

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 057**

51 Int. Cl.:

F04B 49/08 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

F04D 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2012 PCT/JP2012/053081**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12140944**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2012 E 12771167 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2615306**

54 Título: **Dispositivo de control de bomba de suministro de agua**

30 Prioridad:

11.04.2011 JP 2011087150

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

25.10.2017

73 Titular/es:

**FUJI ELECTRIC CO. LTD. (100.0%)
1-1 Tanabeshinden Kawasaki-ku Kawasaki-shi
Kanagawa 210-0856, JP**

72 Inventor/es:

MINAMI MASAHIRO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 639 057 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

Dispositivo de control de bomba de suministro de agua

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere a una bomba de agua de alimentación que comprende un dispositivo de control de bomba de agua de alimentación que detecta presión de impulsión (presión del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación) sin la instalación de un sensor de presión o sensor de cantidad en el lado de admisión de una bomba de agua de alimentación y que lleva a cabo un control de la presión final constante estimada.

Técnica anterior

Normalmente, un dispositivo de control de bomba de agua de alimentación instalado en un edificio de oficinas o condominio es tal que se emplea un control de la presión final constante estimada, que controla la presión de agua en un extremo de demanda a una constante virtual controlando la presión del lado de descarga de una.

El control de la presión final constante estimada puede emplearse sin problema en un sistema de tuberías de agua de alimentación donde se instala un tanque de agua, o similar, del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación, y la presión de impulsión cambia poco. Sin embargo, en el tipo de caso donde la bomba de agua de alimentación está conectada directamente en algún sitio a lo largo de la tubería de agua de alimentación, la presión de impulsión cambia dependiendo del estado de uso del agua, lo que significa que cuando se controla para que la presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación sea una presión final constante, es difícil suministrar una cantidad de agua apropiada para la cantidad de agua que se requiere alimentar.

Cuando la altura de la carga (la presión del lado de descarga en un momento de cantidad máxima) en la bomba de agua de alimentación está libre, la presión de impulsión se detecta mediante un sensor de presión instalado en el lado de admisión de la bomba de agua de alimentación y al aplicar la presión de impulsión a una fórmula apropiada, es posible obtener características linealizadas simples que muestren la relación entre la frecuencia de funcionamiento de la bomba de agua de alimentación y la presión del lado de descarga. Al controlar la frecuencia de funcionamiento de la bomba de agua de alimentación de acuerdo con las características linealizadas simples, de manera que la presión del lado de descarga sea tal que la presión final estimada sea constante, un control de la presión final constante estimada es teóricamente posible.

De acuerdo con el método anteriormente descrito, aunque la presión del lado de descarga en un momento de cantidad máxima prácticamente coincide con las características linealizadas simples, se producen errores en la relación entre la cantidad y la presión del lado de descarga en un intervalo de cantidad desde cero hasta alcanzar un valor máximo.

En particular, en un edificio de oficinas o en un condominio, es muy raro que la bomba de agua de alimentación funcione durante un tiempo prolongado a la cantidad máxima y normalmente es frecuente que el funcionamiento se dé a la mitad de la cantidad máxima o menos. Por consiguiente, es probable que se produzcan errores entre la presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación y la presión del lado de la descarga originalmente necesaria, lo que provoca un desperdicio de gastos en costes de electricidad y agua, lo cual va contra el ahorro de recursos y energía.

Además, aunque también es factible llevar a cabo un control de la presión final constante estimada utilizando dos valores de detección análogos, a partir de un sensor de cantidad que detecta la cantidad real y un sensor de presión en el lado de descarga, en este caso son necesarios dos sensores.

En ese caso, como dispositivos de control de una bomba de agua de alimentación que utilizan un control de la presión final constante estimada, se conocen públicamente los descritos en, por ejemplo, los documentos de patente 1 y 2.

La tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el Documento de patente 1 incluye un dispositivo inversor 106 y un motor M para accionar una bomba P, unos sensores de presión 101 y 107 instalados respectivamente en el lado de admisión y de descarga de la bomba P en una tubería de alimentación de agua 200, unos medios de selección de presión 102, medios de cálculo 103 de presión objetivo, medios de control de velocidad de rotación 104 y medios de detección de velocidad de rotación 105, como se muestra en la figura 5.

La tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el Documento de patente 1 es tal que el medio de cálculo de la presión objetivo 103 obtiene una señal de presión objetivo S3 de acuerdo con la velocidad de rotación del motor M usando una señal de presión del lado de admisión S2X y emite la señal de presión objetivo S3 a los medios de control de la velocidad de rotación 104. Se introducen en los medios de cálculo de presión objetivo 103 una primera presión de ajuste PA y una señal de presión PBX desde los medios de selección de presión 102. Los medios de selección de presión 102 emiten la mayor de una segunda presión de ajuste PB menor que la primera presión de

ajuste y la señal de presión S2X como señal de presión PBX.

Los medios de control de la velocidad de rotación 104 controlan la frecuencia de salida del dispositivo inversor 106 de manera que la señal de presión del lado de descarga S2 coincide con la señal de presión objetivo S3, haciendo funcionar de este modo el motor M.

De acuerdo con la tecnología hasta ahora conocida, cuando la señal de presión del lado de admisión S2X excede la segunda presión de ajuste PB, es posible reducir la presión del lado de descarga de la bomba P, incluso cuando la presión de impulsión es anormalmente alta, sustituyendo la presión de ajuste PB por la señal de presión S2X, y continuando el funcionamiento.

Además, la tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el Documento de patente 2 incluye sensores de presión 101 y 107 instalados respectivamente en el lado de admisión y de descarga de una bomba P, un sustractor 108, medios de cálculo de frecuencia máxima 109 y medios de cálculo de frecuencia mínima 110, medios de cálculo de la presión objetivo final 111, medios de media móvil 112, medios de sustracción 113 que obtienen una desviación entre una presión objetivo, que es la salida del medio de media móvil 112 y un valor de detección de presión del lado de descarga, medios integrales proporcionales 114, medios de adición 115 que suman la salida de los medios integrales proporcionales 114 y una frecuencia del inversor f_{in} real, obteniendo de este modo un valor de comando de frecuencia del dispositivo inversor 106, como se muestra en la figura 6.

Se introduce una cantidad máxima Q_{max} en los medios de cálculo de la frecuencia máxima 109, mientras que una presión de ajuste máxima P_{max} , una presión de ajuste mínima P_{min} y la frecuencia del inversor f_{in} se introducen en los medios de cálculo 111 de la presión objetivo final.

La tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el Documento de patente 2 es tal que los medios de cálculo de la frecuencia máxima 109 y los medios de cálculo de frecuencia mínima 110 obtienen una diferencia de presión ΔP entre la presión de descarga y la presión de admisión de la bomba P y una frecuencia máxima f_{max} y una frecuencia mínima f_{min} de la cantidad máxima Q_{max} . Además, los medios de cálculo de presión objetivo final 111, usando la frecuencia máxima f_{max} , la frecuencia mínima f_{min} , la presión de ajuste máxima P_{max} , la presión de ajuste mínima P_{min} y la frecuencia del inversor f_{in} , calculan una presión objetivo P usando una fórmula predeterminada. A continuación, mediante los medios integrales proporcionales 114 que añaden una desviación entre un valor medio móvil de la presión objetivo P obtenida por los medios de media móvil 112 y un valor de detección de la presión del lado de descarga a la frecuencia del inversor f_{in} , utilizando un cálculo integral proporcional, se calcula el valor del comando de frecuencia del dispositivo inversor 106.

Como esta tecnología hasta ahora conocida es tal que la presión objetivo P se calcula usando la frecuencia máxima f_{max} y la frecuencia mínima f_{min} , basándose en la diferencia de presión ΔP entre la presión de descarga y la presión de admisión de la bomba P, es posible un control altamente preciso de la presión final constante estimada, no afectado por perturbaciones.

Se conoce, por ejemplo, un dispositivo de control de bomba de agua de alimentación adicional a partir del documento US 5.941.690 A. Dicho documento se refiere a un sistema de bomba de impulsión de control de inversor de velocidad variable de presión constante. El inversor se controla para cambiar una frecuencia de salida que depende de la presión de la tubería de suministro de agua. La tubería de suministro de agua tiene un transmisor de presión, donde la unidad de control detecta el cambio de la presión en la tubería de suministro de agua y proporciona una señal al inversor que hace que el inversor cambie la frecuencia de salida del motor para controlar la velocidad del motor en un intervalo constante.

Documentos de la técnica relacionada

Documentos de la patente

Documento de patente 1: JP-A-5-133343 (Párrafos [0013] a [0019], Figura 1 y similares)

Documento de patente 2: JP-A-2001-123962 (Párrafos [0012] a [0026], Figura 1, Figura 2, y similares)

Líneas generales de la invención

Problemas a resolver por la invención

De acuerdo con las tecnologías hasta ahora conocidas según los documentos 1 y 2 de la patente, es posible llevar a cabo un control de la presión final constante estimada manteniendo la presión de descarga de la bomba P virtualmente constante. Sin embargo, como el sensor de presión 101 que detecta la presión del lado de admisión de la bomba P es esencial en ambos casos, existe el problema de que el coste total del equipo aumenta.

Por lo tanto, un objetivo de la invención es hacer innecesario un sensor de presión o un sensor de cantidad en el lado de admisión de la bomba, permitiendo así una reducción en el coste del dispositivo de control de la bomba de

agua de alimentación.

Además, otro objetivo de la invención es llevar a cabo un control de la presión final constante estimada controlando la presión de descarga de la bomba a un valor predeterminado, logrando así un ahorro en recursos y un ahorro de energía.

Medios para resolver los problemas

En vista del estado de la técnica conocido a partir del documento US 5.941.690 A, un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una bomba de agua de velocidad mejorada que tenga un dispositivo de control de bomba de agua de alimentación. El problema se resuelve mediante la bomba de agua de alimentación de la presente invención tal como se define en la reivindicación 1. Se definen otras realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes. La invención se basa en un dispositivo de control de la bomba de alimentación de agua que lleva a cabo un control de la presión final constante estimada controlando la velocidad de funcionamiento de una bomba de agua de alimentación instalada en una tubería de alimentación de agua con un dispositivo inversor de manera que la presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación se posicione en una curva de resistencia de la tubería.

Además, la invención es tal que, cuando se produce un error entre las características F-P que muestran la relación entre la frecuencia de salida del dispositivo inversor y el consumo eléctrico, y, un punto de funcionamiento real, se determina que la bomba tiene presión de impulsión. Cuando hay presión de impulsión, se calcula automáticamente una cantidad de corrección de las características linealizadas que muestran la relación entre la frecuencia de salida del dispositivo inversor y la presión del lado de descarga de la bomba usando el error entre las características F-P y el punto de funcionamiento real (el error de frecuencia de salida del dispositivo inversor), y las características linealizadas se corrigen usando la cantidad de corrección y un valor de detección de presión del lado de descarga de la bomba. Posteriormente, se realiza un control de la presión final constante estimada usando un control proporcional, integral y diferencial basado en características linealizadas de postcorrección.

Ventaja de la invención

De acuerdo con la invención, se detecta un error en las características F-P que corresponden a la presión de impulsión sin usar un sensor de presión o sensor de cantidad en el lado de admisión de la bomba y las características linealizadas se corrigen usando el error, lo que significa que son posibles una simplificación del equipo, una reducción de los costes y un ahorro de recursos.

Además, como las características linealizadas corresponden a la curva de resistencia de la tubería, es posible suprimir la presión generada por la bomba por una cantidad equivalente a la presión de impulsión y hacer funcionar la bomba a un número óptimo de rotaciones. Debido a esto, es posible un funcionamiento de ahorro de energía de una bomba de agua de alimentación que lleva a cabo un control de la presión final constante estimada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración global de una realización de la invención.
 La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra de forma equivalente un sistema de control de realimentación cuando no hay presión de impulsión de la bomba en la figura 1.
 La figura 3 es una ilustración de las características de cantidad-carga (características Q-H) 1 cuando no hay presión de impulsión de la bomba.
 La figura 4A es una ilustración de las características de cantidad-carga (características Q-H) 2 cuando hay presión de impulsión de la bomba.
 La figura 4B es una ilustración de las características de frecuencia-carga (características Q-H).
 La figura 4C es una ilustración de las características de frecuencia-electricidad (características F-P).
 La figura 5 es un diagrama de configuración de la tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el documento 1 de la patente.
 La figura 6 es un diagrama de configuración de la tecnología hasta ahora conocida de acuerdo con el documento 2 de la patente.

Modo de llevar a cabo la invención

En lo sucesivo, se da una descripción, basada en los dibujos, de una realización de la invención.

