(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 159 248**

(21) Número de solicitud: 009901884

(51) Int. Cl.[7]: F04B 9/113

F04B 45/073

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación: **09.08.1999**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2001**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **16.09.2001**

(71) Solicitante/s: **PINTURAS JAQUE, S.L.**
Pol. Ind. Oeste, parcela 21-15
30169 San Ginés, Murcia, ES

(72) Inventor/es: **Pérez Motos, Antonio**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Bomba volumétrica de doble membrana aplicable a máquina pintabandas y a otros usos.**

(57) Resumen:
Bomba volumétrica de doble membrana aplicable a máquina pintabandas y a otros usos.
La máquina que se describe es una bomba volumétrica o de desplazamiento positivo de doble membrana con simetría estructural, y que tiene dos funciones básicas: la primera es la de impulsar un fluido incompresible (en principio, pintura) y la segunda es la de poder actuar de manera indirecta como caudalímetro, eliminando así los problemas que producen los caudalímetros convencionales en la medida de caudales de pintura. La bomba constituye un alimentador continuo de pintura para señalización horizontal, aplicable a una máquina pintabandas, o a cualquier otro uso. Como fuerza motriz se utiliza la presión ejercida por otro fluido primario incompresible (en principio, aceite). Para gobernar el movimiento alternativo de las membranas se emplea un sistema neumático consistente en un circuito de aire comprimido y en una válvula neumática. Un circuito auxiliar de emergencia paraliza la máquina en caso de una hipotética anomalía.

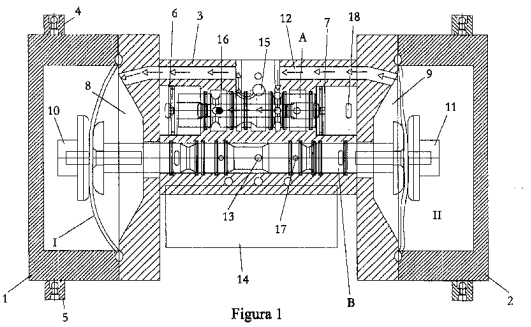


Figura 1

ES 2 159 248 A1

DESCRIPCION

Bomba volumétrica de doble membrana aplicable a máquina pintabandas y a otros usos.

Características definitorias

La bomba que se describe tiene como función principal la de constituir un alimentador continuo de pintura para señalización horizontal. No obstante, puede prestar servido para otros fines, y con otros fluidos incompresibles, tales como aceite. El invento consiste en una bomba volumétrica o de desplazamiento positivo de doble membrana, con simetría estructura reducido tamaño y carácter modular. Las membranas están montadas en los extremos de un eje corredera dotado de un movimiento alternativo. Las características definitorias de la bomba, que la diferencian de otras existentes en el mercado, son las siguientes:

- El sistema motor o impulsor de la bomba es un circuito hidráulico de un líquido a presión. De cualquier modo, el fluido impulsor será distinto al fluido impulsado (en principio, pintura).

- El sistema de control de la bomba es independiente del sistema impulsor, lo que permite dotar a la bomba de medidas de seguridad que impidan la rotura de las membranas. En la máquina que se describe, el sistema de mando y control es neumático, aunque podría ser de otro tipo.

- Las membranas están situadas en una doble cámara; por la parte interna de la membrana actúa el fluido impulsor, mientras que en la parte externa es impulsado el fluido de trabajo, de modo que no existe conexión simultánea entre ambos fluidos. La pintura ocupa sólo una parte de la máquina, y el sistema impulsor se encuentra permanentemente lubricado, como consecuencia de que el fluido motor es aceite.

- El sistema de fluido motor, de doble membrana y de doble cámara de trabajo, permite que las membranas funcionen con gran uniformidad de presiones a uno y a otro lado, de manera que la resistencia física de las mismas queda asegurada para un amplio rango de presiones de trabajo.

- La condición de uniformidad de presiones y las condiciones estables de trabajo de las membranas posibilita el hecho de que la relación de volúmenes entre el fluido impulsado y el fluido impulsor se mantenga constante con gran aproximación (en torno a la unidad), para el rango de presiones de trabajo considerado. Esto se describe con mayor detalle más adelante.

