

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 510 892**

51 Int. Cl.:

F04D 15/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2011 E 11382410 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2610501**

54 Título: **Procedimiento para detener una bomba hidráulica con velocidad de rotación ajustable en una instalación hidráulica y dispositivo controlador de bomba hidráulica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2014

73 Titular/es:

**ESPA 2025, S.L. (100.0%)
Ctra. Mieras, s/n
17820 Banyoles, Girona, ES**

72 Inventor/es:

**JIMÉNEZ DESCALZO, FRANCESC y
TUBERT BLANCH, PERE**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 510 892 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para detener una bomba hidráulica con velocidad de rotación ajustable en una instalación hidráulica y dispositivo controlador de bomba hidráulica

5

Sector técnico de la invención

La invención tiene por objetivo un procedimiento y un dispositivo para detener una bomba hidráulica con velocidad de rotación ajustable en una instalación hidráulica.

10

Antecedentes de la invención

Las bombas hidráulicas instaladas en una instalación tal como una instalación de bombeo de agua deben proporcionar una presión suficiente a dicha instalación para que el caudal de agua se mantenga estable en las diferentes salidas, independientemente del número de salidas abiertas en dicha instalación. Para este fin se conocen dispositivos para el control y detención de bombas hidráulicas que permiten variar la velocidad de rotación de la bomba para permitir que la presión de la instalación sea igual a una presión de consigna preestablecida, independientemente de las válvulas que haya abiertas o cerradas en dicha instalación. WO 2006136202 presenta un método de funcionamiento de las bombas con variador de frecuencia.

15

20

Es necesario que cuando todas las salidas de la instalación se cierren, las bombas hidráulicas de dicha instalación se detengan para evitar incrementar innecesariamente la presión de la instalación, además de suponer un desgaste innecesario de la bomba que disminuye su vida útil.

25

Una solución conocida es dotar las instalaciones hidráulicas de un sensor de caudal que permita detener las bombas cuando el caudal de la instalación es nulo, es decir, todas las válvulas de salida de la instalación están cerradas.

El uso de un sensor de caudal es caro, por lo que en muchos casos se prescinde de dicho sensor de caudal y de manera manual se determina la frecuencia de alimentación de paro de la bomba por simple inspección de la frecuencia de alimentación del motor de la bomba cuando todas las válvulas de la instalación están cerradas y, por tanto, el caudal es nulo. Este procedimiento manual tiene el grave inconveniente que el operario puede determinar una frecuencia de alimentación de paro del motor de la bomba superior o inferior a la frecuencia de alimentación de paro óptima de la bomba, por lo que la bomba puede seguir funcionando cuando el caudal es nulo o puede pararse antes, causando bajadas de presión indeseadas en la presión de la instalación.

30

35

Es un objeto de la presente invención dar a conocer un procedimiento y un dispositivo que permiten detener la bomba hidráulica de manera óptima cuando el caudal de la instalación es nulo sin necesidad de utilizar un sensor de caudal.

40

Explicación de la invención

El procedimiento para detener una bomba hidráulica con velocidad de rotación ajustable en una instalación hidráulica preestablecida a una presión de consigna de la presente invención es de los que comprende los pasos de comparar la presión del fluido de la instalación con la presión de consigna de la instalación y variar la velocidad de rotación de dicha bomba para igualar la presión de la instalación a la presión de consigna preestablecida; y detener la bomba si la frecuencia de alimentación de dicha bomba disminuye por debajo de una frecuencia de alimentación de paro previamente determinada, hasta que la presión de la instalación vuelva a disminuir por debajo de la presión de consigna. En esencia, el procedimiento se caracteriza porque la frecuencia de alimentación de paro de la bomba se determina automáticamente mediante la expresión:

45

50

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}}$$

a partir de la presión máxima de bombeo de la bomba y la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima de la bomba, características constructivas de la bomba, que permiten calcular automáticamente la frecuencia de alimentación de paro de la bomba a la que la bomba debe detenerse, evitando que el operario tenga que introducir manualmente y experimentalmente dicho valor de frecuencia de alimentación de paro.