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración global de la realización. En la figura 1, una unidad inversora 401 acciona un motor M generando una frecuencia basada en un comando de frecuencia f^* emitido desde una unidad de control del inversor 300 y una tensión de corriente alterna de una amplitud de acuerdo con la frecuencia, haciendo funcionar de este modo una bomba de agua de alimentación P. 200 es una tubería de alimentación de agua para la alimentación de agua.

La unidad de control del inversor 300 es un medio de procesamiento de control incorporado en un dispositivo inversor 400 y está configurado, por ejemplo, con una CPU, una memoria, un regulador PID, un convertidor A/C, una interfaz de entrada/salida y similares. El dispositivo inversor 400 está configurado por la unidad de control del inversor 300 y la unidad inversora 401.

5 En la unidad de control del inversor 300, las características linealizadas 301 son características que muestran una relación entre la frecuencia de accionamiento de la bomba P (la frecuencia de salida de la unidad inversora 401) y la presión del lado de descarga de la bomba P. En la figura 1, las características linealizadas cuando no hay presión de impulsión de la bomba P se muestran con una línea continua, mientras que las características linealizadas cuando hay presión de impulsión se muestran con una línea discontinua. En la realización, que se caracteriza por las características linealizadas para cuando no se corrige ninguna presión de impulsión y se utiliza cuando hay una presión de impulsión de la bomba P, las características de la línea continua también se denominan características linealizadas de precorrección y las características de la línea discontinua, características linealizadas de postcorrección.

15 Las características linealizadas de precorrección son esencialmente las mismas que una curva de resistencia de tubería preestablecida de acuerdo con una tubería de agua de alimentación con el fin de llevar a cabo un control de presión final constante estimada, y las características linealizadas se almacenan en una memoria (no mostrada) como una función o una tabla de datos.

20 En este caso, la curva de resistencia de la tubería se denomina también características de cantidad-carga (características Q-H), tal como se muestra en la figura 3, donde la carga cuando no hay presión de impulsión es equivalente a la presión generada por la bomba. Por razones de conveniencia, la curva de resistencia de la tubería mostrada en la figura 3 se denomina características de cantidad-carga (características Q-H) 1.

25 En la figura 1, una presión objetivo seleccionada de entre las presiones del lado de descarga de las características linealizadas 301 se introduce en los medios de sustracción 302 junto con un valor de detección de presión del lado de descarga desde un sensor de presión 402 en el lado de descarga de la bomba P. La desviación calculada por los medios de sustracción 302 se introduce en los medios de control PID 303 y una salida de los mismos se introduce en los medios de aceleración 304 a través de los medios de conmutación 309. En este caso, mientras el funcionamiento de los medios de conmutación 309 se controla mediante los medios de determinación de error 308 de la característica F-P, que se describirán a continuación, la salida de los medios de control PID 303 se proporciona a los medios de aceleración 304 a través de los medios de conmutación 309 en un tiempo normal cuando no hay presión de impulsión. Además, dado que el funcionamiento de los medios de conmutación 311 también está controlado por los medios de determinación de error 308 de la característica F-P, que se describirán más adelante, los medios de conmutación 311 se abren en el caso de "No error" y se cierran en el caso de "Error".

35 Los medios de control PID 303 están configurados por un regulador que lleva a cabo cálculos de proporcionalidad, integrales y de diferenciación para que la desviación sea cero. Los medios de aceleración 304 calculan el comando de frecuencia f^* basándose en la salida de los medios de control PID 303 y emiten la instrucción de frecuencia f^* a la unidad inversora 401.

40 Un equivalente de un sistema de control de realimentación cuando no hay presión de impulsión de la bomba P es como el que se muestra en la figura 2.

45 Además, en la figura 1, el 305 se refiere a unos medios de cálculo de consumo eléctrico que calculan el consumo eléctrico de la unidad inversora 401. Los medios de cálculo 305 de consumo eléctrico calculan el consumo eléctrico de la unidad inversora 401 basándose en un comando de tensión V^* generado dentro de la unidad inversora 401 (o un valor de detección de la tensión de salida de la unidad inversora 401) y un valor de detección I de la corriente de salida de la unidad inversora 401.

50 El 306 se refiere a las características de frecuencia-electricidad (características F-P) que muestran la relación entre la frecuencia de salida y el consumo eléctrico de la unidad inversora 401 calculada por los medios de cálculo 305 de consumo eléctrico, que se almacenan en la memoria como una función o tabla de datos. Las características F-P 306, que son prácticamente constantes independientemente de si hay o no presión de impulsión, son, por ejemplo, el tipo de características mostradas por la línea continua de la figura 4C. Las características F-P 306 ajustan y almacenan el consumo eléctrico de la unidad inversora 401 con respecto a la frecuencia de salida de la unidad inversora 401 cuando la bomba P está en funcionamiento o cuando se comprueba el funcionamiento durante los trabajos de mantenimiento. En este momento, es posible recopilar las características F-P 306 sustituyendo la potencia del eje de accionamiento de la bomba P por el consumo eléctrico de la unidad inversora 401.

60 Ahora, cuando se asume que no hay presión de impulsión de la bomba P, los medios de control PID 303 funcionan con una presión predeterminada del lado de descarga para llevar a cabo un control de presión final constante estimada como una presión objetivo y el comando de frecuencia f^* se calcula mediante los medios de aceleración 304 y se proporciona a la unidad inversora 401. La relación en este momento entre la frecuencia de salida de la unidad inversora 401 y la presión del lado de descarga puede estar representada, por ejemplo, por las

características linealizadas de la línea continua de la figura 4B, donde la relación entre una frecuencia F_a de la unidad inversora 401 y la presión del lado de descarga se mantiene en un punto de funcionamiento A. Como la frecuencia de la unidad inversora 401 es proporcional a la cantidad, las características linealizadas de la línea continua de la figura 4B coinciden con la curva de resistencia de la tubería de la figura 3.

5 Sin embargo, cuando hay presión de impulsión, debería ser admisible que la presión generada por la bomba fuera menor en una cantidad equivalente a la presión de impulsión que actúa como presión efectiva del lado de admisión, como se desprende de una comparación de las curvas de resistencia de la tubería de la figura 3 y de la figura 4A. En este caso, por razones de conveniencia, la curva de resistencia de la tubería de la figura 4A se denomina
10 características de cantidad-carga (características Q-H) 2.

