

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 503 716**

51 Int. Cl.:

**F04C 18/16** (2006.01)

**F04C 28/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2003 E 03751474 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1553300**

54 Título: **Compresor de tornillo de tipo de relación de volumen interior variable controlado por un convertidor de frecuencia**

30 Prioridad:

**16.10.2002 JP 2002301870**

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

**07.10.2014**

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
Umeda Center Building, 4-12, Nakazaki-nishi 2-  
chome, Kita-ku  
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**GOTOU, NOZOMI y  
OHTSUKA, KANAME**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 503 716 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 tornillo de tipo de relación de volumen interior variable controlado por un convertidor de frecuencia

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable donde una relación de volumen interior, la relación entre la capacidad de succión y la capacidad de descarga de un compresor de tornillo, se hace variable tal como se describe en el documento JP 59-211790.

10

**Antecedentes de la técnica**

Se proporciona convencionalmente un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable que se muestra en la figura 7 (por ejemplo, véase el documento JP 3159762 B2) como un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable donde una relación de volumen interior es variable.

15

De acuerdo con este compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable, cuando se requiere cambiar la relación de volumen interior, un motor paso a paso 1 gira una varilla 2 para hacer que una válvula 3 de VI (relación de volumen interior) variable se mueva hacia atrás, por ejemplo. En ese momento, una válvula 4 de control de la capacidad se mueve hacia atrás junto con la válvula 3 de VI variable que se mueve hacia atrás, y cuando la válvula 3 de VI variable se fija en una nueva posición determinada, la válvula 4 de control de capacidad se fija de nuevo en contacto con la válvula 3 de VI variable. Así, una parte de punta de la válvula 4 de control de capacidad se retira a una posición correspondiente a la relación de volumen interior después del cambio para establecer un grado de apertura de un orificio de descarga 5.

20

25

En este caso, se detecta una presión  $P_{d1}$  que se genera inmediatamente antes del espacio que está formado por un rotor y la pared interior de una carcasa 7 durante el funcionamiento, que se comunica con un espacio de descarga, y se especifica la relación de volumen interior, dando una señal a un motor paso a paso 1, de manera que se minimiza una diferencia  $\Delta P$  entre esta presión de detección  $P_{d1}$  y la presión de descarga  $P_{d2}$ . De lo contrario, la relación de volumen interior se especifica mediante el análisis de parámetros de tendencia, tales como la presión de entrada y la presión de descarga durante el funcionamiento con un dispositivo de control 10 para estimar la relación de volumen interior óptimo y para dar al motor paso a paso 1 una señal que indica esta relación de volumen interior óptimo.

30

En la estructura descrita anteriormente, el fluido, que es aspirado desde un puerto de succión 6, es comprimido mediante unos rotores macho y hembra (no mostrados) en la carcasa 7, y se descarga entonces a través del puerto de descarga 5 a una abertura de descarga 8.

35

Cuando la carga aplicada al compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable varía en esta situación, de manera que se requiere el control de la capacidad, un pistón de presión hidráulica 9 se mueve hacia delante para hacer que la válvula 4 de control de la capacidad avance hasta una distancia requerida en base al comando de control. Por lo tanto, se genera una separación entre la válvula 3 de VI variable y la válvula 4 de control de la capacidad. El fluido en la trayectoria de su compresión se deriva al lado de succión a través de la separación entre la válvula 3 de VI variable y la válvula 4 de control de la capacidad.

40

Sin embargo, el compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable convencional divulgado en el documento JP 3159762 B2 tiene los siguientes problemas.

45

Es decir, la tecnología de relación de volumen interior variable para el compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable convencional hace que la relación de volumen interior del gas comprimido descargado desde el puerto de descarga 5 variable logre la máxima eficiencia del compresor de acuerdo con las condiciones de presión alta/baja durante el funcionamiento, pero su ajuste corresponde a una condición de capacidad a plena carga (100 % de la carga). Es desventajoso porque el compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable convencional es ineficaz, puesto que la regulación de la capacidad (control de descarga) se realiza bajo una condición de capacidad de carga parcial (carga parcial) derivando el fluido en la trayectoria de su compresión al lado de succión a través de la separación entre la válvula 3 de VI variable y la válvula 4 de control de la capacidad.

50

55

También es desventajoso porque el mecanismo de control de la válvula del compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable convencional es complejo, ya que la válvula 3 de VI variable para el cambio de la relación de volumen interior y la válvula 4 de control de la capacidad para controlar la capacidad se proporcionan de modo que el mecanismo de control de la válvula 3 de VI variable para el momento en que se cambia la relación de volumen interior y el mecanismo de control de la válvula 4 de control de la capacidad para el momento en que se controla la capacidad se requiere que se proporcionen por separado.

60

65

**Divulgación de la invención**

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable que se consiga constantemente la operación más eficaz correspondiente a una carga (condición de operación).

Para lograr el objeto anterior, un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable de la presente invención comprende las características indicadas en la reivindicación 1 o en la reivindicación 2.

Según la estructura anterior, cuando la capacidad de compresión se regula de manera correspondiente a una carga, la frecuencia de giro del motor eléctrico se controla mediante el inversor. La capacidad así se regula sin realizar el control de la descarga. Y el grado de apertura de la válvula de relación de volumen interior variable se controla para ajustar el tiempo de finalización de una etapa de compresión en la sección de compresión del tornillo para conseguir la mayor eficiencia del compresor, de acuerdo con la frecuencia de rotación regulada del motor eléctrico. Como resultado, se consigue constantemente la operación más eficiente correspondiente a una carga.

Un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable de la presente invención comprende una sección de control que controla un grado de apertura de la válvula de relación de volumen interior variable basada en la presión del lado de succión y la presión del lado de descarga de la sección de compresión del tornillo y la frecuencia de rotación del motor eléctrico.