55

En una variante de la invención, la expresión para calcular la frecuencia de alimentación de paro de la bomba incorpora un margen de seguridad, siendo dicha expresión:

60

$$f_{PARO} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}} + f_{SEC}$$

Dicho margen de seguridad permite salvar las tolerancias de construcción de la bomba. En una variante concreta, el margen de seguridad es de 1 Hz.

5

En otra variante de la invención, la bomba se detiene si la frecuencia de alimentación de la bomba disminuye por debajo de la frecuencia de alimentación de paro durante un tiempo de seguridad predeterminado, evitándose detener la bomba durante los transitorios de presión creados por el cierre de la última válvula de la instalación. Si el tipo de válvulas de la instalación permiten cerrar el paso de líquido en un espacio de tiempo muy pequeño, se creará una zona de sobrepresión adyacente a la válvula tras su cierre que se transmitirá a modo de onda de presión a través de las conducciones de la instalación durante un tiempo transitorio hasta que la presión de la instalación se iguale. Es por tanto necesario que la bomba se detenga pasado un tiempo de seguridad predeterminado de al menos dicho tiempo transitorio tras el cierre de la válvula. Se ha observado que dicho tiempo de seguridad predeterminado debe ser de al menos 5 segundos, que es el tiempo transitorio que tarda en estabilizarse la presión del conducto tras el cierre de una válvula o grifo. Es recomendable establecer un valor de dicho tiempo de seguridad predeterminado de 10 segundos, ya que de esta manera se asegura que la presión del conducto se ha restablecido en la mayoría de instalaciones antes de detener la bomba. Naturalmente el valor de dicho tiempo de seguridad predeterminado puede ser ajustado por el operario en función de las características específicas de cada instalación.

10

15

20

En otra variante, el paso de obtener la presión de consigna de la instalación se realiza automáticamente mediante la medición de la presión de la instalación en un instante determinado, permitiendo obtener automáticamente la presión de consigna.

25

En otra realización, el paso de obtener la presión de consigna de la instalación se realiza introduciendo manualmente dicho valor de presión de consigna.

30

El dispositivo para desencadenar el paro de una bomba hidráulica de la presente invención es de los que comprenden unos medios para obtener en tiempo real el valor de la presión de la instalación hidráulica, tales como un sensor de presión o una entrada para una lectura analógica o digital de la presión; unos medios de memoria para almacenar la presión de consigna preestablecida para la instalación hidráulica, la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima de la bomba hidráulica, y la presión máxima de bombeo de la bomba hidráulica; y unos medios de monitorización y control de la frecuencia de alimentación de la bomba hidráulica adaptados para determinar y modificar la frecuencia de alimentación de la bomba para igualar la presión de la instalación con la presión de consigna preestablecida en la instalación hidráulica.

35

En esencia, el dispositivo se **caracteriza porque** comprende además unos medios de cálculo que determinan la frecuencia de alimentación de paro de la bomba mediante la siguiente expresión:

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}}$$

40

que generan una señal de paro de la bomba si la frecuencia de alimentación alcanza dicha frecuencia de alimentación de paro.

45

En una variante de la invención, los medios de cálculo del dispositivo incorporan un margen de seguridad, determinándose la frecuencia de alimentación de paro de la bomba mediante la siguiente expresión:

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}} + f_{SEC}$$

50

En una variante de interés, el margen de seguridad es de 1 Hz permitiendo detener la bomba con seguridad aún cuando sus características constructivas no sean las nominales de la bomba proporcionadas por el fabricante, sino que hayan variado ligeramente como consecuencia de tolerancias durante su construcción y ensamblaje.

55

En otra variante de realización, el dispositivo comprende un interfaz para la modificación de la información almacenada en los medios de memoria, tal como un teclado y una pantalla.

Se da a conocer también una bomba hidráulica que incorpora un dispositivo controlador para una bomba hidráulica y una instalación hidráulica que comprende al menos una bomba que incorpora un dispositivo controlador.

