la cara trasera de la segunda paleta 44 a través del espacio de presión trasero 41d, de manera que la segunda paleta 44 puede no ser extremadamente controlada. Si es necesario, el segundo cilindro 41 se puede diseñar para ocupar el mismo volumen con o un volumen diferente del primer cilindro 31 en el primer espacio de compresión V1. En el primer caso en el que los dos cilindros 31 y 41 tienen el mismo volumen entre sí, la capacidad del compresor se puede reducir a la mitad (50%) porque solamente uno de los cilindros funcionará si el otro cilindro funciona en el modo de ahorro de energía. En el último caso donde los dos cilindros 31 y 41 tienen diferentes volúmenes, la capacidad del compresor varía tanto como la relación de volumen del otro cilindro en el modo de operación normal.

60 La unidad de control de paleta 50 comprende una tubería de conexión lateral de baja presión 51 comunicando con el lado de succión del segundo cilindro 41; una tubería de conexión lateral de alta presión 52 comunicando con el lado de descarga del segundo cilindro, o con el espacio interior de la carcasa 10 para ser más precisos; una tubería de conexión común 53 conectada alternativamente tanto a la tubería de conexión lateral de baja presión 51 como a la tubería de conexión lateral de alta presión 52, para comunicar con el espacio de presión trasero 41d del segundo cilindro 41; una válvula de tres vías 54 que funciona como una válvula de conmutación de presión trasera, que está

5 instalada en la unión de la tubería de conexión lateral de baja presión 51, la tubería de conexión lateral de alta presión 52, y la tubería de conexión común 53 para conectar de manera alterna la tubería de conexión común 53 a las otras dos tuberías de conexión 51 y 52; y una unidad de suministro de presión lateral proporcionada al segundo cilindro 41, para suministrar una presión de descarga a la cara lateral de la segunda paleta 44 de modo que la segunda paleta 44 está adherida estrechamente a la segunda hendidura de paleta 41a del segundo cilindro 41.

La tubería de conexión lateral de baja presión 51 está conectada entre el lado de succión del segundo cilindro 41 y una tubería de succión de gas en el lado de entrada del acumulador 5/una tubería de succión de gas (la segunda tubería de succión de gas) SP2 en el lado de salida del acumulador 5.

10 La tubería de conexión lateral de alta presión 52 se puede diseñar para comunicar con la parte inferior de la carcasa 10, de manera que se introduce aceite (fluido) directamente en el espacio de presión trasero 41d de la carcasa 10, pero se puede ramificar en el centro de la tubería de descarga de gas DP. Como el espacio de presión trasero 41d está sellado en este caso, el aceite no se podría suministrar entre la segunda paleta 44 y la segunda paleta 44 y la segunda hendidura de paleta 41a, así es probable que ocurra una pérdida por fricción. Para superar la pérdida por fricción, por lo tanto, un agujero de alimentación de aceite (no mostrado) se puede formar en el soporte inferior 42 para permitir que se alimente aceite cuando oscila la segunda paleta 44.

15 Como se ha descrito anteriormente, para la unidad de suministro de presión lateral, hay al menos un paso de presión lateral 41e (por ejemplo, dos pasos en ambos lados superior e inferior como en el dibujo) formado en el segundo cilindro 41, para facilitar la transferencia de presión descargada de la carcasa 10 en la dirección del espesor de la segunda paleta 22. No obstante, es más deseable formar los pasos de presión lateral en la lado del surco de guía de descarga 41c con respecto a la segunda paleta 44 y hacer que todos los pasos tengan un área de sección transversal uniforme en la dirección de la altura de la paleta.

20 Aunque un compresor de modulación de capacidad se ha explicado principalmente como ejemplo de compresor rotatorio, uno debería señalar que los compresores de tipo sellado o los compresores de espirales también pueden emplear un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea como su unidad de transmisión de energía.

Los siguiente explicará ahora acerca de una operación de puesta en marcha para el compresor según la primera o segunda realización de la presente invención como se ilustra en la Fig. 18 o la Fig. 19. La Fig. 20 es un gráfico que compara un par de arranque producido por un motor incluido en un mecanismo de compresión según la presente invención con un par de arranque producido por un motor de inducción convencional.

30 Como es evidente en el gráfico de la Fig. 20, el par de arranque de una unidad de accionamiento electromotriz es considerablemente menor que el par de arranque de un motor de inducción convencional. No obstante, cuando se refiere a un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea, solamente se requiere para generar un par de inducción mayor que un par de carga, suponiendo que el motor está operando a una velocidad síncrona prefijada o menor. Aquí, la carga que se aplica a la unidad de accionamiento electromotriz cuando la unidad de compresor de un compresor de modulación de capacidad comprime un fluido de trabajo varía dependiendo de la capacidad de compresión de la unidad de compresor de interés. Es decir, si una unidad de compresor comprime un fluido de trabajo (por ejemplo, refrigerante, aceite refrigerante, etc.) con una capacidad menor, una carga menor se coloca en la unidad de accionamiento electromotriz. Como en el gráfico, una carga (Carga 1) asignada a la unidad de accionamiento electromotriz cuando una unidad de compresor que tiene la capacidad máxima (100%) comprime un fluido de trabajo es menor que una carga (Carga 2) asignada cuando una unidad de compresor que tiene una capacidad menor que el valor máximo (<100%) comprime un fluido de trabajo (<100%). También, como se ha mencionado anteriormente, no siempre es deseable un par de arranque grande de una unidad de accionamiento electromotriz incluida en el compresor de modulación de capacidad de la presente invención, porque el par de arranque de la unidad de accionamiento electromotriz solamente se requiere que tenga un valor ligeramente mayor que el par de carga. Por lo tanto, la eficiencia energética de un compresor se puede mejorar marcadamente manteniendo el par de carga al mínimo y manteniendo el par de arranque en un valor solamente ligeramente mayor que el par de carga mínimo.

35 Bajo tal configuración, el mecanismo de compresión de la presente invención se puede accionar en el modo de ahorro de energía donde solamente algunas de las unidades de compresor 30, 40 y 50 (se hace referencia a las Fig. 18 y 19) para el mecanismo de compresión están implicadas en la compresión de un fluido de trabajo requerido para una puesta en marcha. Como resultado, se pone una menor carga en el motor del compresor, de modo que la operación de puesta en marcha se puede realizar fácilmente incluso mediante un par de arranque relativamente bajo.

55 Como la carga asignada a la unidad de accionamiento electromotriz se puede reducir regulando la capacidad de compresión de una unidad de compresor, uno puede mejorar las propiedades de puesta en marcha de un compresor accionado por un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea que funciona como la unidad de accionamiento electromotriz funcionando no solamente en energía monofásica, sino también en energía bifásica y trifásica.