Sin embargo, cuando el funcionamiento de la unidad inversora 401 continúa en el punto de funcionamiento A cuando hay presión de impulsión, se hace que la bomba P rote excesivamente con respecto a la cantidad de agua de alimentación requerida y la unidad inversora 401, el motor M y la bomba P consumen energía inútilmente. Es decir,
15 dado que el punto de funcionamiento de las características F-P de la unidad inversora 401 de la figura 4C se desvía del valor óptimo en esta condición, es necesario volver a llevar el punto de funcionamiento dentro de las características FP (es decir, corregir las características linealizadas).

En la figura 4C, la relación entre la frecuencia F_a de la unidad inversora 401 correspondiente al punto de
20 funcionamiento A de la figura 4B y el consumo eléctrico se desvía de las características F-P mostradas por la línea continua cuando hay presión de impulsión, tal como se muestra en un punto de funcionamiento P_a de la figura 4C. Los medios de determinación de error 308 de la característica F-P de la figura 1 obtienen el punto de funcionamiento P_a del comando de frecuencia f^* emitido por los medios de aceleración 304 y el consumo eléctrico obtenido por los
25 medios de cálculo 305 de consumo eléctrico, y determinan si no hay desviación (un error) entre el punto de funcionamiento P_a y las características F-P. Como resultado de esto, cuando se determina que hay una desviación igual o mayor que un valor predeterminado entre el punto de funcionamiento P_a y las características F-P, se emite una señal para conmutar los medios de conmutación 309 al lado "Error" y cerrar los medios de conmutación 311.

En la figura 4C, el funcionamiento continuo con el punto de funcionamiento P_a significa hacer funcionar la unidad
30 inversora 401 a alta velocidad, a la frecuencia F_a , sin tener en cuenta una cantidad AP de reducción de consumo eléctrico provocada por la presión de impulsión y conduce a un consumo eléctrico inútil. Con el fin de resolver esto, basta con desplazar el punto de funcionamiento del punto de funcionamiento P_a a un punto de funcionamiento P_b dentro de las características F-P.

Por lo tanto, los medios de control de corrección 307 de la linealización de la figura 1 calculan una diferencia de
35 frecuencia ΔF entre los puntos de funcionamiento P_a y P_b e introducen la diferencia de frecuencia ΔF en los medios de aceleración 304 a través de los medios de conmutación 309. En ese momento, los medios de conmutación 309 se conmutan hacia el lado "Error" mediante una operación de los medios de determinación 308 de error de la característica F-P.

Los medios de aceleración 304 de la figura 1 introducen una señal correspondiente a la diferencia de frecuencia ΔF
40 en los medios de corrección 310 de característica linealizada como el comando de frecuencia f^* . Un valor de detección de la presión del lado de descarga del sensor de presión 402 se introduce además en los medios de corrección 310 de la característica linealizada.

En este momento, los medios de conmutación 311 se cierran y los medios de corrección 310 de la característica
45 linealizada corrigen las características linealizadas 301 desde las características linealizadas de precorrección mostradas por la línea continua en la figura 4B hasta las características linealizadas de postcorrección mostradas por la línea discontinua en la figura 4B, con un carga total obtenida a partir del comando de frecuencia f^* y del valor de detección de presión del lado de descarga como una presión límite superior. Las características linealizadas después de la corrección se almacenan en la memoria (no mostrada) como una función o tabla de datos, configurando de este modo las características linealizadas 301 de la figura 1.

[Posteriormente, los medios de conmutación 309 se conectan al lado "No Error" y los medios de conmutación 311 se
55 abren, y la desviación entre una presión objetivo elegida basándose en las características linealizadas 301 de postcorrección y el valor de detección de presión del lado de descarga del sensor de presión 402 se introduce en los medios de control PID 303. La salida de los medios de control PID 303 se introduce en los medios de aceleración 304 a través de los medios de conmutación 309 y el comando de frecuencia f^* se calcula mediante los medios de aceleración 304 y se proporciona a la unidad inversora 401.

Posteriormente, se genera el comando de frecuencia f^* mediante un control PID de acuerdo con la presión objetivo
60 basada en las características linealizadas de postcorrección, la presión del lado de descarga de la bomba P se mantiene a la presión objetivo controlando la frecuencia de salida de la unidad inversora 401, y se lleva a cabo un control de presión final constante estimada. Además, cada vez que se produce un error entre las características F-P
65 y el punto de funcionamiento debido a la presión de impulsión, basta con repetir el proceso de corrección de la característica linealizada descrito en lo que antecede.

5 Cuando la cantidad de agua de alimentación requerida o la presión de impulsión de la bomba P cambia, provocando un cambio en la presión del lado de descarga, el punto de funcionamiento se desvía de las características F-P de la figura 4C en el caso de que la cantidad de corrección característica linealizada sea pequeña. En este caso, basta con volver a corregir las características linealizadas calculando la diferencia de frecuencia ΔF cuando el punto de funcionamiento se desvía de las características F-P e ir reduciendo gradualmente la presión objetivo de las características linealizadas de postcorrección, de manera que el punto de funcionamiento vuelva a estar dentro de las características F-P.

10 Como contrapartida, en el caso de que la magnitud de la corrección característica lineal sea grande, el punto de funcionamiento está dentro de las características F-P, pero la cantidad de agua de alimentación es insuficiente. En este caso, basta con corregir las características linealizadas aumentando gradualmente la presión objetivo de las características linealizadas, calculando la diferencia de frecuencia ΔF cuando el punto de funcionamiento se desvía de las características F-P y utilizando el hecho de que la frecuencia y la cantidad son proporcionales, correlacionando así las características linealizadas con la curva de resistencia de la tubería de la figura 4A.