Según la estructura anterior, cuando la relación de volumen interior es variable, el grado de apertura de la válvula de relación de volumen interior variable se controla mediante la sección de control en base a la presión del lado de succión y la presión del lado de descarga en la sección de compresión del tornillo y la frecuencia de rotación del motor eléctrico. Por lo tanto, la relación de volumen interior es precisa y se controla fácilmente, de manera que la relación de volumen interior alcanza la mayor eficiencia del compresor correspondiente a la frecuencia de rotación del motor eléctrico ajustada por el convertidor mediante el uso de una relación prescrita de una relación de compresión, la frecuencia de rotación del motor eléctrico y la relación de volumen interior óptima.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1A y la figura 1B son diagramas estructurales que muestran una parte sustancial de un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable de la presente invención;

La figura 2 es una vista que muestra un sistema de control de la relación de capacidad/volumen interior del compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista que muestra un sistema de control de la relación de capacidad/volumen interior que es diferente del sistema de control de la relación de la capacidad/volumen interior de la figura 2;

La figura 4 es una vista que muestra una relación de relación de compresión y la relación de volumen interior óptima en cada frecuencia de operación;

La figura 5 es una vista que muestra la relación de la capacidad de congelación y la eficiencia del compresor en cada relación de compresión;

La figura 6A y la figura 6B son vistas que muestran la relación del volumen interior y la presión de un compresor de tipo tornillo; y

La figura 7 es una vista en sección transversal de un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable convencional.

**Mejor modo de llevar a cabo la invención**

A continuación, la presente invención se describirá en detalle mediante realizaciones preferidas mostradas en los dibujos adjuntos. La figura 1 es un diagrama estructural esquemático que muestra un compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable de esta realización. Debe indicarse que la figura 1A muestra el caso cuando la relación de volumen interior es baja y la figura 1B muestra el caso cuando la relación de volumen interior es alta.

En las figuras 1A y 1B, el número de referencia 11 indica un motor eléctrico, que tiene un estator 12 fijado en una carcasa (no mostrada) y un rotor 13 giratorio y fijado en un lado del borde de un árbol principal 14. El motor eléctrico 11 se acciona mediante un inversor 15. Ambos extremos del árbol principal 14 están soportados por unos cojinetes 16 y 17, y un rotor de tornillo 18 está fijado en el otro lado del borde del árbol principal 14. Cuando el árbol principal 14 se hace girar mediante el motor eléctrico 11, el rotor de tornillo 18 gira y el gas de succión es comprimido por la ranura del tornillo (no mostrada) en la superficie circunferencial exterior del rotor de tornillo. Se proporciona un orificio de descarga 20 de una longitud prescrita en una dirección axial, una válvula 19 de corredera cilíndrica está dispuesta para orientarse hacia la superficie circunferencial exterior del rotor de tornillo 18, y el gas comprimido por el rotor de tornillo 18 se descarga desde el puerto de descarga 20.

Un extremo de una pluralidad de varillas 22, que están soportadas de forma deslizable mediante una placa de soporte 21, está fijado en una cara de extremo de la válvula de corredera 19 opuesta al lado del motor eléctrico 11.

El otro extremo de las respectivas varillas 22 está fijado sobre una placa de acoplamiento 23. Un cilindro 24 está dispuesto en el centro de la superficie de la placa de soporte 21 opuesta al lado del rotor de tornillo 18, y la placa de acoplamiento 23 está fijada en una parte de punta de un varilla de pistón 26 que está fijada en un lado opuesto al lado del rotor de tornillo 18 de un pistón 25 contenido en el cilindro 24. La válvula de corredera 19 se mueve así en una dirección axial a través de la varilla de pistón 26, la placa de acoplamiento 23 y la varilla 22 cuando el pistón 25 se mueve en una dirección axial.

El fluido de trabajo, que se suministra a las cámaras operativas situadas en ambos lados del pistón 25 en el cilindro 24, está controlado mediante un dispositivo de control de fluido 28 en base a una señal de control desde un controlador de sección de compresión 27. Debe indicarse que la estructura específica del dispositivo de control de fluido 28 no está situada, siempre que el dispositivo de control de fluido 28 esté constituido de tal manera que el pistón 25 se mueve hacia el rotor de tornillo 18, como se muestra en la figura 1A cuando la relación de volumen interior se reduce, mientras que el pistón 25 se separa del rotor de tornillo 18 como se muestra en la figura 1B cuando se eleva la relación de volumen interior.

En el compresor de tornillo inversor de modo de relación de volumen interior variable como constituido anteriormente, la regulación de la capacidad a una carga se realiza mediante un control del número de revoluciones del motor eléctrico 11 mediante un inversor 15. Esto elimina el control de la descarga cuando se regula la capacidad, y evita la reducción de la eficiencia operativa. Además, también se elimina una válvula de control de la capacidad para el control de la capacidad, simplificando un mecanismo de control de la válvula.

Mientras tanto, la posición de la válvula de corredera 19 para la relación de volumen interior variable está controlada por el controlador de sección de compresión 27 para lograr la mayor eficiencia del compresor correspondiente a la condición operativa. Cuando se emite un comando de relación de volumen interior bajo, el gas comprimido se descarga rápidamente moviendo la válvula de corredera 19 (es decir, una posición inicial del orificio de descarga 20) en una dirección axial hacia el motor eléctrico 11 para avanzar el tiempo de finalización de un etapa de compresión en la sección de compresión. Por otro lado, cuando se emite un comando de relación de volumen interior alta, el gas comprimido se descarga lentamente moviendo la válvula de corredera 19 (es decir, la posición inicial del orificio de descarga 20) en una dirección axial hacia el pistón 25 para retrasar el tiempo de finalización de una etapa de compresión en la sección de compresión. Es decir, según esta realización, la válvula de relación de volumen interior variable está compuesta de la válvula de corredera 19.

Como se ha descrito anteriormente, cuando el número de revoluciones del motor eléctrico 11 se establece mediante el inversor 15 y la posición de la válvula de corredera 19 se establece mediante el controlador de sección de compresión 27, el gas de succión aspirado desde un puerto de succión se introduce en el rotor de tornillo 18 a través del motor eléctrico 11. El gas de succión se comprime mediante la ranura de tornillo formada en la superficie circunferencial exterior del rotor de tornillo 18 para descargarse desde el puerto de descarga 20 de la válvula de corredera 19.