La Fig. 21 ilustra un sistema de aire acondicionado según una realización de la presente invención. En particular, el sistema de aire acondicionado de la presente invención se puede usar ventajosamente en un espacio amplio o bien en áreas demasiado frías o bien demasiado calientes donde son muy apreciadas operaciones rápidas para proporcionar un clima interior agradable con un intervalo de temperatura adecuado, conectando una pluralidad de unidades de interior 201, 202 y 203 a una unidad exterior 1000 que incluye los compresores 101 y 102 y un condensador 300. Para que el sistema de aire acondicionado opere en modo de calentamiento y enfriamiento combinado, la unidad exterior 1000 se debería equipar con una válvula de cuatro vías 400 para controlar la dirección del flujo de fluido.

La pluralidad de unidades interiores 200 se operan selectivamente en respuesta a la manipulación del usuario. De esta manera, la capacidad de los compresores que se requiere realmente de la unidad interior 200 varía dependiendo de cada caso. Si la unidad exterior 1000 se provee solamente con un compresor de velocidad constante diseñado para tener una capacidad máxima, el gasto de energía seguirá siendo un problema porque el compresor tiene capacidad en exceso en caso de que la unidad interior 200 se maneje a una capacidad menor que el máximo. Mientras tanto, si la unidad exterior 100 se equipa con un compresor de modulación de capacidad accionado por un motor inversor, uno puede modular la capacidad de compresión para cumplir con el requisito de capacidad de enfriamiento de la unidad interior 200, pero el uso de tal componente caro como el controlador de inversor solamente baja la competitividad del precio. Además, debido a que el controlador en sí mismo consume electricidad, la eficiencia energética del sistema también sufrirá una pérdida en cierto grado.

Para resolver estos problemas, el sistema de aire acondicionado según la presente invención se provee con una unidad interior 200 que incluye una pluralidad de compresores conectados entre sí en serie y/o en paralelo. Al menos uno de la pluralidad de compresores es un compresor de modulación de capacidad similar al descrito con referencia a la Fig. 18 o la Fig. 19, y se emplea un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea como unidad de accionamiento electromotriz para el compresor de modulación de capacidad.

De esta manera, una realización del sistema de aire acondicionado de la presente invención incluye una pluralidad de unidades interiores 200 acomodadas en un amplio espacio juntas o en una pluralidad de espacios definidos separadamente. Operando selectivamente las unidades interiores 201, 202 y 203, las operaciones de enfriamiento y calentamiento se pueden hacer solamente en espacios predeterminados o seleccionados.

Las unidades interiores 201, 202 y 203 están conectadas entre sí en paralelo, y hay un controlador (no mostrado) para controlar cada una de las unidades interiores y la unidad exterior 1000. Un usuario puede seleccionar una unidad o unas unidades interiores para ser operadas y una carga (capacidad de enfriamiento) de la unidad o las unidades interiores seleccionadas 201, 202 y 203. En respuesta a las entradas de usuario con respecto a la unidad o las unidades interiores a ser operadas y la carga (capacidad de enfriamiento) de la unidad o las unidades interiores seleccionadas 201, 202 y 203, el controlador (no mostrado) controla la capacidad de compresión del mecanismo de compresión incluido en la unidad exterior 1000.

Por ejemplo, suponemos que la unidad exterior 1000 se provee con dos compresores 101 y 102. Ejemplos de configuración posible que pueden salir de esta condición son usar dos compresores de modulación de capacidad, usar un compresor de modulación de capacidad y un compresor de capacidad fija combinados, y usar un compresor de modulación de capacidad y un compresor inversor combinados. Del mismo modo, suponemos que la unidad exterior 1000 se provee con tres compresores. En este caso, se pueden usar en combinación dos compresores de capacidad fija y un compresor de modulación de capacidad, o se pueden usar en combinación un compresor de modulación de capacidad y dos compresores de capacidad fija.

En el caso de usar un compresor de modulación de capacidad y un compresor de capacidad fija, de velocidad fija, el compresor de capacidad fija puede tener una capacidad de compresión de refrigerante mayor o menor que la capacidad máxima del compresor de modulación de capacidad.

La Fig. 22 es un gráfico que ilustra una carga de compresión en una unidad exterior que incluye dos compresores de capacidad fija, de velocidad fija en una técnica anterior, la Fig. 23 es un gráfico que ilustra una carga de compresión de una unidad exterior que incluye un compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención y un compresor de capacidad fija, de velocidad fija, la Fig. 24 es un gráfico que ilustra una carga de compresión de una unidad exterior que incluye dos compresores de modulación de capacidad según una realización de la presente invención, y la Fig. 25 es un gráfico que ilustra la carga en una unidad exterior que incluye un compresor de modulación de capacidad según una realización de la presente invención y un compresor inversor.

Con referencia al gráfico en la Fig. 22, la carga de compresión en la unidad exterior provista con dos compresores de capacidad y velocidad fija convencionales se puede modular solamente en tres pasos. Por ejemplo, supongamos que dos compresores de capacidad y velocidad fija de diferentes capacidades se usan para una unidad exterior. Entonces, la carga de compresión en el exterior se puede ajustar solamente en tres pasos: (i) comprimir la modulación de capacidad para un compresor de baja capacidad; (ii) comprimir la modulación de capacidad para un compresor de alta capacidad; y (iii) comprimir la modulación de capacidad para ambos compresores de alta y baja capacidad. Considerando que una unidad exterior se puede proveer con un número grande de unidades exteriores,

el esquema descrito anteriormente puede no ser muy eficiente para cumplir con los diversos cambios en la capacidad de enfriamiento que ha de ser modulada a través de más de tres pasos.

5 Por el contrario, los gráficos en las Fig. 22 hasta 25 ilustran que la carga de compresión en la unidad exterior de la presente invención se puede modular en múltiples pasos. Esto sugiere que la carga de compresión en una unidad exterior usada para un sistema de aire acondicionado múltiple provisto con una pluralidad de unidades interiores conectadas a la unidad exterior se puede ajustar en respuesta a un cambio en la carga requerida de las unidades interiores a través de varios pasos.

La Fig. 26 es un diagrama de una realización del sistema de aire acondicionado que tiene un controlador, según la presente invención.

10 La Fig. 27 es un diagrama de flujo que ilustra el método para controlar el sistema de aire acondicionado según con la presente invención.

El controlador 400 del sistema de aire acondicionado recibe señales de encendido/apagado de cada una de la pluralidad de unidades interiores 201, 202, 203 y recibe unos datos de entrada sobre una capacidad de enfriamiento requerida para cada una, respectivamente (S1). Por ejemplo, el controlador 400 recibe la señal de que la primera unidad interior 201 está apagada, la segunda unidad interior 202 y la tercera unidad interior 203 están encendidas y los datos sobre una capacidad de enfriamiento requerida de la segunda unidad interior 202 y la tercera unidad interior, respectivamente.

20 Toda la capacidad de compresión de una pluralidad del compresor 101 y 102 proporcionada en la unidad exterior 1000 es igual que toda la capacidad de enfriamiento requerida o más. Por ejemplo, supongamos que la capacidad de enfriamiento requerida de cada unidad interior 201, 202, 203 es 100 así el total de capacidad de enfriamiento requerida es 300, la capacidad de compresión de la unidad exterior 1000 debería ser 300 o un poco más. Además, si la unidad exterior 1000 tiene un primer compresor 101 y un segundo compresor 102, el primer compresor y el segundo compresor pueden tener su capacidad de compresión como 150 para cada uno, el primer compresor 100, el segundo compresor 200, y así sucesivamente.