15 Descripción de referencias numéricas y símbolos

- 200: Tubería de agua de alimentación
- 300: Unidad de control del inversor
- 301: Características linealizadas
- 20 302: Medios de sustracción
- 303: Medios de control PID
- 304: Medios de aceleración
- 305: Medios de cálculo de consumo eléctrico
- 306: Características F-P
- 25 307: Medios de control de corrección de linealización
- 308: Medios de determinación de error de la característica F-P
- 309,311: Medios de conmutación
- 310: Medios de corrección de característica linealizada
- 400: Dispositivo inversor
- 30 401: Unidad inversora
- 402: Sensor de presión
- M: Motor
- P: Bomba de agua de alimentación

35

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de agua de alimentación (P) que comprende un dispositivo de control de la bomba de agua de alimentación (400, 402) adaptado para controlar una presión final constante estimada controlando mediante un dispositivo inversor (400) la velocidad de funcionamiento de la bomba de agua de alimentación (P) instalada en una tubería de agua de alimentación (200) de manera que la presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación (P) se posiciona en una curva de resistencia de la tubería; el dispositivo de control de bomba de agua de alimentación (400, 402) contiene un sensor de presión (402) que detecta la presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación (P); y el dispositivo inversor (400), que este dispositivo inversor (400) contiene medios de almacenamiento que almacenan características linealizadas (301) que muestran la relación entre una frecuencia de salida del dispositivo inversor (400) y la presión del lado de descarga; **caracterizada por que** el dispositivo inversor (400) contiene además: medios de cálculo (305) de consumo eléctrico que calculan el consumo eléctrico del dispositivo inversor (400); medios de almacenamiento que almacenan características (306) de frecuencia-consumo eléctrico (F-P) que muestran una relación entre una frecuencia de salida del dispositivo inversor (400) y un consumo eléctrico; medios de determinación (308) que determinan la presencia o ausencia de una presión del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación basada en el dispositivo inversor (400) la frecuencia de salida, el consumo eléctrico, y las características (306) de frecuencia-consumo eléctrico (F-P); y medios de corrección (307) que corrigen las características linealizadas (301) cuando los medios de determinación (308) determinan que hay presión del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación.
2. La bomba de agua de alimentación (P) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la presión del lado de descarga en las características linealizadas (301) se toma como presión objetivo, y se emite un comando de frecuencia basándose en la desviación entre la presión objetivo y un valor de detección de presión del lado de descarga de la bomba de agua de alimentación (P).
3. La bomba de agua de alimentación (P) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que**, cuando un punto de funcionamiento obtenido del comando de frecuencia y el consumo eléctrico calculado por los medios de cálculo (305) de consumo eléctrico se desvía del consumo de las características (306) de frecuencia-consumo eléctrico (F-P) por un valor predeterminado o más, los medios de determinación (308) determinan que hay presión del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación.
4. La bomba de agua de alimentación (P) de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizada por que**, cuando los medios de determinación (308) determinan que hay presión del lado de admisión de la bomba de agua de alimentación, las características linealizadas (301) se corrigen usando el valor de detección de presión del lado de descarga obtenido por el sensor de presión (402) y el comando de frecuencia.