En las bombas de desplazamiento positivo de pistones, el caudal bombeado resulta proporcional al volumen de la cámara de trabajo y al número de ciclos por unidad de tiempo; para una bomba de dimensiones geométricas dadas, el caudal suministrado no depende teóricamente de la presión de trabajo. Por esta razón, la curva característica caudal/presión de este tipo de máquinas es una línea recta horizontal, para una frecuencia dada del émbolo, obteniéndose distintas presiones de trabajo para un mismo caudal, y consumiendo a su vez distintas potencias. Se verá a continuación que el comportamiento de la bomba en estudio es similar al que se acaba de describir.

En muchas bombas comerciales de membrana, la fluctuación de las presiones que actúan sobre la membrana produce una deformación irregular de ésta, de modo que el caudal deja de ser constante por el hecho de que la cámara de trabajo tiene un volumen sensiblemente variable. En estas condiciones, los esfuerzos que actúan sobre la membrana pueden llevar a la rotura y al consiguiente colapso de la bomba. En la bomba que nos ocupa, el equilibrio de presiones conseguido lleva a obtener una presión máxima en la salida de la bomba muy constante, actuando en este sentido de manera similar a una bomba de émbolo.

La bomba diseñada proporciona una dosificación continua de pintura para el rango de presiones de trabajo. Además, permite medir de manera indirecta la cantidad de pintura que se está depositando, puesto que la relación entre los volúmenes trasegados de pintura y del fluido impulsor se mantiene constante con gran aproximación para cada presión de trabajo; basta con colocar un caudalímetro en el circuito impulsor para conocer en tiempo real el caudal efectivo de pintura. Se evitan así los problemas derivados de la medida de caudales cuando el fluido de trabajo es pintura; hasta el momento, los sistemas comerciales de medida del caudal de pintura fallan como consecuencia de la alta pérdida de carga que producen, y del secado de la pintura en los intersticios de los aparatos de medida, lo que ha llevado en muchos casos a medir la cantidad de pintura trasegada a través del pesado de una cierta cantidad depositada en un recipiente en la unidad de tiempo.

Funcionamiento de la bomba

Como aparece en la Figura 1, la bomba está compuesta por dos compartimentos estancos (1) y (2) situados en extremos opuestos del cuerpo de la bomba (3), que tienen una forma cilíndrica, y que forman sendas cámaras de trabajo o cámaras exteriores. En estos compartimentos es donde se alojan las membranas y donde se trasiega, por su parte externa, la pintura. En la parte superior de cada compartimento se alojan las válvulas de impulsión (4) del fluido de trabajo, mientras que en la parte inferior, se alojan las de admisión (5). Estas válvulas son del tipo de bolas y actúan por gravedad. Los conductos de impulsión y de admisión de ambas cámaras exteriores se unen mediante un conducto cilíndrico para conseguir una única toma de admisión y una única salida del fluido impulsado (esto último no se ha reflejado en la Figura 1). Se obtiene de esta manera un funcionamiento más continuo que el que se obtendría con una bomba dotada de una única cámara de trabajo. Las tapas que forman las cámaras exteriores están unidas al cuerpo de la bomba mediante ocho tornillos igualmente repartidos. Dadas las características abrasivas del fluido de trabajo, el material de la bomba debe ser tal que

soporte las condiciones de trabajo. El prototipo que se presenta se ha construido principalmente de duraluminio, aunque también se han empleado otros materiales.

La bomba consta de dos ejes corredera: el eje (A) tiene por misión principal dar paso al fluido impulsor alternativamente hacia ambas membranas, y procurar el retorno del mismo, mientras que el eje (B) está unido a las membranas, y es el que permite al circuito de control neumático dar las órdenes para cambiar las posiciones extremas del eje (A).

El eje corredera (A) es el que está en contacto directo con el fluido impulsor; en los extremos se disponen unas piezas roscadas (6) y (7) sobre las que actúa el aire comprimido del circuito de control neumático, para posibilitar el desplazamiento del eje hacia las dos posiciones extremas izquierda/derecha. El mecanizado exterior del eje es de tal forma (se han practicado distintas cajeras y rebajes) que en función de la posición de la corredera, gobernada por el circuito neumático, el aceite impulsor llene alternativamente la cámara interna a las membranas (8) y (9). En el interior del eje corredera (A) se ha practicado un conducto por el que se permite alternativamente el retorno el fluido impulsor que habiendo realizado ya el trabajo de llenado de la cámara interna, abandona la bomba hacia el tanque de retorno.