25 Preferiblemente, al menos uno de los compresores de la unidad exterior 1000 es un compresor de modulación de capacidad dibujado en la Fig. 18 o la Fig. 19. En la siguiente descripción, el primer compresor 101 se representa como un compresor de modulación de capacidad. El primer compresor 101 tiene una pluralidad de unidades de compresor y cada unidad de compresor puede tener una capacidad de compresión idéntica o una capacidad diferente. Como se muestra en la Fig. 19, en el caso de que el compresor de modulación de capacidad tenga dos unidades de compresor, si la primera unidad de compresor tiene su capacidad de compresión de 50, la segunda unidad de compresor tiene su capacidad de compresión de 100, la capacidad de compresión del compresor de modulación se puede variar en tres pasos de 50, 100 y 150. El segundo compresor 102 puede ser un compresor de modulación de capacidad como el primer compresor 101, así como un compresor de capacidad fija/velocidad fija pero aquí, el segundo compresor 102 se representa como un compresor de capacidad fija/velocidad fija. Si el segundo compresor tiene su capacidad de compresión de 150, la capacidad de compresión de la unidad exterior 1000 se puede variar en seis pasos de 50, 100, 150, 200, 250 y 300.

30 Si la capacidad total de enfriamiento requerida de la pluralidad de las unidades interiores 201, 202, 203 es 150 o menos, se usa solamente el primer compresor para comprimir el refrigerante y uno puede ahorrar energía evitando que la unidad exterior 1000 comprima una capacidad excesiva del fluido de trabajo. Además, si la capacidad total de enfriamiento requerida está por encima de 150, el primer y segundo compresor 101, 102 se operan juntos, y la capacidad de compresión de la unidad exterior 1000 debería ser ligeramente mayor que la capacidad total de enfriamiento requerida de la primera, segunda y tercera unidad interior 201, 202, 203, mediante la combinación del primer y del segundo compresor.

40 En S1, si el controlador 400 recibe las señales de que la primera unidad interior está apagada, la segunda unidad está encendida y requiere una capacidad de enfriamiento de 50, y la tercera unidad está encendida y requiere una capacidad de enfriamiento de 100, entonces el controlador determina la operación del primer compresor 101 y la capacidad de compresión del primer compresor como 150 (S2).

45 Aquí, bajo la operación general del sistema de aire acondicionado se opera siempre el primer compresor 101 que es un compresor de modulación de compresión. Como se ha descrito anteriormente, un motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea (LSPRM) tiene una tendencia que tiene una mayor carga asignada en la puesta en marcha que en una operación normal debido al par de frenado de los imanes magnéticos permanentes añadidos a la carga asignada al motor. Por lo tanto, el compresor de modulación de capacidad se debería operar con menor compresión de capacidad con independencia de la capacidad total de enfriamiento requerida de las unidades interiores 200. Es decir, el compresor de modulación de capacidad no arranca con la capacidad de compresión de 150 (la mayor capacidad de compresión), sino con la capacidad de compresión de 50 o 100. Para compensar el par de frenado en la puesta en marcha, la carga asignada por la unidad de compresor se debería hacer menor y no hay necesidad de hacer la capacidad del condensador más grande. Como se ha explicado anteriormente, la capacidad del condensador del motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea (LSPRM) es proporcional al par

de arranque del condensador del motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea (LSPRM). Si el motor arranca haciendo el arranque más grande que el par de carga, se necesita el condensador que tiene la capacidad mayor, y se puede perder energía en la operación normal.

5 Por lo tanto, el primer compresor 101 comienza a girar con la capacidad de compresión de 50 o 100 con independencia de la capacidad de compresión determinada en S2 (S3). A continuación, después de que el primer compresor 101 entra en operación síncrona, el primer compresor se opera con la capacidad determinada en S2, es decir 150.

10 Aquí, el ejemplo del método de operación muestra que se opera solamente el primer compresor, pero si la unidad interior 200 requirió más capacidad de enfriamiento el primer y segundo compresor 101, 102 se pueden operar al mismo tiempo. Además, en el caso de que tanto el primer compresor 101 como el segundo compresor 102 puedan ser motores de reluctancia de imán permanente de arranque de línea, el primer compresor 101 y el segundo compresor comienzan a girar con menor carga. También, en el caso de cualquier sistema de aire acondicionado que tiene al menos una unidad interior y la unidad interior incluyendo al menos un compresor, y en donde el compresor incluye el motor de reluctancia de imán permanente de arranque de línea, se puede aplicar el método para controlar el sistema de aire acondicionado.

15 Aunque la presente invención se ha descrito respecto a las realizaciones específicas, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden hacer diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aire acondicionado que comprende una pluralidad de unidades interiores (201, 202, 203) que incluye una pluralidad de intercambiadores de calor conectados entre sí en paralelo, cada uno que tiene una válvula de expansión (201a, 202a, 203a), una unidad exterior (1000) que incluye una pluralidad de compresores (101, 102), un condensador (300) y una válvula de cuatro vías (400), y un controlador para controlar la operación de la pluralidad de intercambiadores de calor y para controlar la operación de la pluralidad de compresores (101, 102),
- 5
- en donde al menos uno de los compresores (101, 102) proporcionados a la unidad exterior (1000) se acciona por una unidad de accionamiento electromotriz que incluye un estator (110) que tiene una parte de devanado de bobina (112, 114) a la cual se suministra energía, y un rotor (120) que tiene barras conductoras (122), barreras de flujo (140) e imanes permanentes (130) insertados en las barreras de flujo (140), en donde el rotor (120) gira debido a las fuerzas electromagnéticas interactivas, en donde se genera un par de inducción entre las barras conductoras (122) y la parte de devanado de bobina (112, 114) del estator (110), en donde se genera un par de reluctancia entre las barreras de flujo (140) y la parte de devanado de bobina (112, 114) del estator (110) y en donde se genera un par magnético entre los imanes permanentes (130) y la parte de devanado de bobina (112, 114) del estator (110), y en donde el rotor tiene diferentes pares de carga asignados en una operación de puesta en marcha y en una operación normal, y en donde un condensador está conectado eléctricamente a la parte de devanado de bobina (112, 114),
- 10
- caracterizado por que
- 15
- al menos un compresor accionado por la unidad de accionamiento electromotriz es un compresor de modulación de capacidad para accionar una pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50) capaz de comprimir selectivamente un fluido de trabajo de modo que se puede variar la capacidad de compresión de la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50), y
- 20
- durante la operación de puesta en marcha de la unidad de accionamiento electromotriz, la capacidad de compresión de la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50) se disminuye de modo que se puede aplicar una carga relativamente menor a la unidad de accionamiento electromotriz.
- 25
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de compresores (101, 102) incluye un compresor de modulación de capacidad y un compresor de capacidad fija.
3. El sistema de la reivindicación 2, en donde el compresor de capacidad fija incluye un motor de inducción o un LSPRM, como una unidad de accionamiento electromotriz.
- 30
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde la unidad exterior (1000) está provista con dos compresores de modulación de capacidad, cada uno que se acciona por un LSPRM.
5. El sistema de la reivindicación 1, en donde la unidad de accionamiento electromotriz para el compresor de modulación de capacidad incluye un condensador que tiene una capacidad de compresión optimizada a medida que el rotor (120) produce un par para la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50) para ser capaz de comprimir un fluido de trabajo a una capacidad de compresión máxima, y que se conecta a la parte de devanado de bobina (112, 114) del estator (110).
- 35
6. El sistema de la reivindicación 5, en donde una capacidad de compresión aplicada a la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50) en una velocidad síncrona se determina que tiene un par de carga menor que un par de arranque del rotor (120) durante una puesta en marcha.
- 40
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde la unidad de accionamiento electromotriz para el compresor de modulación de capacidad incluye dos o más condensadores conectados entre sí en paralelo, y un conmutador para controlar una conexión eléctrica de los condensadores.
8. El sistema de la reivindicación 7, que además comprende:
- 45
- un controlador para controlar la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50), de modo que durante una puesta en marcha una capacidad de compresión del compresor de modulación de capacidad genera un par de carga menor que un par de arranque generado en la suma de las capacidades de los condensadores después de que se enciende el conmutador.
9. El sistema de la reivindicación 1, que además comprende:
- 50
- un controlador para controlar una capacidad de compresión de la pluralidad de unidades de compresión (30, 40, 50) dependiendo del modo de operación de cada una de la pluralidad de unidades de interior (201, 202, 203).
10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 9, en donde el controlador controla una capacidad de compresión del compresor de modulación de capacidad según un cambio en una capacidad de enfriamiento