FIG.1

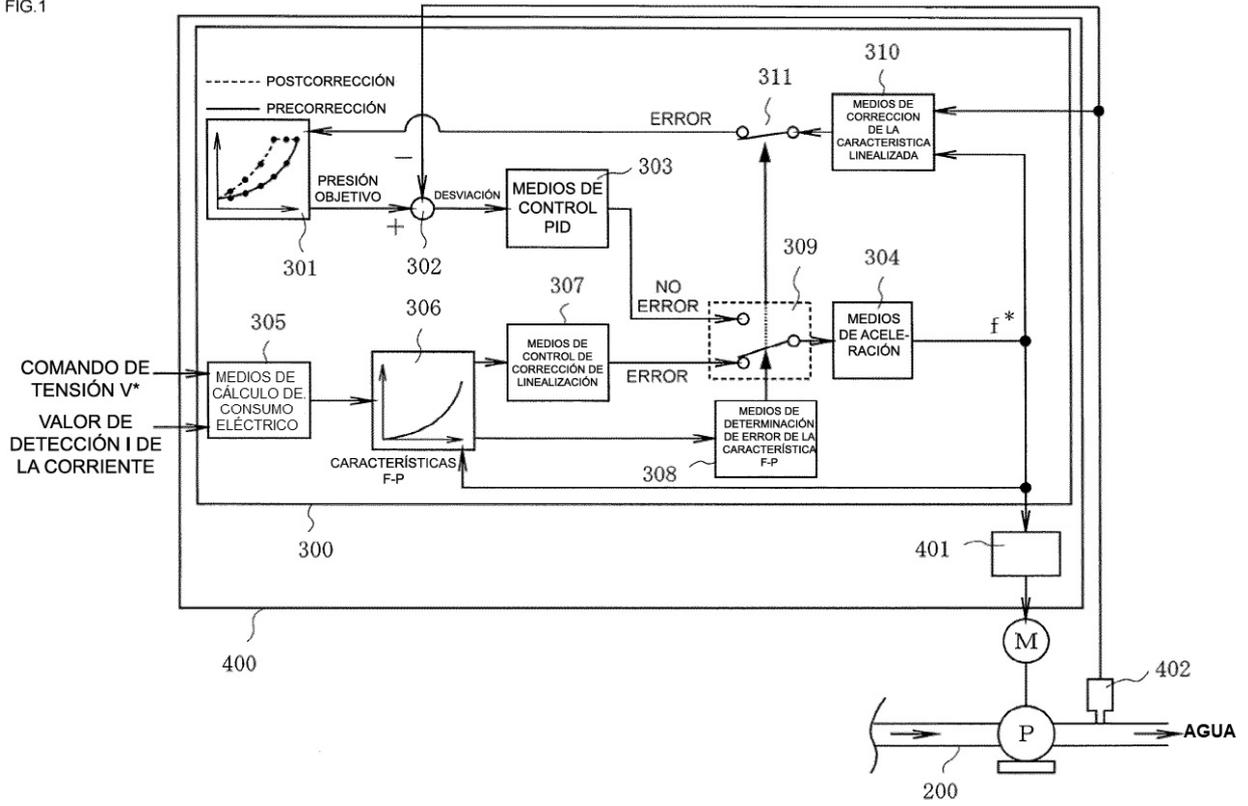


FIG.2

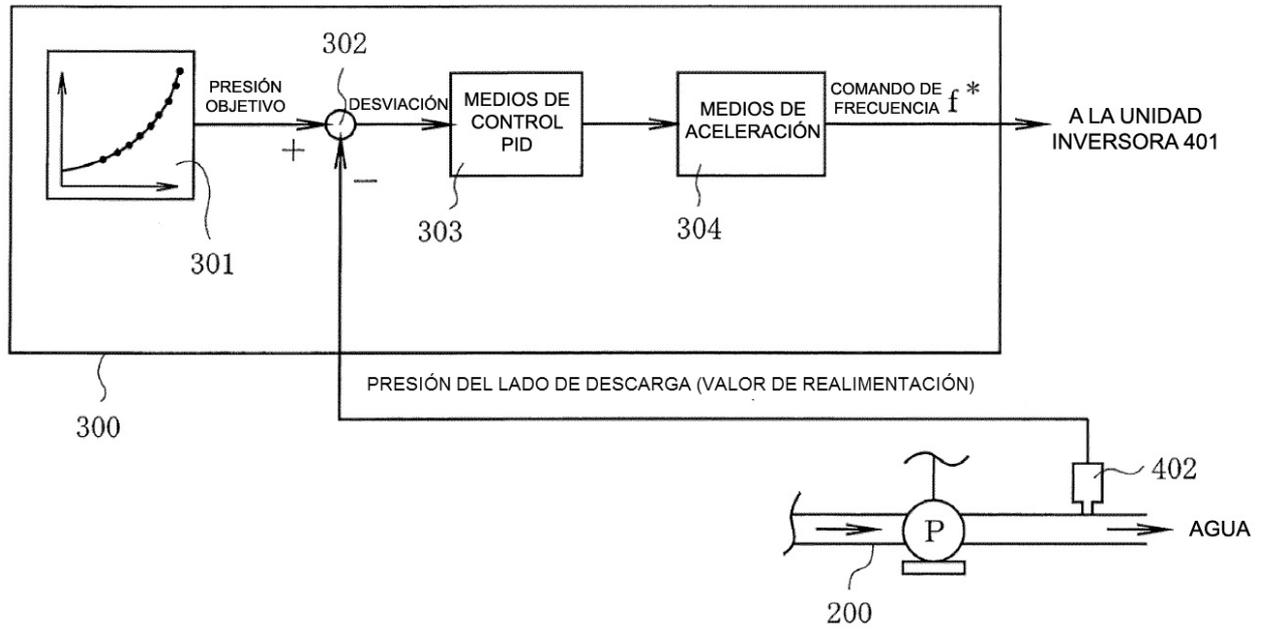


FIG.3

PRESIÓN DEL LADO DE DESCARGA