A continuación se proporciona una descripción para el control del número de revoluciones del motor eléctrico 11 y el control de la posición de la válvula de corredera 19 según esta realización.

La figura 2 es una vista que muestra un sistema de control de la relación capacidad/volumen interior de este compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable. En la figura 2, se proporciona una descripción de un compresor de tornillo 31 montado en un refrigerador, para el calentamiento de refrigerante mediante compresión como un ejemplo.

El refrigerador está compuesto de un compresor de tornillo 31, un condensador 32, una válvula de expansión 33 y un evaporador 34, que están conectados de forma anular en orden. El refrigerante de alta presión y alta temperatura descargado desde el compresor de tornillo 31 se condensa mediante el intercambio de calor con agua fría o aire en el condensador 32, y se convierte en refrigerante líquido de baja presión y alta temperatura para suministrarse a la válvula de expansión 33. El refrigerante líquido de baja presión y baja temperatura de presión reducida en la válvula de expansión 33 se evapora por el intercambio de calor con agua en el evaporador 34 y se convierte en gas a baja presión para volver al compresor de tornillo 31. El agua fría enfriada en el evaporador 34 se utiliza para la refrigeración.

Un sensor de temperatura 35 está montado en el tubo de refrigerante del evaporador 34, y una señal de detección, que indica la temperatura de agua fría  $T_w$  desde el sensor de temperatura 35, se introduce en una sección de salida 37 del número de revoluciones de un dispositivo de control 36. La sección de salida 37 del número de revoluciones a continuación calcula una frecuencia de rotación Hz del motor eléctrico 11 para obtener la capacidad de congelación requerida en base a la diferencia entre la señal de detección introducida, es decir, la temperatura del agua fría  $T_w$  como información de lado de carga y una temperatura predeterminada, por ejemplo, y emite el resultado a una sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior del dispositivo de control 36 y el inversor 15. El inversor 15 controla el número de revoluciones del motor eléctrico 11 en base a la frecuencia de rotación Hz recibida. La capacidad de regulación a una carga se realiza de este modo.

Por otra parte, un sensor de presión 40 del lado de baja presión está montado en el lado de succión de la sección de compresión de tornillo 39, que incluye el rotor de tornillo 18 y la válvula de corredera 19, y un sensor de presión 41 del lado de alta presión está montado en el lado de descarga de la misma. La señal de detección para indicar una baja presión LP desde el sensor de presión 40 del lado de baja presión y la señal de detección para indicar una alta presión HP desde el sensor de presión 41 del lado de alta presión entonces se introducen en la sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior. La sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior detecta la condición operativa después de ajustar el número de revoluciones del motor eléctrico 11, basado en la baja presión LP en el lado de succión y la alta presión HP en el lado de descarga, que se basan en las señales de detección introducidas. La sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior a continuación realiza el procesamiento aritmético en base a la baja presión LP, la alta presión HP y la frecuencia de rotación Hz de la sección de salida 37 del número de revoluciones y calcula la relación óptima de volumen interior en la presente frecuencia de rotación Hz para enviar el resultado al controlador 27 de la sección de compresión. En consecuencia, el controlador 27 de la sección de compresión controla el funcionamiento del dispositivo de control de fluido 28 en base a la relación de volumen interior recibida. El control de la relación de volumen interior se realiza de este modo correspondiente a la condición operativa.

Cuando la estructura del dispositivo de control de fluido 28 tiene un elemento que opera en proporción al movimiento de la válvula de corredera 19 en una dirección axial (un motor de accionamiento externo para el funcionamiento de una válvula piloto y similares), la posición de la válvula de corredera 19 puede ser detectada en base a la posición de funcionamiento del elemento. En este caso, la señal de detección que indica la posición SV de la válvula de corredera 19 y que viene desde el dispositivo de control de fluido 28 se introduce en la sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior directamente o, alternativamente, a través del controlador sección de compresión 27. La sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior obtiene el valor de la relación de volumen interior presente sobre la base de la posición SV recibida de la válvula de corredera 19 para el control de realimentación del valor de la relación óptima del volumen interior. Esto permite que la relación de volumen interior variable sea controlada con precisión.

Debe indicarse que cuando la estructura del dispositivo de control de fluido 28 (la estructura que se compone de tuberías y una válvula electromagnética, por ejemplo) no puede detectar la posición de la válvula de corredera 19, la sección de salida 38 de la relación óptima de volumen interior acumula los valores de salida de la relación de volumen interior desde la puesta en marcha. El control de la retroalimentación se realiza tomando el valor de la relación del volumen interior acumulado como el presente valor de la relación volumen interior para calcular una variable controlada  $\Delta VI$  respecto al valor de la relación óptima de volumen interior.

La figura 3 es una vista que muestra un sistema de control de la relación de capacidad/volumen interior que es diferente del sistema de control de la relación de capacidad/volumen interior de la figura 2. También en la figura 3, el compresor de tornillo 31 está montado en el refrigerador. Un dispositivo de control 51 y un inversor 54 están constituidos de manera diferente del dispositivo de control y del inversor de la figura 2. A continuación, la descripción se dará principalmente para las operaciones del dispositivo de control 51 y del inversor 54, y los elementos idénticos a los elementos mostrados en la figura 2 tienen los mismos números de referencia que los de la figura 2.

Al igual que en el caso de la figura 2, la señal de detección de un sensor de temperatura 35 que indica la temperatura del agua fría  $T_w$  se introduce en una sección de salida 52 del número de revoluciones del dispositivo de control 51. La señal de detección desde el sensor de presión 40 del lado de baja presión que indica la baja presión LP y la señal de detección desde el sensor de presión 41 del lado de alta presión que indica la alta presión HP se introducen en una sección de salida 53 de la relación óptima del volumen interior del dispositivo de control 51. La sección de salida 52 del número de revoluciones a continuación calcula la frecuencia de rotación Hz del motor eléctrico 11 para obtener la capacidad de congelación requerida en base a la temperatura del agua fría  $T_w$ , y el número de revoluciones del motor eléctrico 11 es controlado por el inversor 54. La capacidad de regulación a una carga se realiza de este modo.