requerido para la pluralidad de intercambiadores de calor, para modular una capacidad total de la pluralidad de compresores (101, 102) en múltiples pasos.

5 11. El sistema de la reivindicación 10, en donde la pluralidad de compresores (101, 102) incluye un compresor de capacidad fija y de velocidad fija y un compresor de modulación de capacidad, y se modula linealmente una combinación de las capacidades de compresión de la pluralidad de compresores (101, 102).

12. El sistema de la reivindicación 10, en donde la pluralidad de compresores (101, 102) incluye dos o más compresores de modulación de capacidad y se modula linealmente una combinación de las capacidades de compresión de la pluralidad de compresores (101, 102).

10 13. El sistema de la reivindicación 10, en donde la pluralidad de compresores (101, 102) incluye un compresor inversor y un compresor de modulación de capacidad, y se modula linealmente una combinación de las capacidades de compresión de la pluralidad de compresores (101, 102).

15 14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 13, en donde el compresor de modulación de capacidad comprende una pluralidad de unidades de compresión rotativas (30, 40, 50), y al menos una de las unidades de compresión rotativas (30, 40, 50) incluye una hendidura de paleta en la que se inserta una paleta, un espacio de presión trasero que comunica con la hendidura de paleta desde un lado de diámetro externo de la hendidura de paleta, y una unidad de control de paleta para suministrar una presión de succión o una presión de descarga a una cara trasera de la paleta para soportar la paleta y para suministrar una presión de descarga a una cara lateral de la paleta al mismo tiempo, de manera que una diferencia entre la presión aplicada a la cara trasera de la paleta y la presión aplicada a la cara lateral de la paleta hace que la paleta sea unida o liberada, haciendo por ello que la paleta esté en contacto con o sea separada de un pistón rodante, y

20 en donde una capacidad total de compresión de las unidades de compresión rotativas (30, 40, 50) se modula controlando el modo de operación de al menos una de las unidades de compresión rotativas (30, 40, 50).

25 15. El sistema de la reivindicación 14, en donde la unidad de control de paleta incluye una tubería de conexión de presión trasera a través de la cual se introduce un fluido de trabajo en el espacio de presión trasero; una tubería de conexión de baja presión conectada a la tubería de conexión de presión trasera, a través de la cual fluye un fluido de trabajo no comprimido a baja presión; una tubería de conexión de alta presión conectada a la tubería de conexión de presión trasera, a través de la cual fluye un fluido de trabajo comprimido a alta presión; una válvula para abrir/cerrar la tubería de conexión de baja presión; y una válvula para abrir/cerrar la tubería de conexión de alta presión.

30 16. El sistema de la reivindicación 14, en donde la unidad de control de paleta incluye una tubería de conexión de presión trasera a través de la cual se introduce un fluido de trabajo en el espacio de presión trasero; una tubería de conexión de baja presión conectada a la tubería de conexión de presión trasera, a través de la cual fluye un fluido de trabajo no comprimido de baja presión; una tubería de conexión de alta presión conectada a la tubería de conexión de presión trasera, a través de la cual fluye un fluido de trabajo comprimido de alta presión; una válvula de conmutación para regular el flujo de un fluido de trabajo que se introduce en el espacio de presión trasero a través

35 de la tubería de conexión de presión trasera.

40 17. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 hasta 13, en donde el compresor de modulación de capacidad incluye una pluralidad de unidades de compresión rotativas (30, 40, 50), una tubería de succión que pasa a través de una carcasa para permitir un fluido de trabajo introducido por un cilindro, y una válvula de succión instalada en la tubería de succión para abrir o cerrar la tubería de succión, de manera que una capacidad total de compresión de las unidades de compresión varíe dependiendo de si se abre o se cierra la válvula de succión.