El eje corredera (B) está en contacto con el aire del circuito de mando y control. Se ha mecanizado exterior e interiormente de forma que en función de la posición de las membranas y por tanto del mismo eje, el aire del circuito neumático de control actúe sobre el eje (A) para llevarlo a una u otra posición extrema, y así permitir el llenado y el vaciado alternativo de las cámaras de trabajo internas. Los extremos del eje (B) están unidos al centro de cada membrana a través de un perno, una tuerca y una pieza cilíndrica (10) y (11), diseñada para asegurar la perfecta sujección de las membranas, y la ausencia de trabado de la mismas.

Durante el funcionamiento normal de la bomba, los ejes (A) y (B) coinciden en las posiciones extremas de su movimiento alternativo, pero las velocidades de funcionamiento de uno y otro son distintas.

Cada una de las membranas (I) y (II) está constituida por dos submembranas unidas: la primera de ellas, llamada interna o de trabajo, es de un material polimérico, y la segunda, que está en contacto directo con la pintura es de teflón, pudiéndose sustituir estos materiales por otros que sean resistentes al trasiego de los fluidos de trabajo. Dada la igualdad de presiones que se produce a un lado y a otro de cada membrana, estas trabajan con gran estabilidad, de modo que el material de las mismas puede ser de una resistencia relativamente baja. Los bordes de las membranas están encastradas igualmente al cuerpo de la máquina.

El cuerpo o matriz (3) de la bomba es de forma prismática. Contiene a los ejes (A) y (B) descritos anteriormente. En su interior se han mecanizado dos circuitos: el oleohidráulico de accionamiento (12) y el neumático de control (13). La matriz se ha construido en dos partes que se acoplan a los lados de un cuerpo central; sobre cada una de estas partes se han mecanizado, respectivamente, los circuitos (12) y (13). La estanqueidad entre cada una de las cámaras de paso de aceite y aire, delimitadas por los ejes corredera y por la matriz central de la bomba, se ha conseguido principalmente mediante juntas tóricas.

El circuito oleohidráulico (12) está compuesto a su vez por dos circuitos secundarios: uno de trabajo y otro de emergencia. El circuito de trabajo lleva al fluido impulsor hasta las cámaras interiores de la bomba y lo evacúa de las mismas de forma alternativa, como se ha explicado anteriormente. El circuito de emergencia actúa sólo en el caso de que por cualquier anomalía en el funcionamiento la capacidad de las cámaras internas se vea superada, devolviendo el aceite sobrante al tanque de reserva sin producir trabajo, y paralizando el funcionamiento de la bomba, con lo que se evita una posible rotura de las membranas por sobrepresión. La anomalía única anomalía previsible que pueda hacer actuar a este circuito de emergencia consiste en un colapso del sistema de mando y control neumático, motivado por ejemplo por una caída de la presión del aire comprimido.

El circuito neumático permite que dependiendo de la posición del eje (B) y una vez que el aire pasa por la válvula neumática de control (14) el aire pueda actuar en el eje (A), posibilitando el desplazamiento de éste hacia las dos posiciones extremas izquierda y derecha, y por lo tanto haciendo circular el fluido impulsor hacia las cámaras internas. La válvula neumática de control (14) es una válvula de 5 vías/2 posiciones biestable, del tipo “Cetop RP32P” de 1/8”. En función de la posición del eje (B) a esta válvula le llegará una señal de aire comprimido que hará que se active un circuito (hacia la derecha) u otro (hacia la izquierda), permitiendo el movimiento alternativo izquierda/derecha del eje (A).