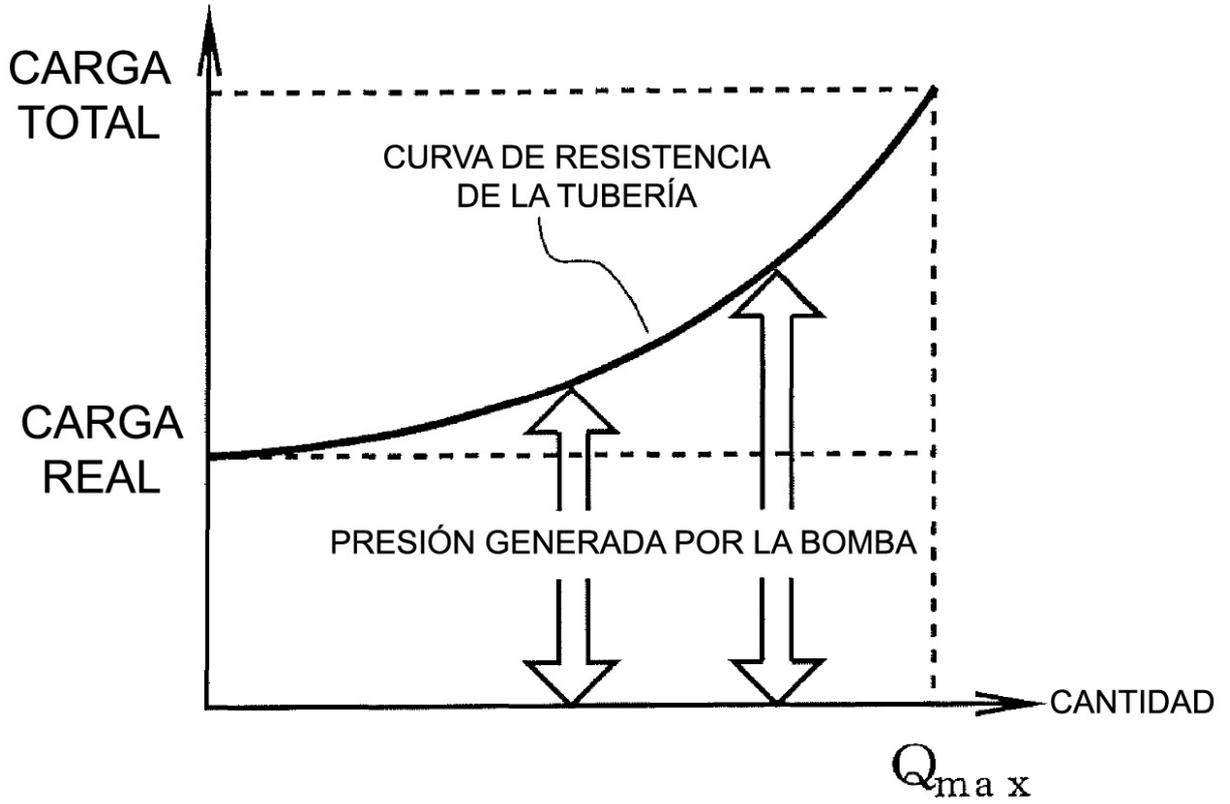


FIG.4A

PRESIÓN DEL LADO DE DESCARGA

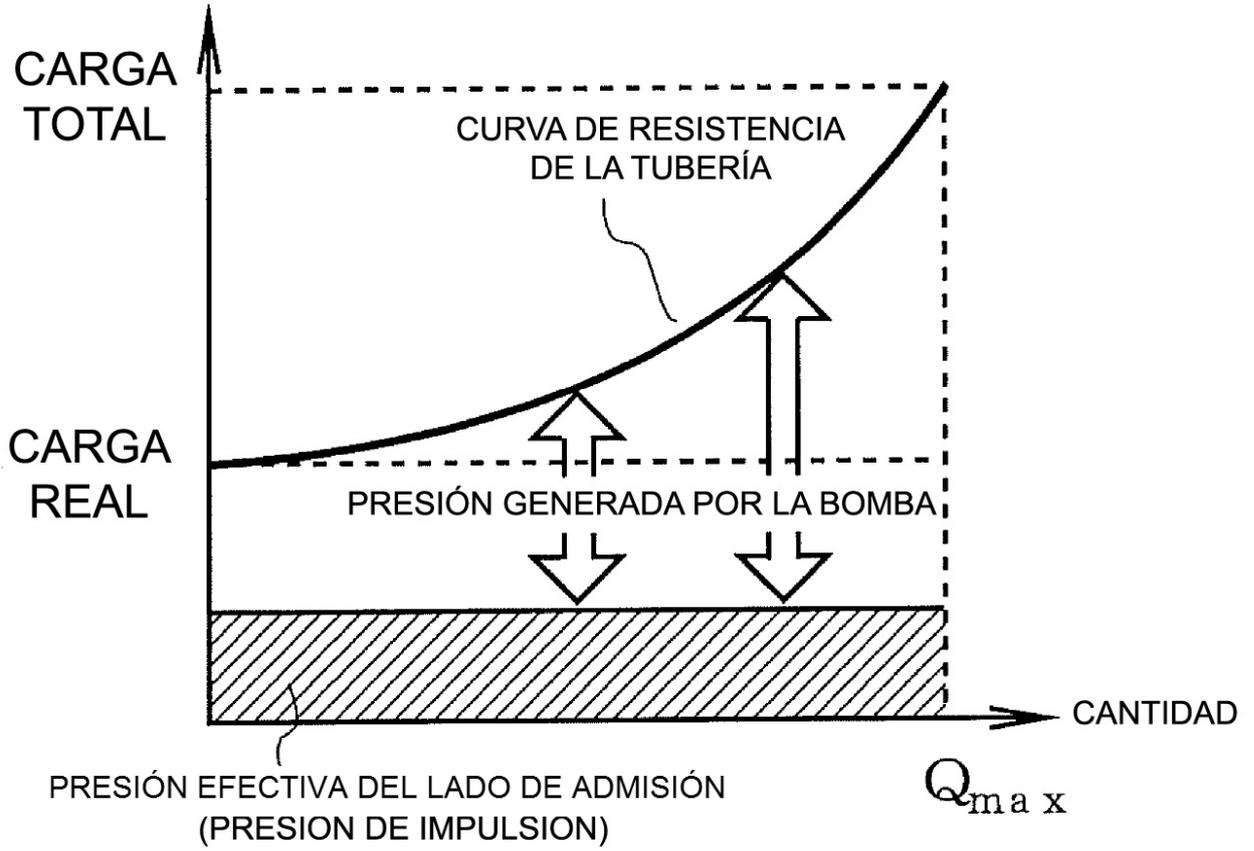


FIG.4B

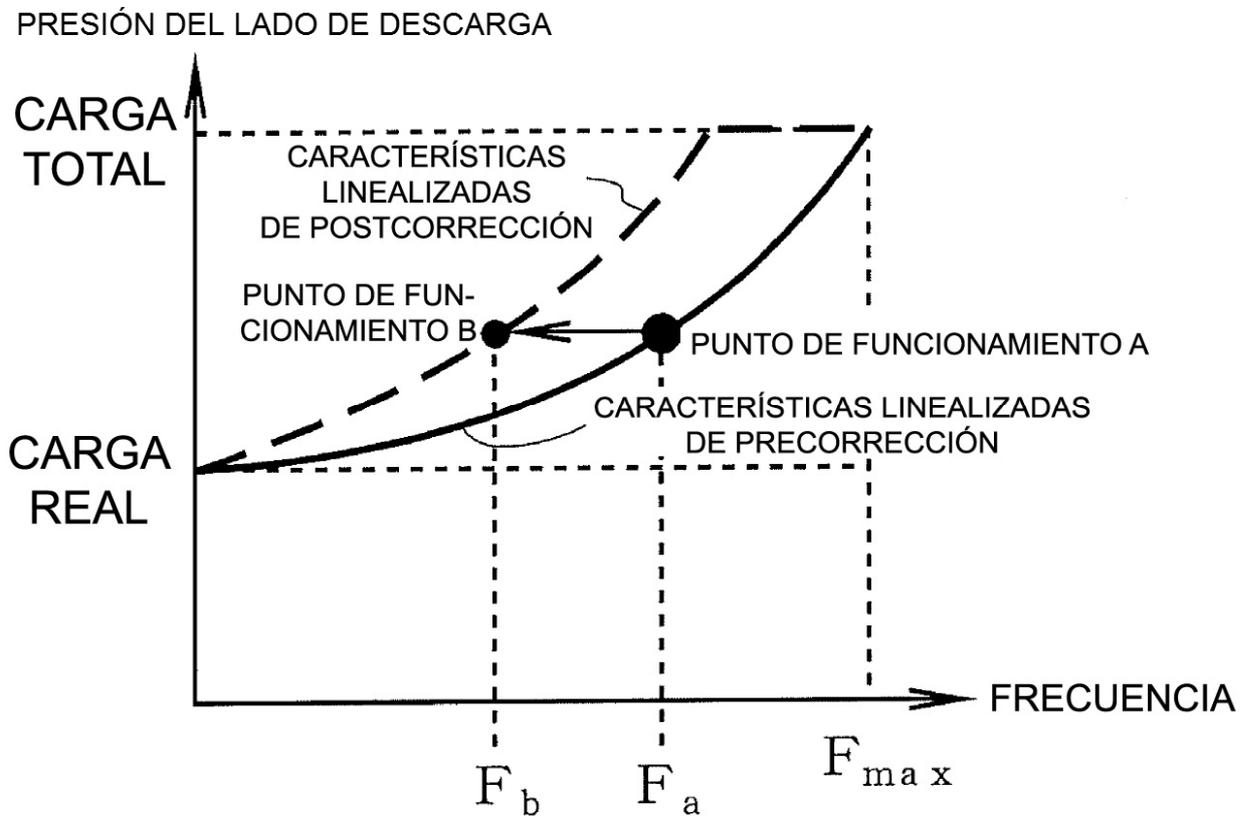