El inversor 54 de esta realización puede detectar la tensión de accionamiento V y la corriente de accionamiento A (o la potencia de accionamiento W) del motor eléctrico 11, y envía esta tensión de accionamiento V y corriente de accionamiento A (o potencia de accionamiento W) de nuevo a la sección de salida 52 del número de revoluciones. La frecuencia de rotación Hz calculada y la tensión de accionamiento V y la corriente de accionamiento A (o potencia de accionamiento W) recibidas se transmiten a la sección de salida 53 de la relación óptima de volumen interior mediante la sección de salida 52 del número de revoluciones.

Entonces, la sección de salida 52 de la relación óptima de volumen interior, de manera similar al caso de la figura 2, realiza el procesamiento aritmético basado en la baja presión LP y la alta presión HP a partir de los sensores de presión 40 y 41, la frecuencia de rotación Hz desde la sección de salida 52 del número de revoluciones y la posición SV de la válvula de corredera 19 desde el dispositivo de control de fluido 28, para calcular la variable controlada  $\Delta VI$  respecto a la relación óptima de volumen interior y a la salida del resultado al controlador 27 de la sección de compresión.

Además, en esta realización, el cambio de transición de la tensión de accionamiento V y la corriente de accionamiento A (o potencia de accionamiento W) desde la sección de salida 52 del número de revoluciones se almacena en la sección de salida 53 de la relación óptima de volumen interior. Y la relación de volumen interior se controla de manera que la tensión de accionamiento V y la corriente de accionamiento A (o potencia de accionamiento W) se minimizan cuando se repite el control de la relación de volumen interior.

Después, de manera similar al caso de la figura 2, la operación del dispositivo de control de fluido 28 se controla mediante el controlador 27 de la sección de compresión en base a la variable  $\Delta VI$  controlada recibida para la realimentación del control de la relación de volumen interior correspondiente a la condición operativa.

Debe indicarse que, en este caso, de manera similar al caso de la figura 2, cuando la estructura del dispositivo de control de fluido 28 no puede detectar la posición de la válvula de corredera 19, la sección de salida 53 de la relación óptima de volumen interior calcula la variable  $\Delta VI$  controlada del valor de la relación óptima de volumen interior tomando un valor de la relación volumen interior acumulado obtenido acumulando valores de la relación de volumen interior de salida desde el arranque como el actual valor de la relación de volumen interior.

En las secciones de salida 38 y 53 de la relación óptima de volumen interior de los dispositivos de control 36 y 51 mostrados en la figura 2 y en la figura 3, el procesamiento aritmético se realiza para calcular la variable  $\Delta VI$  controlada en la relación óptima de volumen interior. Sin embargo, la baja presión LP desde el sensor de presión 40 del lado de baja presión, la alta presión HP del sensor de presión 41 del lado de alta presión y las frecuencias de rotación Hz desde las secciones de salida 37 y 52 del número de revoluciones se almacenan en una memoria en orden. También es posible que la baja presión LP, la alta presión HP y la frecuencia de rotación Hz se comparen con la baja presión LP, la alta presión HP y la frecuencia de rotación Hz en la operación de la relación de volumen interior anterior para obtener la variable  $\Delta VI$  controlada óptima en la relación óptima de volumen interior basada en la transición de cambio.

La figura 4 muestra la relación de la relación de compresión indicada por la relación (HP/LP) entre la alta presión HP desde el sensor de presión 41 del lado de alta presión y la baja presión LP del sensor de presión 40 del lado de baja presión y la relación óptima del volumen interior en cada frecuencia de operación Hz (= 30 Hz, 60 Hz, 90 Hz). En la figura 4, una línea recta muestra un valor teórico de la relación óptima del volumen interior indicado por  $VI = (HP/LP)^{1/k}$  (k: relación de calor específico del refrigerante). Esta relación de la relación de compresión, la relación óptima de volumen interior y la frecuencia de operación Hz se obtiene en cada refrigerante para incluir la relación en una expresión aritmética usada cuando se realice el procesamiento aritmético mediante las secciones de salida 38 y 53 de la relación óptima de volumen interior que se muestra en la figura 2 y en la figura 3.

Esto permite calcular la variable  $\Delta VI$  en la relación óptima de volumen interior en la presente frecuencia de rotación Hz por el con precisión mediante el procesamiento aritmético de las secciones de salida 38 y 53 de la relación óptima de volumen interior.

Por lo tanto, en esta realización, el motor eléctrico 11 en el compresor de tornillo es accionado por el inversor mediante el inversor 15. La posición de la válvula de corredera 19 en una dirección axial especificando la posición de inicio de la descarga se controla mediante el control del fluido de trabajo suministrado a la cámara operativa en el cilindro 24 mediante el dispositivo de control de fluido 28 en base a la señal de control desde el controlador 27 de la sección de compresión.

La regulación de la capacidad a una carga se realiza mediante el cálculo de la frecuencia de rotación Hz mediante las secciones de salida 37 y 52 del número de revoluciones que constituyen parte de los dispositivos de control 36 y 51 para obtener la capacidad de congelación requerida para la temperatura del agua fría Tw como información del lado de la carga y después mediante el control, de manera que el número de revoluciones del motor eléctrico 11 se convierte en la frecuencia de rotación Hz bajo el control del inversor 15 y 54. Por lo tanto, la necesidad de control de descarga se elimina cuando se realiza la regulación de la capacidad, con el resultado de que se evita la disminución de la eficiencia operativa. Además, se elimina una válvula de control de capacidad para el control de la capacidad, con el resultado de que el mecanismo de control de la válvula se simplifica.