En la posición representada en la Figura 1, la cámara interna de la derecha se está llenando de aceite que proviene de la fuente (15), después de pasar por distintas cámaras y canales que se crean por la forma y la posición del eje (A), mientras que la cámara interna de la izquierda se está vaciando, llevando su aceite a retorno a través del interior del eje (A), y por el orificio (16) que está practicado en la matriz de la bomba. Una vez que llega el eje (B) a su extremo derecho, desplazado por ir unido a las membranas sobre las que el fluido impulsor ejerce trabajo, se llega a una posición en la que los orificios de entrada de aire comprimido (17) se comunican y se produce el escape del aire al ambiente; de este modo se crea una presión en el actuador neumático (18), consiguiendo que la válvula neumática de control cambie de posición, y actúe sobre el circuito permitiendo un desplazamiento del eje (A) hacia la izquierda, de modo que comienza el vaciado de la cámara interna de la derecha, y el llenado de la cámara interna de la izquierda. Este mecanismo de actuación se repite alternativamente.

Caracterización de la bomba

La caracterización de la bomba se realiza para asegurar su posible funcionamiento como aparato medidor de la cantidad de pintura que se deposita

en la operación de señalización horizontal, midiendo el caudal del circuito impulsor. El sistema de caracterización que se describe a continuación y que se muestra en la Figura 2 (junto con la bomba y los distintos circuitos) no forma parte del sistema que se quiere patentar, habiéndose diseñado para comprobar el correcto funcionamiento de la bomba para los fines para los que se ha construido. El depósito de fluido impulsor se ha denotado en la Figura 2 por D2, y el de fluido impulsado, por D1. Se ha dispuesto en la parte de retorno del circuito del fluido impulsor (denotado por R) un motor hidráulico (19), y otro motor de las mismas características (20) en la parte de impulsión del circuito de fluido impulsado o de trabajo (denotado por IMP); en este mismo circuito se ha colocado un sistema de regulación (21) compuesto por una válvula estranguladora y un manómetro. En ambos motores se ha montado un sistema medidor de vueltas (22) que es capaz de proporcionar para cada condición de funcionamiento de la bomba la relación entre los números de ciclos por unidad de tiempo del motor (19) y del motor (20).

Imponiendo distintas presiones de trabajo en el circuito del fluido impulsor, se hace funcionar a la bomba con distintos caudales. Para cada caudal, se consiguen distintas presiones en la impulsión de la bomba (pintura), estrangulando en la válvula de regulación. El caudal se mantiene constante regulando finalmente la presión del fluido impulsor para cada combinación de caudal y de presión de salida. Para cada una de estas combinaciones de caudal y presión se ha medido la relación de velocidades entre los motores (19) y (20) en el sistema contador (22). De esta forma, y puesto que se supone que tanto el fluido impulsor como el impulsado son perfectamente incompresibles, se determina de forma indirecta la relación existente entre el caudal del fluido impulsor y el del fluido impulsado. Establecido un factor entre ambos caudales, puede medirse el caudal en el circuito impulsor mediante un caudalímetro convencional, y conocer el caudal del fluido impulsado, evitando de esta manera las dificultades derivadas de interponer medidores de caudal en el circuito de la pintura. Los resultados obtenidos para este factor de caudal se han representado en la Figura 3. De las gráficas que aparecen en esta figura se deducen los siguientes puntos de importancia:

- El factor de caudal se mantiene muy próximo a la unidad en el rango de caudales habituales de funcionamiento de la máquina.

- El factor de caudal es en general tanto menor cuanto menores son los caudales y las presiones de trabajo, pasando de valores inferiores a la unidad -esto quiere decir que el caudal impulsor es inferior al impulsado, lo que se puede explicar por el efecto intrusivo del anclaje (10) y (11) de las membranas al eje (B) en la cámara del fluido impulsado- a valores superiores a la unidad para caudales y presiones altos, en los que el efecto anterior pasa a tener una menor importancia.

- Para un mismo rango de presiones de trabajo, el valor medio del coeficiente de caudal es creciente con el caudal, siendo la variación máxima de este coeficiente de poco más del 1% respecto del valor medio, para las condiciones ensayadas.

En la misma figura se han indicado las frecuencias de funcionamiento de la bomba, que se muestran constantes para cada caudal impulsado, incluso para intervalos temporales de medida pequeños.