FIG. 1

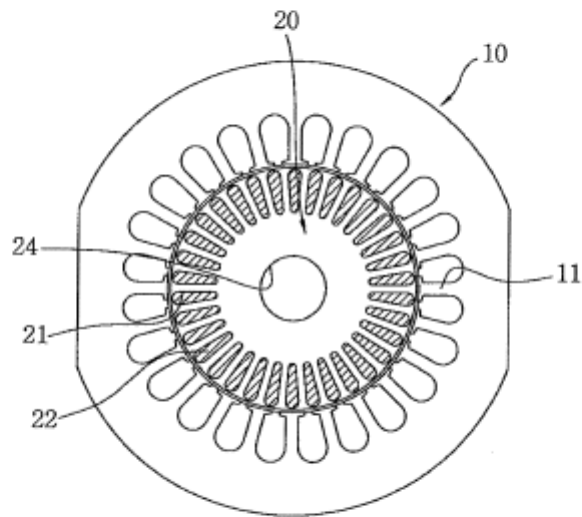


FIG. 2

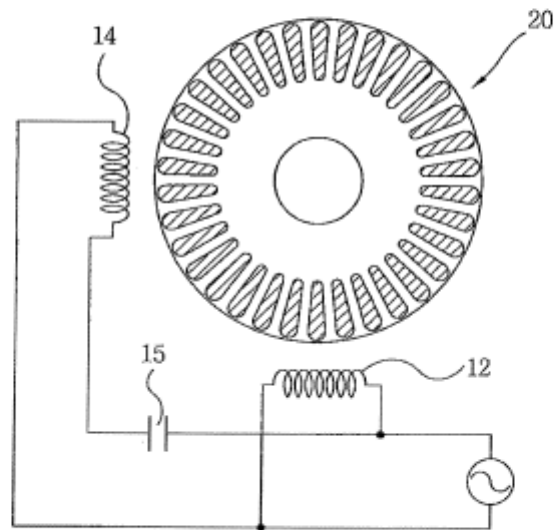


FIG. 3

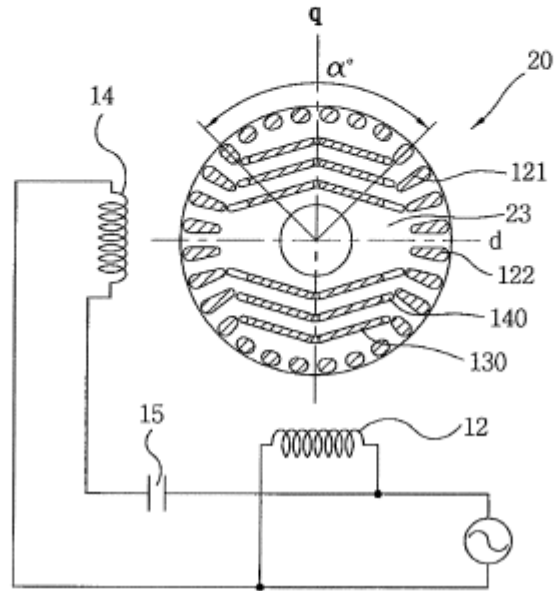


FIG. 4

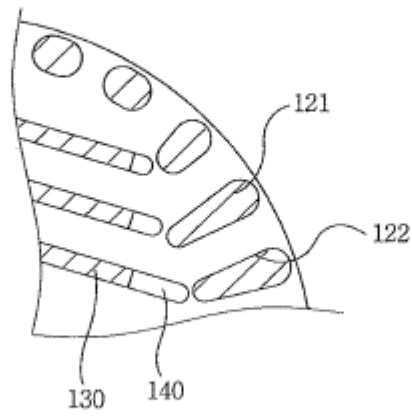


FIG.5a

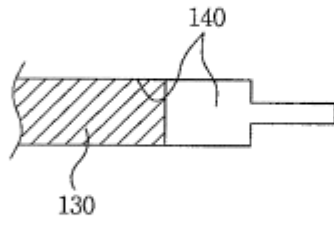


FIG.5b

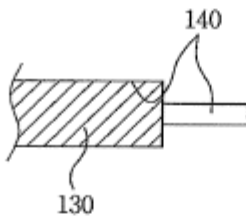


FIG.5c

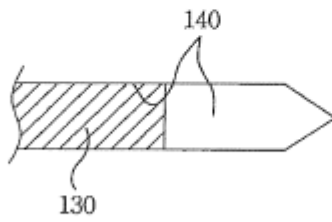


FIG. 6