Breve descripción de los dibujos

5 Las Figs. 1a, 1b y 1c muestran una instalación con una bomba dotada del dispositivo de la invención durante sucesivas fases;
 la Fig. 2 representa un esquema del funcionamiento y del procedimiento para detener una bomba hidráulica del dispositivo de la invención;
 10 la Fig. 3 representa un esquema para el cálculo de la frecuencia de alimentación de paro de la bomba;
 la Fig. 4 muestra una gráfica de la variación de la frecuencia de alimentación de la bomba en función del caudal de la instalación durante la detención de la bomba hidráulica de las Figs. 1a, 1b y 1c;
 la Fig. 5a muestra una gráfica temporal de la variación de la frecuencia de alimentación de la bomba dotada del dispositivo de la invención mostrada en las Figs. 1a, 1b y 1c.
 15 la Fig. 5b muestra otra gráfica temporal de la variación de la frecuencia de alimentación de la bomba dotada del dispositivo de la invención; y
 la Fig. 6 muestra una instalación en la que se incorpora una bomba dotada del dispositivo de la invención.

Descripción de la invención

20 Las Figs. 1a, 1b y 1c muestran diferentes estados de una instalación 10 hidráulica en la que se ha instalado una bomba 2 provista de un dispositivo 1 para detener dicha bomba 2 hidráulica. La bomba 2, de modo conocido, incorpora un motor que al ser alimentado a una frecuencia de alimentación f gira su eje a mayor o menor velocidad según sea la frecuencia de alimentación f . Dicha rotación del eje del motor proporciona la velocidad de rotación de la bomba. Usualmente, la velocidad de rotación del motor, y por tanto de la bomba 2, es directamente proporcional a la frecuencia de alimentación f . En función de los detalles constructivos del motor de la bomba 2 esta relación entre la frecuencia de alimentación f del motor y la frecuencia de rotación será mayor o menor, siendo, a modo de ejemplo, la velocidad de rotación de 3000 revoluciones por minuto para una frecuencia de alimentación f de 50Hz y una velocidad de rotación de 1500 revoluciones por minuto para una frecuencia de alimentación f de 25Hz.

30 Como se puede observar en la Fig. 1, el dispositivo 1 está conectado a un sensor de presión 3 de la instalación 10 para obtener en tiempo real el valor de la presión p de la instalación hidráulica 10. Dicho dispositivo 1 comprende también unos medios de memoria 4 internos que permiten almacenar diferentes variables, tales como la presión de consigna P_c preestablecida para dicha instalación hidráulica 10, la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} de la bomba 2 hidráulica; y la presión máxima de bombeo H_{MAX} de la bomba 2 hidráulica. Tanto la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} de la bomba 2 como la presión máxima de bombeo H_{MAX} son intrínsecas de cada bomba 2 hidráulica, determinándose éstas durante su construcción y proporcionándolas el fabricante en la hoja de especificaciones de cada bomba 2. Usualmente, y para simplificar la construcción de la bomba 2, se toma la frecuencia de la red eléctrica como la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} . La presión máxima de bombeo H_{MAX} se obtiene de manera experimental en laboratorio al alimentar la bomba 2 frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} siendo nulo el caudal que bombea, siendo este valor facilitado al instalador para calcular la instalación.

45 El dispositivo 1 dispone también de unos medios de control 5 de la frecuencia de alimentación del motor de la bomba 2 hidráulica que permiten variar la frecuencia de alimentación de dicha bomba 2 y, por consiguiente, la velocidad de rotación de la bomba 2, aumentando o disminuyendo la velocidad de rotación de la bomba 2 para igualar la presión de la instalación p con la presión de consigna P_c previamente preestablecida para la instalación 10 hidráulica.