Otra cuestión importante es el comportamiento de la bomba durante cada ciclo de trabajo. Como en cualquier bomba alternativa, pueden instalarse sistemas comerciales amortiguadores de pulsos, para obtener una salida aproximadamente continua. La mayoría de bombas presentes en el mercado exhiben una salida en forma de "diente de sierra"; la presión en la impulsión cae desde el valor pico alcanzado tras un pulso hasta que se produce el siguiente pulso, en una proporción considerable. Esta tendencia al "diente de sierra" en la salida se ha conseguido anular prácticamente en la bomba que se describe. En nuestro caso, se ha instalado un sistema pasivo de amortiguación de pulsos (23), y se ha acoplado además un motor de corriente continua (24) al motor hidráulico (20). La señal en corriente continua obtenida en el motor se procesa en un osciloscopio (25) que produce una salida gráfica analógica en tensión (voltios), en la que la distancia entre picos proporciona la frecuencia de las oscilaciones, y la amplitud de los mismos la banda de fluctuación. Se ha empleado este sistema indirecto de medida de la salida de presión puesto que con manómetros convencionales resulta imposible medir correctamente la evolución de la presión en cada ciclo de trabajo. Se ha comprobado que la amplitud de cada pulso se ha reducido a un orden de magnitud muy inferior al de la frecuencia de las oscilaciones, de modo que la señal obtenida es prácticamente continua; además, la caída de presión desde el valor pico tras el pulso hasta el siguiente pulso es del orden del 0,5% o incluso inferior a este valor dependiendo del régimen de funcionamiento. Esta tendencia se ha representado de forma esquemática en la gráfica representada en último lugar en la Figura 3. Se completa de este modo la descripción del comportamiento único de la bomba que se describe.

Por último, además del circuito de emergencia descrito anteriormente (denotado por E en la Figura 2) se ha dispuesto otro sistema auxiliar de seguridad en el circuito del fluido impulsor; en caso de colapso en el circuito de fluido impulsado, la sobrepresión producida se transmitirá a través del equilibrio de presiones a ambos lados de las membranas, al circuito de fluido impulsor, de modo que cuando esta sobrepresión alcanza el umbral fijado en la válvula de seguridad (26), el sistema de presurización del fluido impulsor queda paralizado, y por tanto la bomba deja de funcionar inmediatamente.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba volumétrica de doble membrana aplicable a máquina pintabandas y a otros usos, en la que el fluido impulsor es aceite y el impulsado es pintura, aunque se pueden utilizar otros fluidos incompresibles como fluidos impulsor e impulsado. El sistema motor o impulsor es un circuito hidráulico a presión. Las membranas están situadas en una doble cámara, en las que el fluido impulsor circula por la parte interna y el fluido impulsado por la parte exterior. Posee un sistema de doble eje corredera, funcionando ambos con la misma ciclicidad, aunque con distinta velocidad durante la carrera. Una de las correderas acompaña a las membranas en su desplazamiento produciendo el bombeo alternativo, y la segunda es parte del sistema neumático de control y accionamiento del sistema.

2. Una bomba volumétrica de doble membrana según la reivindicación 1, **caracterizada** además por disponer de un sistema de seguridad que actúa cuando la carrera de la corredera pasa de una cierta posición extrema, paralizando el movimiento alternativo.

3. Una bomba volumétrica de doble membrana según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por constituir además un caudalímetro indirecto, puesto que el volumen del fluido impulsado está determinado a partir del volumen del fluido impulsor.

4. Una bomba volumétrica de doble membrana según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la relación entre los caudales de fluido impulsor y de fluido impulsado se mantiene constante con gran aproximación (en torno al 1% respecto del valor medio) para cada uno de los caudales de funcionamiento (3,5 a 7 litros/minuto), y para un amplio rango de presiones (3,5 a 8,5 bares).

5. Una bomba volumétrica de doble membrana según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la caída de presión en cada ciclo de trabajo resulta inferior al 0,5% para los regímenes de trabajo de la reivindicación anterior.