La relación del volumen interior variable se obtiene mediante la realización del procesamiento aritmético basado en la baja presión LP del lado de succión, la alta presión HP del lado de descarga y la frecuencia de rotación Hz mediante las secciones de salida 38 y 53 de la relación óptima de volumen interior de los dispositivos de control 36 y 51 para calcular la relación óptima de volumen interior (o  $\Delta VI$ ) en la presente frecuencia de rotación Hz, y para determinar la posición inicial de la descarga mediante el ajuste de la posición de la válvula de corredera 19 en una dirección axial mediante el controlador de sección de compresión 27 y el dispositivo de control de fluido 28. Por lo tanto, la relación de volumen interior se puede ajustar de manera que la eficiencia del compresor se maximiza correspondiente a la frecuencia de rotación Hz del motor eléctrico 11.

Según esta realización, cuando la frecuencia de rotación Hz del compresor de tornillo 31 se controla para regular la capacidad a una carga, la disminución de la eficiencia del compresor puede minimizarse.

La figura 5 muestra la relación de la capacidad de congelación y la eficiencia del compresor. El eje horizontal indica la capacidad de congelación Q, donde la capacidad de congelación de un compresor de tornillo de modo de relación de volumen interior variable convencional utilizando juntos una relación de volumen interior variable y el control de descarga a una frecuencia de 60 Hz se expresa como el 100 % en porcentaje. Por otro lado, el eje vertical indica la eficiencia del compresor. La relación de compresión anterior varía de 2,1, 3,9, 5,5 a 7,9.

De acuerdo con la figura, en el caso del compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable que emplea la relación de volumen interior variable y el control del inversor de esta realización juntos, la eficiencia del compresor se mejora en cualquier relación de compresión en la capacidad de congelación Q igual a o inferior al 100 %, en comparación con el caso del compresor de tornillo de modo de relación de volumen interior variable convencional que emplea una relación de volumen interior variable y control de descarga juntos. Además, como la capacidad de congelación es menor, la eficiencia del compresor se mejora más, con el resultado de que se obtiene un mayor efecto. En el caso de este compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable, la capacidad de regulación a una carga se controla mediante el inversor. Por lo tanto, una regulación de la capacidad igual o superior al 100 % se puede realizar. Debe indicarse que un compresor de tornillo convencional, que realiza la regulación de la capacidad de una carga mediante el control de la descarga, no puede realizar la regulación de la capacidad de manera natural igual o superior al 100 %.

En el caso de un compresor de tornillo, la diferencia de presiones internas se genera por la frecuencia de rotación, incluso bajo una condición de presión idéntica, lo que significa que cada valor de la relación óptima de volumen interior existe correspondiente a cada frecuencia. Las figuras 6A y 6B muestran la relación del volumen interior y la presión en el caso a una frecuencia de 30 Hz (figura 6A) y en el caso a una frecuencia de 90 Hz (figura 6B). Las líneas de trazos en las figuras son líneas curvas que muestran la relación del volumen interior y la presión en el caso de la relación de volumen interior fija donde la relación volumen interior se fija en el valor óptimo de relación de volumen interior para una frecuencia de 60 Hz. Debe indicarse que las líneas de trazos son líneas curvas que muestran la relación de volumen interior y la presión durante la compresión adiabática teórica. En la relación de volumen interior fijo, cuando una frecuencia es de 30 Hz, una corta compresión se genera en el punto (A), de manera que la presión se reduce drásticamente. Cuando una frecuencia es 90 Hz, un exceso de compresión se genera en el punto (B), de modo que la presión es sustancialmente mayor en comparación con el valor teórico. Por lo tanto, un inversor no es simplemente aplicable al control de la capacidad de un compresor de tornillo.

Sin embargo, como en esta realización, no se provoca una corta compresión generada cuando la relación volumen interior se fija en el caso de una frecuencia de 30 Hz y el intervalo de variación de la presión se estrecha haciendo la relación de volumen interior variable, como se muestra en línea continua. Además, puede resolverse el exceso de compresión generada cuando relación de volumen interior se fija en el caso de una frecuencia de 90 Hz y el intervalo de presión puede reducirse.

Debe indicarse que esta realización se ha descrito en base al caso en que se aplica el sistema de control de la relación capacidad/volumen interior de este compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable a un refrigerador, pero la presente invención no se limita a este caso. El punto es que es suficiente para la señal de detección que se introduce en las secciones de salida 37 y 52 del número de revoluciones de los dispositivos de control 36 y 51 en la figura 2 y en la figura 3, para indicar el estado de una carga.

**REIVINDICACIONES**

1. Un compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable que comprende:

- 5 - una válvula (19) de relación de volumen interior variable que cambia el tiempo de finalización de una etapa de compresión en una sección de compresión de tornillo (39) para hacer variable la relación de volumen interior;
- un motor eléctrico (11) que acciona en rotación la sección de compresión de tornillo (39);
- un inversor (54) que controla la frecuencia de rotación del motor eléctrico (11) correspondiente a una carga y que detecta la tensión de accionamiento y la corriente de accionamiento del motor eléctrico (11); y
- 10 - una sección de control (51, 27, 28) que controla un grado de apertura de la válvula (19) de relación de volumen interior variable en base a la presión del lado de succión y la presión del lado de descarga de la sección de compresión de tornillo (39) y la frecuencia de rotación del motor eléctrico (11), **caracterizado por que**
- la sección de control (51, 27, 28) incluye una sección de salida (52) del número de revoluciones y una sección de salida (53) de la relación óptima del volumen interior, donde
- 15 - la sección de salida (52) del número de revoluciones calcula una frecuencia de rotación del motor eléctrico (11) para obtener la capacidad de congelación requerida en base a la temperatura detectada mediante un sensor de temperatura (35) y emite una señal que representa la frecuencia de rotación al inversor (54) y la sección de salida (53) de la relación óptima de volumen interior; y
- 20 - la sección de salida (53) de la relación óptima de volumen interior forma una señal para controlar el grado de apertura de la válvula (19) de relación de volumen interior variable en base a la presión del lado de succión, la presión del lado de descarga, la señal que representa la frecuencia de rotación, la tensión de accionamiento y la corriente de accionamiento del motor eléctrico (11), y una posición de la válvula (19) de relación de volumen interior variable.