50 Como se puede observar en las Figs. 1a, 1b y 1c, la bomba 2 hidráulica está conectada a un conducto de entrada 11 de líquido y a un conducto intermedio 12 de salida de la bomba 2, en el cual la presión del líquido debe ser la presión de consigna P_c preestablecida. Dicho conducto intermedio 12 está conectado a unas válvulas 14a, 14b que separan el conducto intermedio 12 de respectivos conductos de salida 13a, 13b a través de los cuales debe pasar el líquido en dirección a otras secciones de la instalación 10 que pueden estar a otra presión o incluso fuera de la instalación 10, pasando a estar a presión atmosférica. En todos los casos, la presión de la instalación p debe mantenerse a la presión de consigna P_c , independientemente del número de válvulas 14a, 14b que estén cerradas o abiertas.

60 De modo conocido, el dispositivo 1 modifica la frecuencia de alimentación f de la bomba 2 para así incrementar o disminuir la velocidad de rotación de la bomba 2 y mantener la presión de consigna P_c preestablecida en el conducto intermedio 12, siguiendo el ciclo que se muestra en la Fig. 2 y se describirá más adelante.

En el estado mostrado en la Fig. 1a, los grifos 15a, 15b de las respectivas válvulas 14a, 14b están abiertos en un primer instante t_1 , permitiendo que el líquido, a la presión de consigna P_c en el conducto intermedio 12, fluya hacia los respectivos conductos de salida 13a, 13b. En este primer instante t_1 el dispositivo 1 funciona a una primera

frecuencia de alimentación f_1 para que la presión p del conducto intermedio 12 sea la presión de consigna P_c . Esta situación se puede observar en la gráfica mostrada en la Fig.4 que en el primer instante t_1 la presión de la instalación p se sitúa sobre la curva característica a la primera frecuencia de alimentación f_1 a la presión de consigna P_c . Igualmente, en la gráfica temporal mostrada en la Fig.5a se observa que en el primer instante t_1 la frecuencia de alimentación de la bomba 2 es f_1 .

Al cerrarse el primer grifo 15a, como se muestra en la Fig. 1b, la presión del conducto intermedio aumenta por lo que la velocidad de rotación de la bomba 2 disminuye progresivamente hasta conseguir que la presión del conducto intermedio sea la presión de consigna P_c en un segundo instante de tiempo t_2 . Esta situación se puede observar en la gráfica mostrada en la Fig. 4 que en el segundo instante t_2 la presión de la instalación p se sitúa sobre la curva característica a la segunda frecuencia de alimentación f_2 a la presión de consigna P_c . Igualmente en la gráfica temporal mostrada en la Fig. 5a se observa que desde el primer instante t_1 al segundo instante t_2 la frecuencia de alimentación de la bomba f y, por tanto, la velocidad de rotación de la bomba 2 ha ido reduciéndose hasta f_2 .

Al cerrarse el segundo grifo 15b, como se ilustra en la Fig. 1c, y por tanto la segunda válvula 14b detener el paso de líquido, la salida de líquido de la instalación 10 queda bloqueada, por lo que la presión del tramo intermedio 12 aumenta y, en consecuencia la velocidad de rotación de la bomba 2 disminuye hasta que la frecuencia de alimentación f alcanza la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} en un tercer instante de tiempo t_3 , en el que los medios de cálculo 6 generan una señal de paro de la bomba 2, deteniéndose en consecuencia la bomba 2. Esta situación se puede observar, en la gráfica mostrada en la Fig. 4, que en el tercer instante t_3 la presión de la instalación p se sitúa sobre la curva característica a la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} a la presión de consigna P_c . Dicha frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} es por tanto aquella cuya curva característica se encuentra a la presión de consigna P_c cuando el caudal que atraviesa la bomba 2 es nulo. Igualmente en la gráfica temporal mostrada en la Fig.5a se observa que en el tercer instante t_3 , al alcanzarse la frecuencia de rotación de parada f_{STOP} , la bomba se detiene. Naturalmente si se abre una cualquiera de las válvulas 14a, 14b, la presión de la instalación p bajará por debajo de la presión de consigna P_c , por lo que el dispositivo 1 activará la bomba 2, estableciendo la velocidad de rotación de la bomba 2 que sea necesaria para, al aumentar el caudal, reestablecer la presión de consigna P_c en el conducto intermedio 12 de la instalación 10.