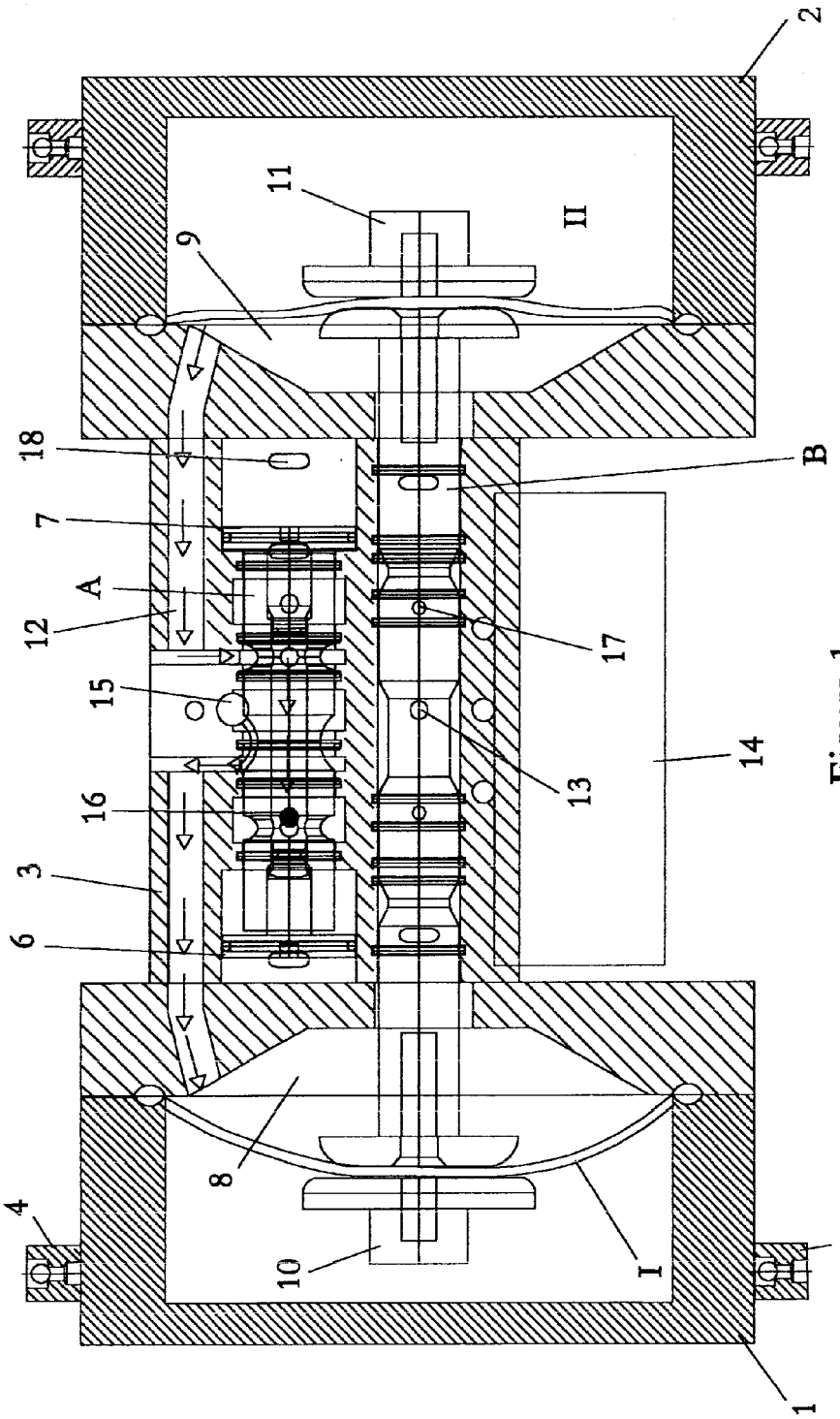


Figura 1

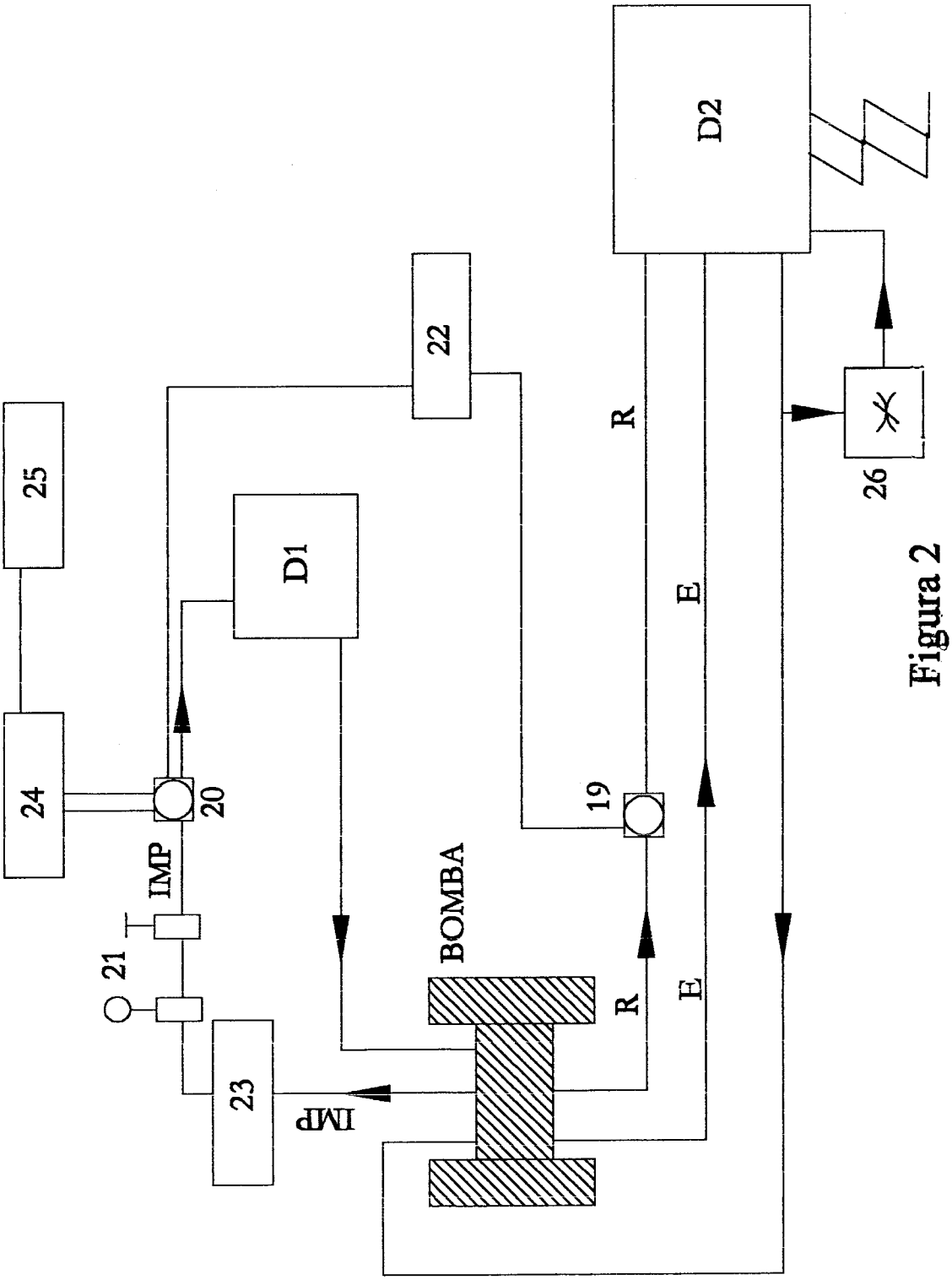
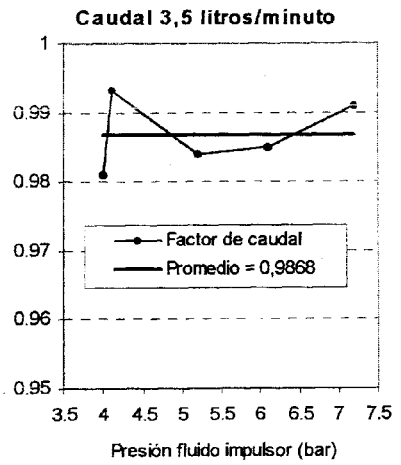