25

2. Un compresor de tornillo para inversor de modo de relación de volumen interior variable, que comprende:

- una válvula (19) de relación de volumen interior variable que cambia el tiempo de finalización de una etapa de compresión en una sección de compresión de tornillo (39) para hacer variable la relación de volumen interior;
- 30 - un motor eléctrico (11) que acciona de manera giratoria la sección de compresión de tornillo (39);
- un inversor (54) que controla la frecuencia de rotación del motor eléctrico (11) correspondiente a una carga y que detecta la potencia de accionamiento del motor eléctrico (11); y
- una sección de control (51, 27, 28) que controla un grado de apertura de la válvula (19) de relación de volumen interior variable en base a la presión del lado de succión y a la presión del lado de descarga de la
- 35 - la sección de compresión de tornillo (39) y la frecuencia de rotación del motor eléctrico (11), caracterizado por que
- la sección de control (51, 27, 28) incluye una sección de salida (52) del número de revoluciones y una sección de salida (53) de la relación óptima de volumen interior, donde
- la sección de salida (52) del número de revoluciones calcula una frecuencia de rotación del motor eléctrico (11) para obtener la capacidad de congelación requerida en base a la temperatura detectada mediante un
- 40 sensor de temperatura (35) y emite una señal que representa la frecuencia de rotación al inversor (54) y la sección de salida (53) de la relación óptima de volumen interior; y
- la sección de salida (53) de la relación óptima de volumen interior forma una señal para controlar el grado de apertura de la válvula (19) de relación de volumen interior variable en base a la presión del lado de succión, la presión del lado de descarga, la señal que representa la frecuencia de rotación, la potencia de accionamiento
- 45 del motor eléctrico (11), y una posición de la válvula (19) de relación de volumen interior variable.