FIG.4C

CONSUMO ELÉCTRICO

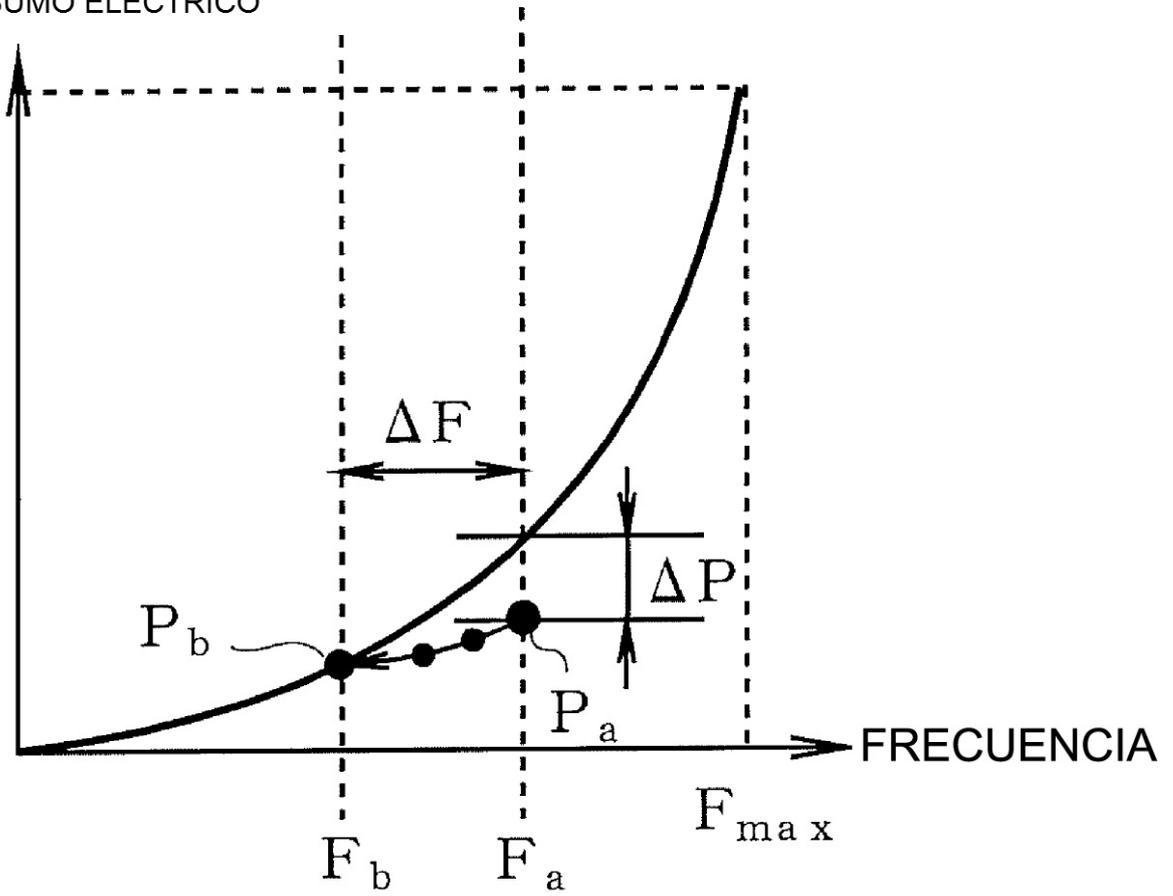


FIG.5

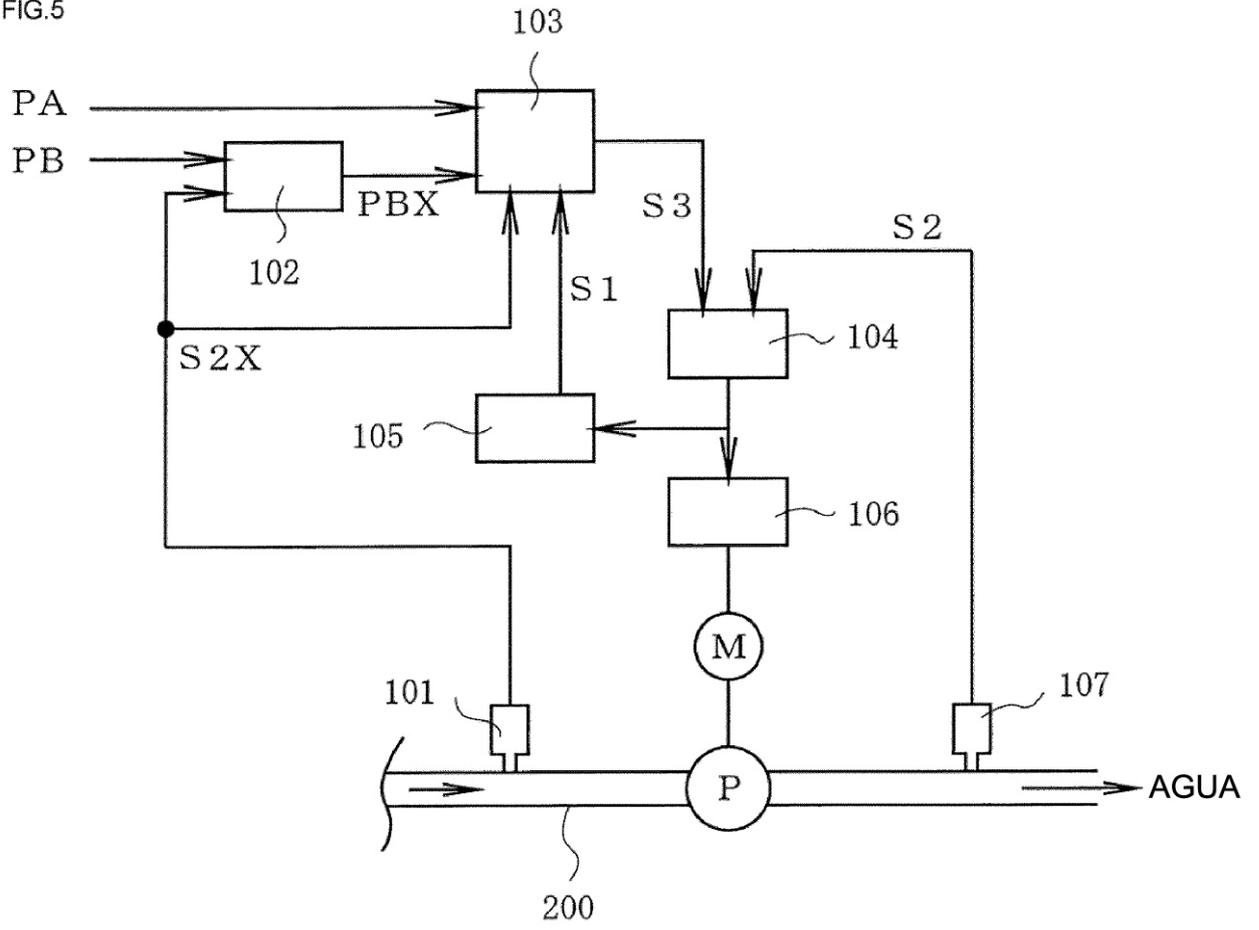


FIG.6