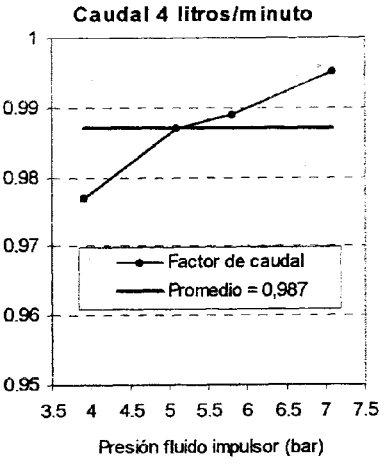
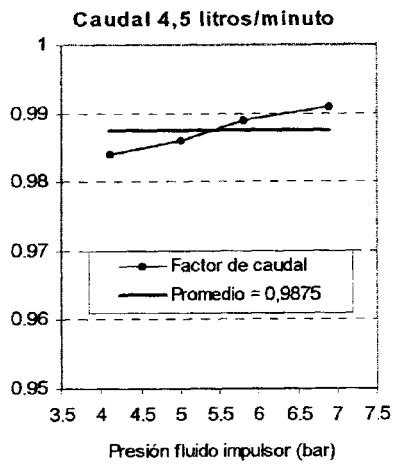
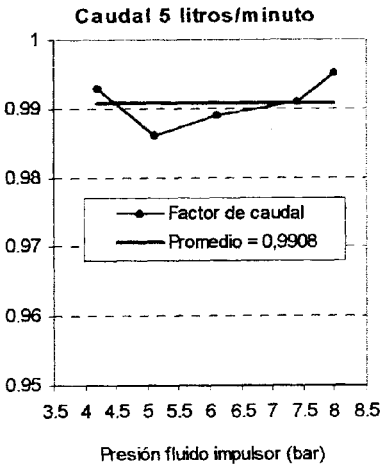