Fig. 1A

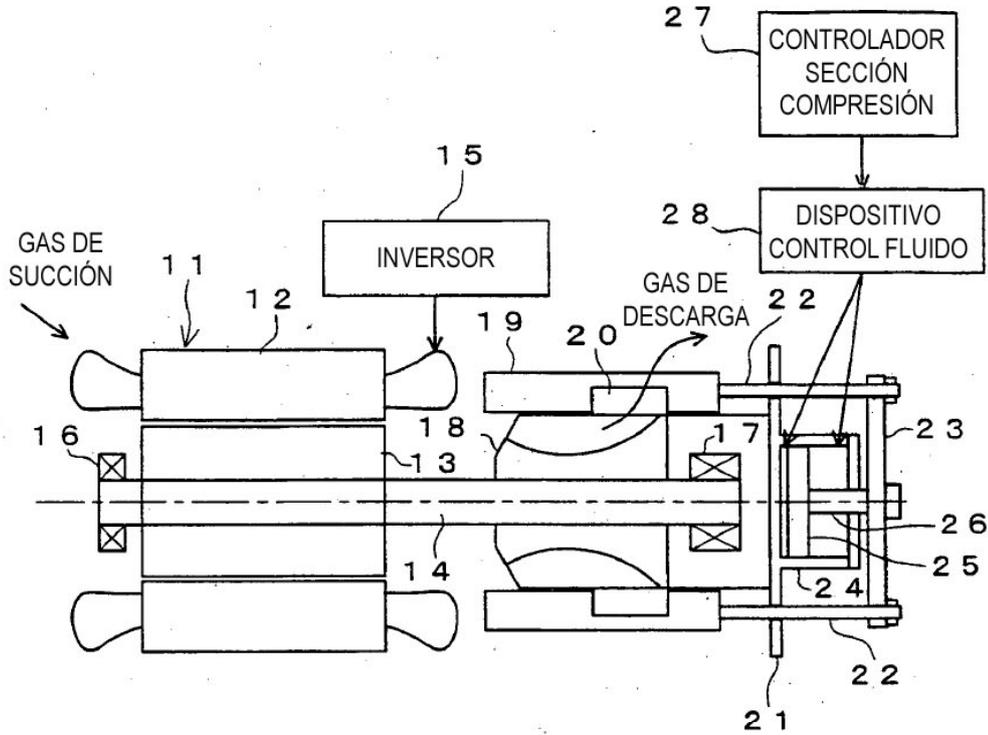


Fig. 1B

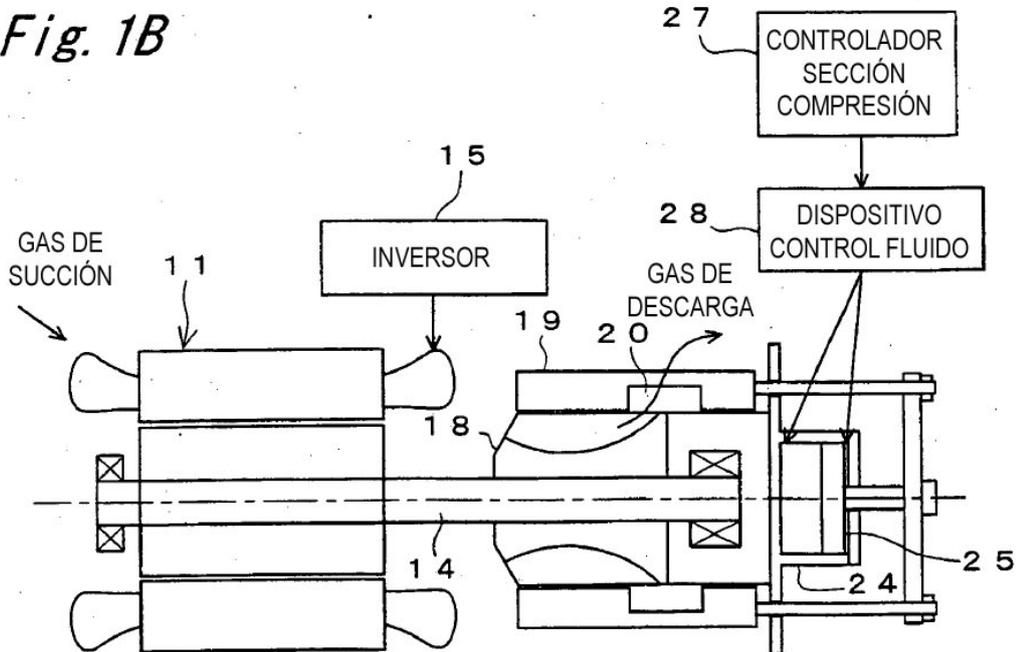






Fig.4

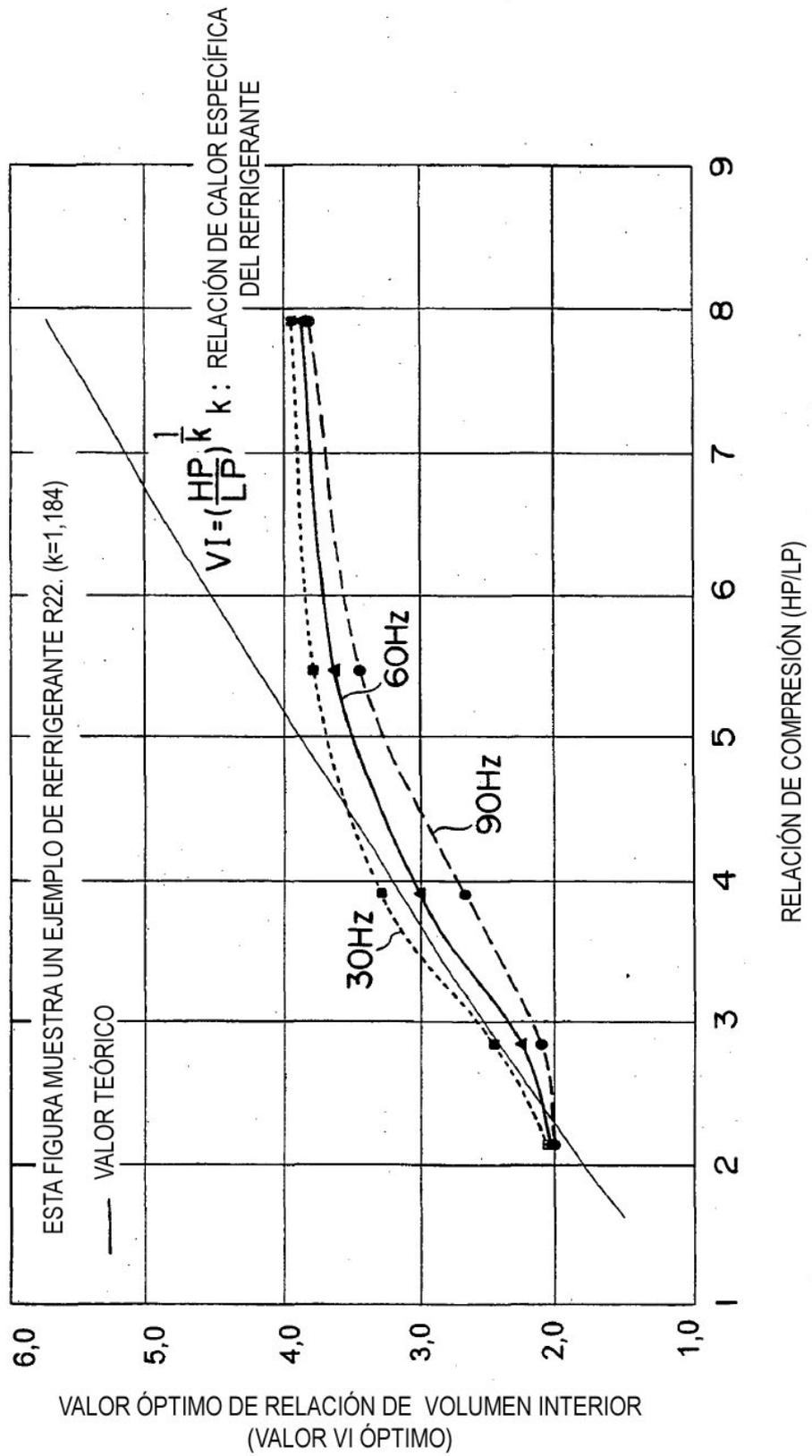
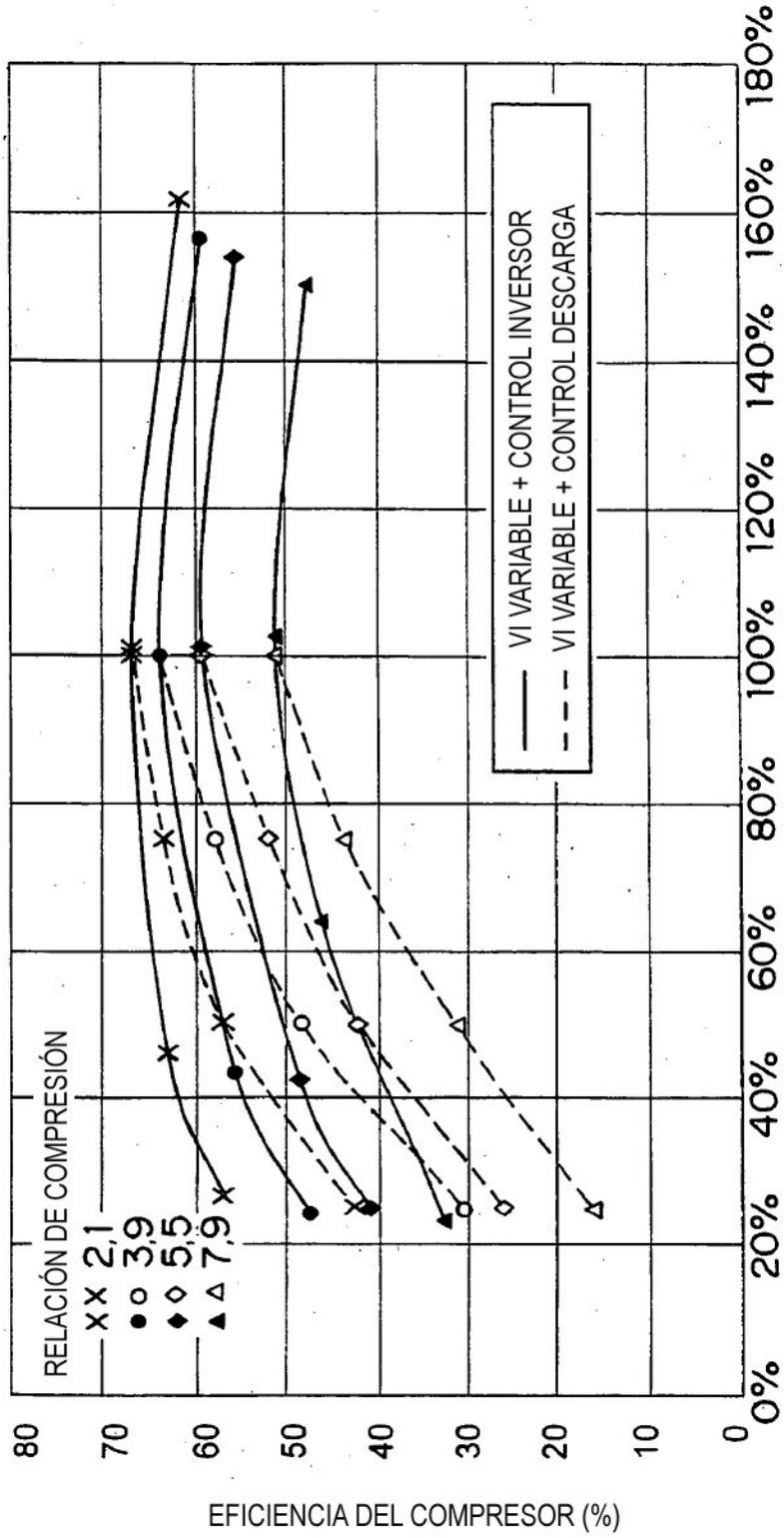