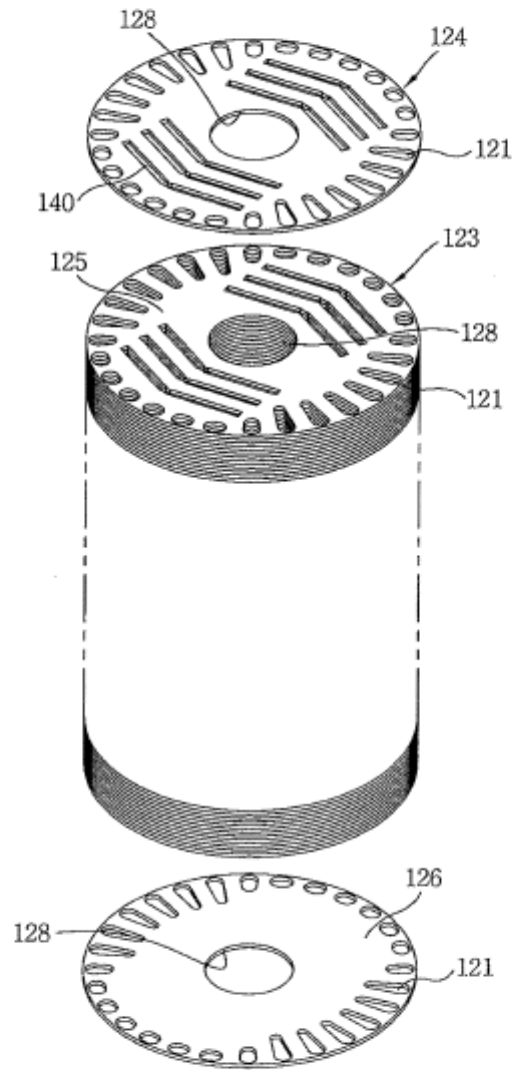


FIG. 7

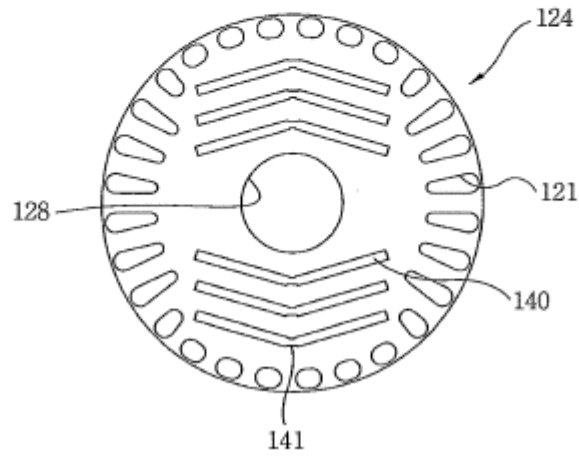


FIG. 8

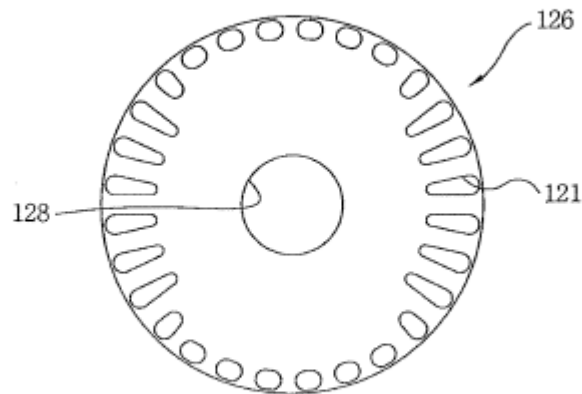


FIG. 9

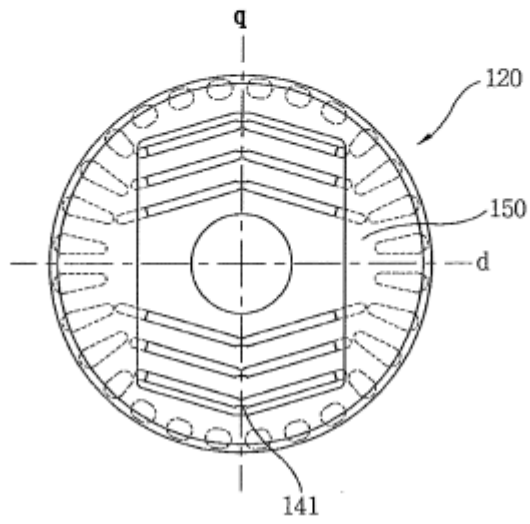


FIG. 10

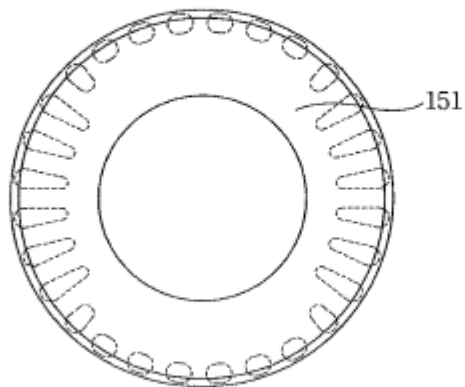


FIG. 11

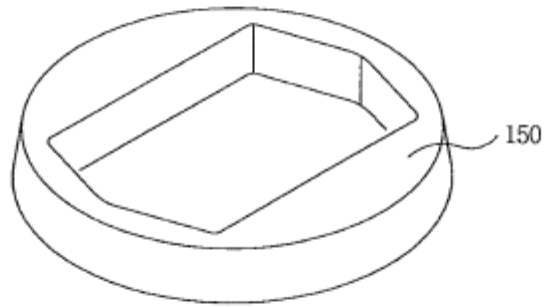


FIG. 12

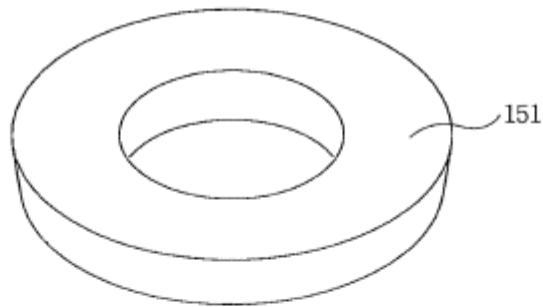


FIG. 13