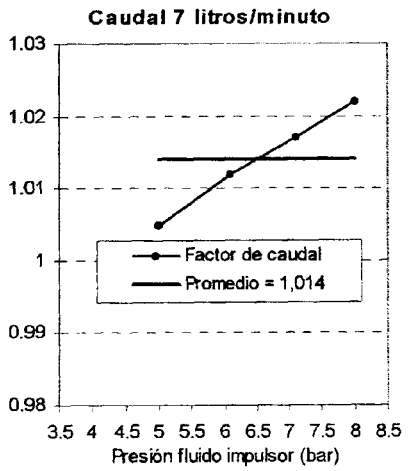
Figura 2


Caudal 3,5 litros/minuto
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
Factor de caudal
Promedio = 0,9868
3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5
Presión fluido impulsor (bar)


Caudal 4 litros/minuto
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
Factor de caudal
Promedio = 0,987
3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5
Presión fluido impulsor (bar)


Caudal 4,5 litros/minuto
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
Factor de caudal
Promedio = 0,9875
3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5
Presión fluido impulsor (bar)


Caudal 5 litros/minuto
1
0.99
0.98
0.97
0.96
0.95
Factor de caudal
Promedio = 0,9908
3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5
Presión fluido impulsor (bar)


Caudal 7 litros/minuto
1.03
1.02
1.01
1
0.99
0.98
Factor de caudal
Promedio = 1,014
3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5
Presión fluido impulsor (bar)

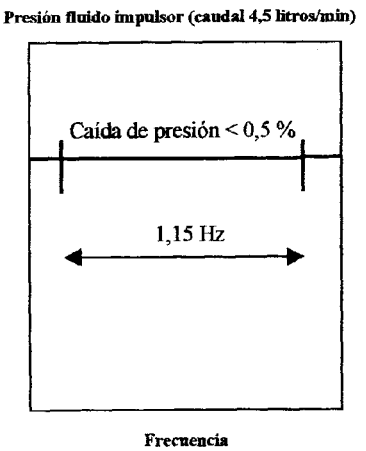

Presión fluido impulsor (caudal 4,5 litros/min)
Caída de presión < 0,5 %
1,15 Hz
Frecuencia

Figura 3

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 159 248

(21) N.° solicitud: 009901884

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **09.08.1999**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.**[7]**:** F04B 9/113, 45/073

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 3838946 A (SCHALL) 01.10.1974, todo el documento.	1
A	US 4381180 A (SELL) 26.04.1983, todo el documento.	1
A	US 3276389 A (BOWER) 04.10.1966, todo el documento.	1
A	US 4818191 A (SCHLAKE) 04.04.1989, todo el documento.	1
A	US 4566867 A (BAZAN et al.) 28.01.1986, todo el documento.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

[×] para todas las reivindicaciones

[ ] para las reivindicaciones n°:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
16.08.2001	J. Vera Roa	1/1