Fig.5



CAPACIDAD DE CONGELACION Q (%) CUANDO LA CAPACIDAD DE LA TECNOLOGIA CONVENCIONAL ESTÁ EN 60 Hz = 100%

Fig.6A

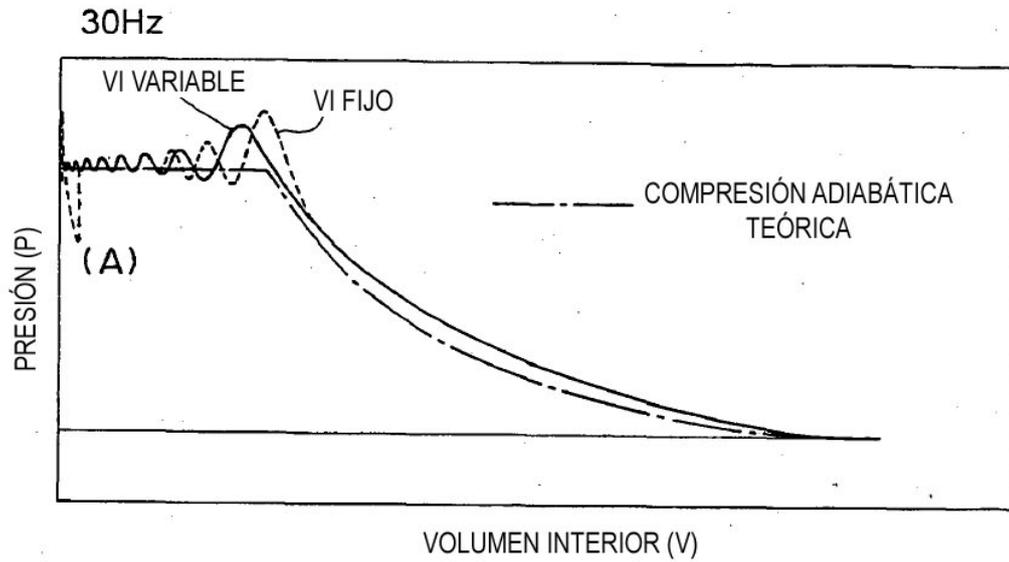


Fig.6B

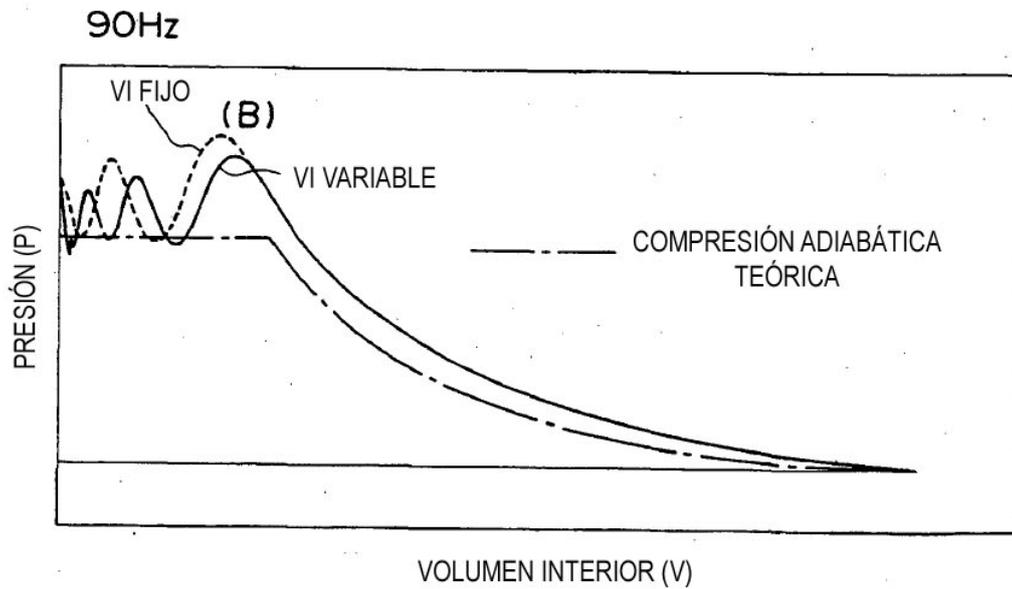


Fig.7