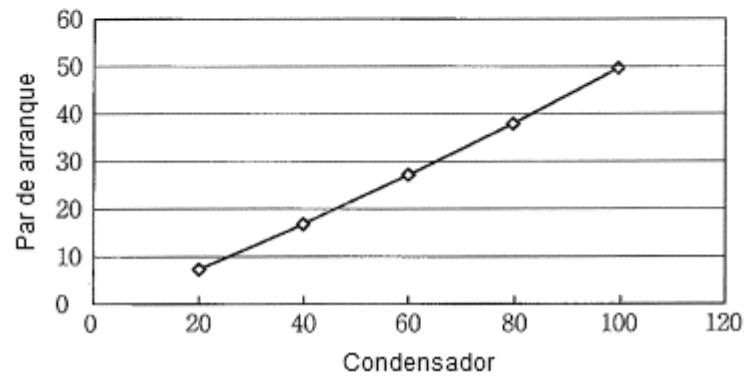


FIG. 14

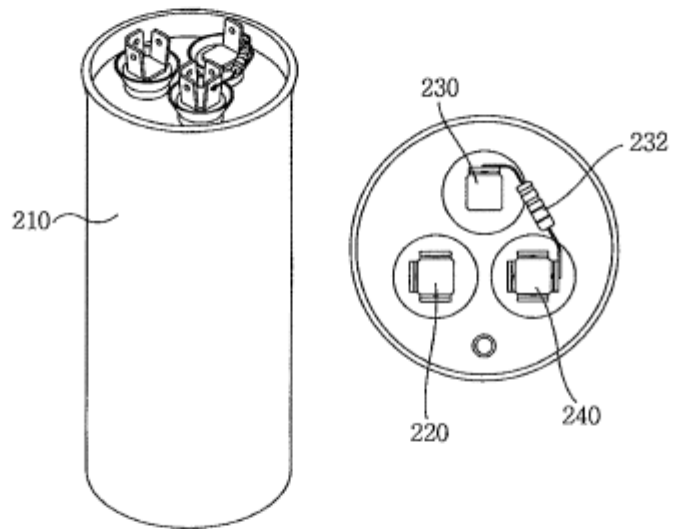


FIG. 15

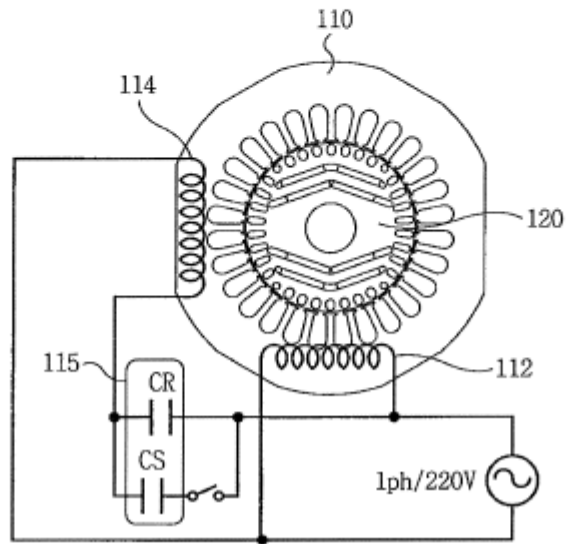


FIG. 16

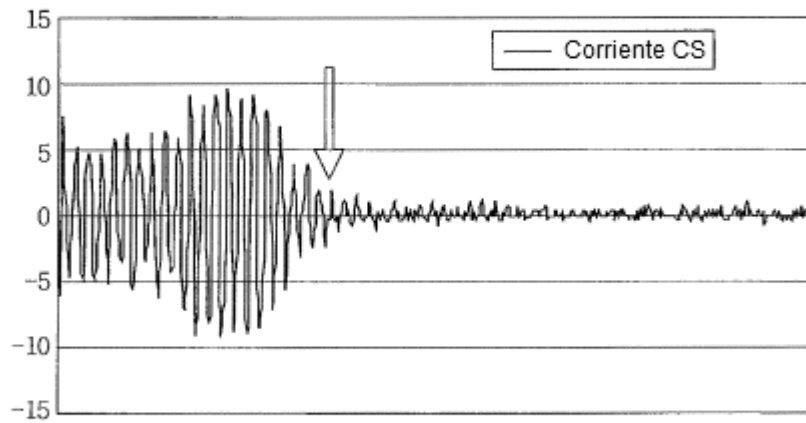


FIG. 17

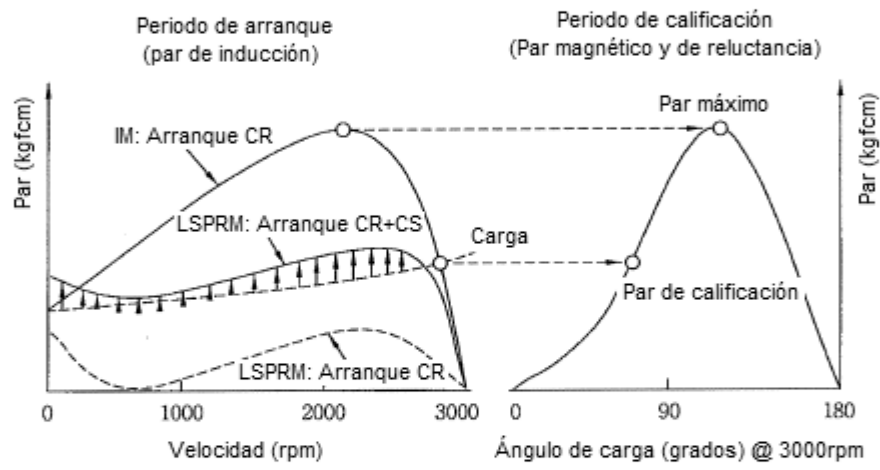


FIG. 18

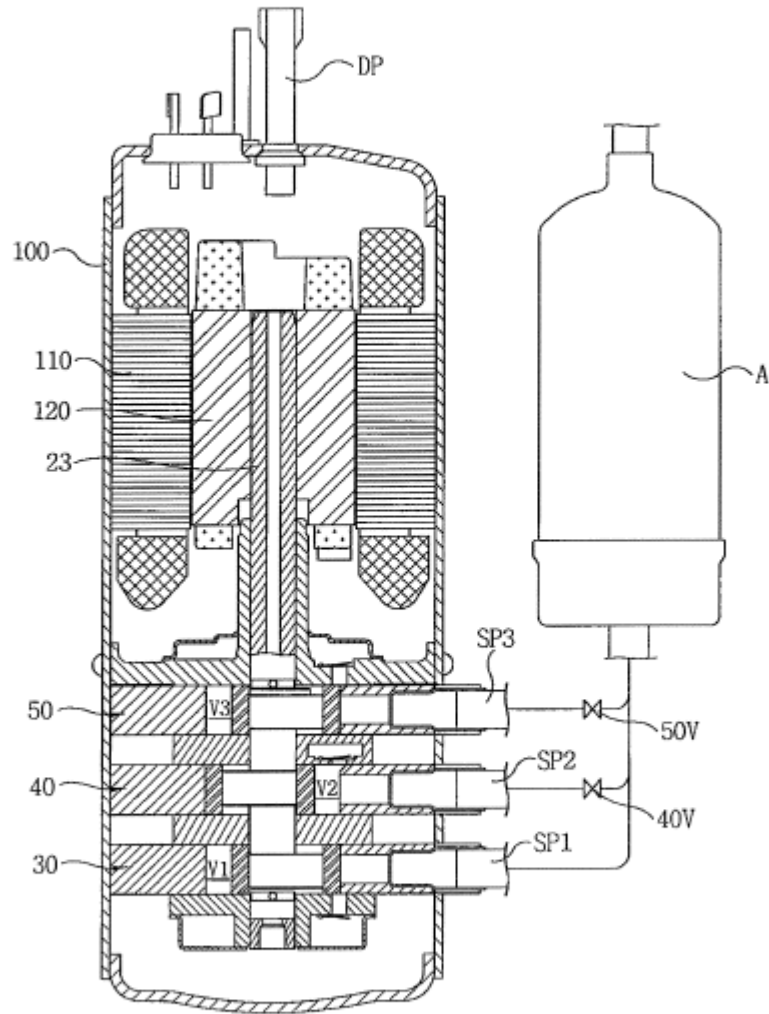


FIG. 19

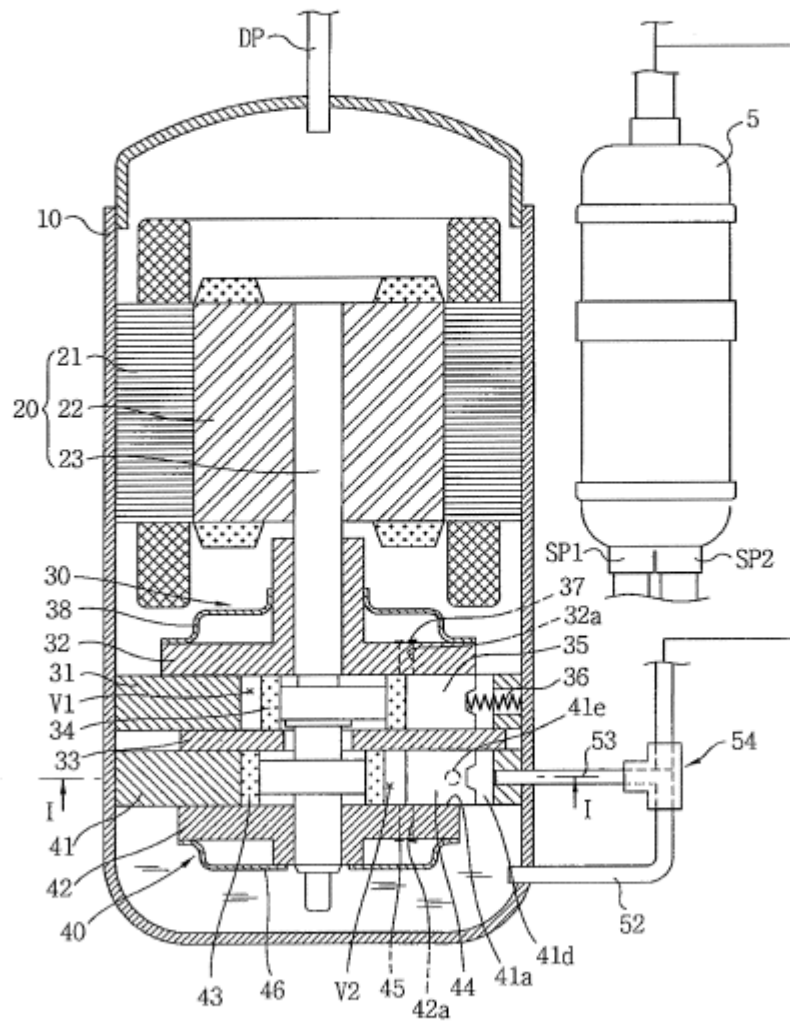


FIG.20

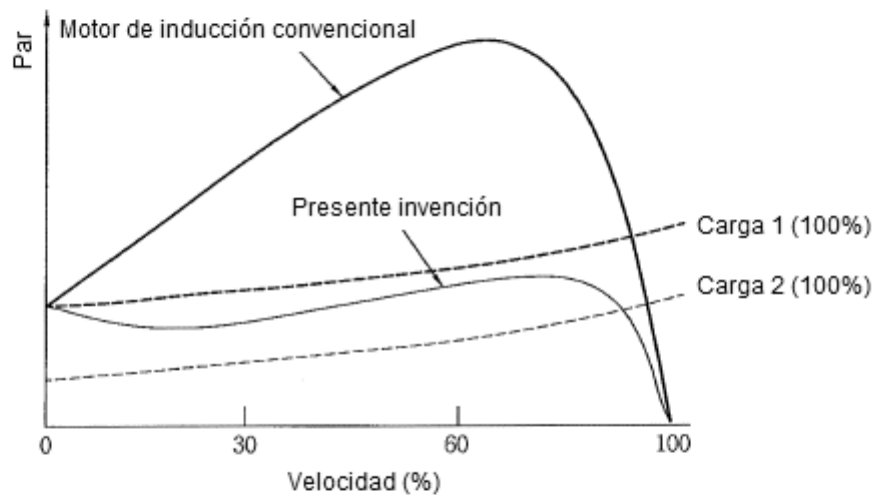


FIG. 21

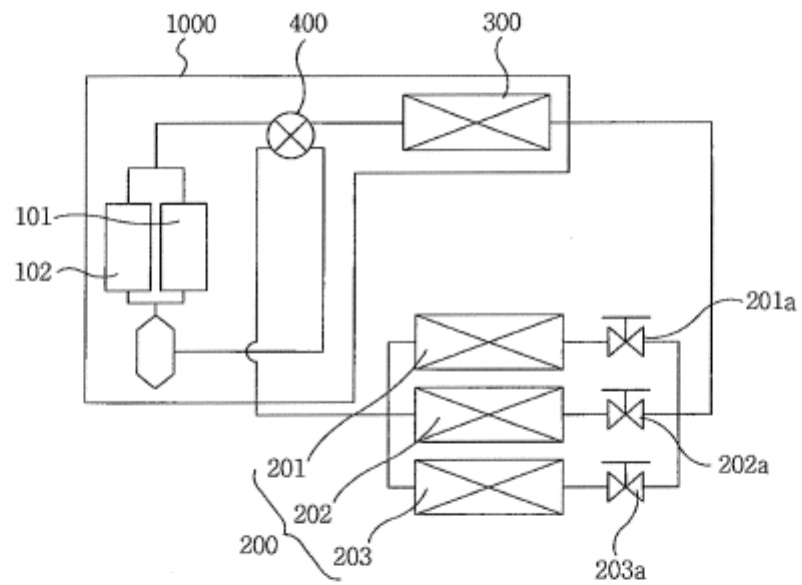


FIG.22

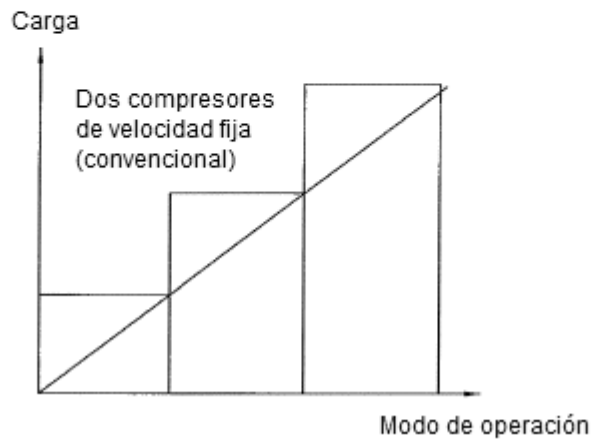


FIG.23

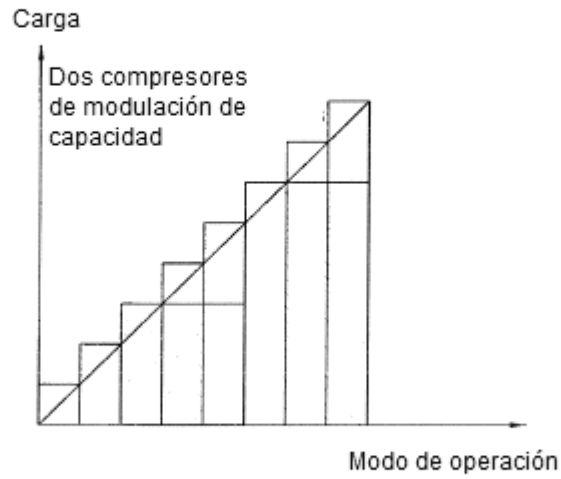


FIG.24

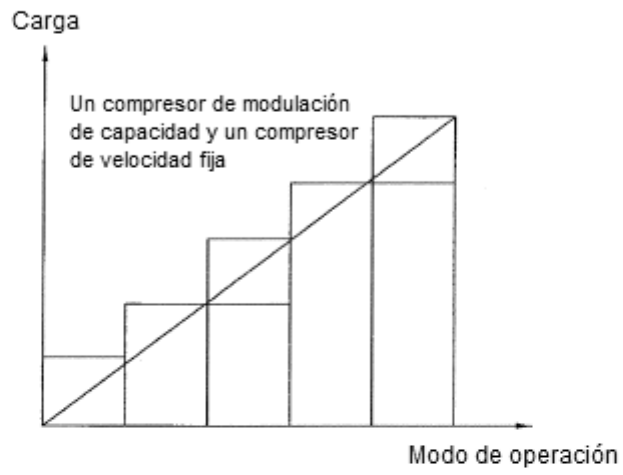


FIG.25

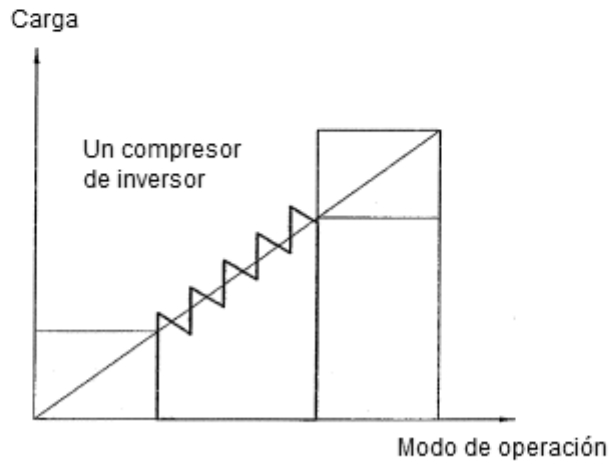


FIG.26

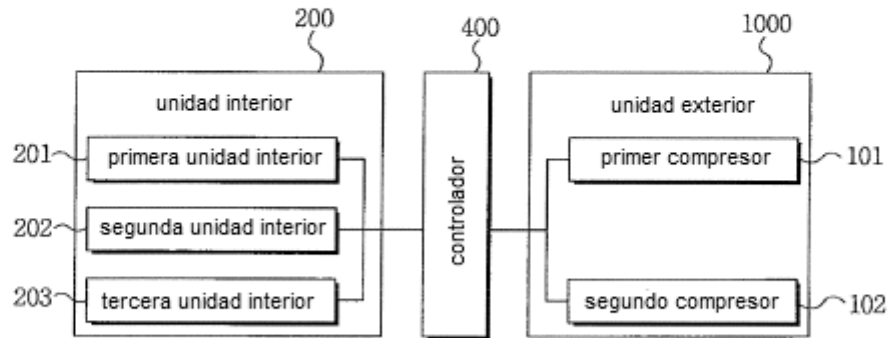


FIG.27