La Fig. 2 muestra el procedimiento de funcionamiento del dispositivo 1 y el procedimiento que se aplica para detener la bomba 2 anteriormente descrita en la secuencia de Figs. 1a, 1b y 1c. Como se puede observar, la frecuencia de alimentación f de la bomba 2 y, por tanto, su velocidad de rotación, es ajustable y está preestablecida para una presión de consigna P_c , que debe ser mantenida en dicha instalación 10 a base de comparar A la presión del fluido p de la instalación con la presión de consigna P_c de la instalación de referencia y variar B la frecuencia de alimentación f de dicha bomba para igualar la presión de la instalación p a la presión de consigna preestablecida, como por ejemplo al cerrar una de las válvulas 14a,14b del modo anteriormente ilustrado. En este caso, al disminuir la velocidad de rotación de la bomba 2, el dispositivo 1 debe verificar C si la frecuencia de alimentación f de dicha bomba 2 disminuye por debajo de la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} previamente determinada y en caso afirmativo detener D la bomba hasta que la presión de la instalación p descienda E por debajo de la presión de consigna P_c .

La Fig. 3 muestra el procedimiento para la determinación de la frecuencia de alimentación de de paro f_{STOP} de la bomba 2 que se calcula inicialmente en los medios de cálculo 6 del dispositivo 1 a partir de las características constructivas e intrínsecas de la bomba 2: presión máxima de bombeo H_{MAX} de la bomba 2 y frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} , así como la presión de consigna P_c de la instalación 10. Dicha frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} se determina automáticamente mediante la expresión:

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_c}{H_{MAX}}}$$

Esta expresión se obtiene a partir de la relación fundamental de la bomba:

$$\frac{H_B}{H_A} = \left(\frac{f_B}{f_A} \right)^2$$

Caracterizando para H_A , f_A a la frecuencia máxima y presión máxima de la bomba, es decir, H_{MAX} y f_{MAX} y H_B , f_B a la frecuencia de alimentación de paro en la que la presión de la instalación p será la presión de consigna de la bomba, es decir P_c y f_{STOP} la ecuación queda:

$$\frac{P_C}{H_{MAX}} = \left(\frac{f_{STOP}}{f_{MAX}} \right)^2$$

En la que aislando f_{STOP} de interés se obtiene la expresión anteriormente descrita para determinar la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} de la bomba:

5

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}}$$

Naturalmente, como dicha frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} calculada es teórica, en la realidad puede haber pequeños desajustes debidos a tolerancias en la fabricación de la bomba o incluso por el envejecimiento de ésta, por lo que puede ser necesario establecer un margen de seguridad f_{SEC} , que incremente dicha frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} , determinándose la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} por:

10

$$f_{PARO} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}} + f_{SEC}$$

15 Debido a que el dispositivo 1 modifica la frecuencia de alimentación f de la bomba 2 en pasos discretos de 0.5Hz, un valor adecuado para dicho margen de seguridad f_{SEC} es de 1 Hz.

Naturalmente, debido a las fluctuaciones de la presión de la instalación p debidas al cierre de las válvulas 14a,14b, puede ser necesario establecer un tiempo de seguridad predeterminado t_{STOP} para poder determinar que la bomba 2 debe ser parada al alcanzar la frecuencia de alimentación f de la bomba 2 la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} . Esta situación se muestra en la gráfica temporal de la Fig. 5b en la que la frecuencia de alimentación f de la bomba no se detiene hasta pasar un tiempo de seguridad predeterminado t_{STOP} en el que la frecuencia de alimentación de la bomba 2 se encuentra por debajo de la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} . Un tiempo adecuado para dicho tiempo de seguridad predeterminado t_{STOP} es de 5 segundos, correspondiente al tiempo transitorio de las presiones fluctuantes generadas en conducto intermedio 12 de la instalación 10 tras el cierre de la segunda válvula 14b. Es recomendable que dicho tiempo de seguridad predeterminado t_{STOP} sea de 10 segundos, ya que de esta manera se asegura que la presión del conducto intermedio 12 se ha estabilizado a la presión de consigna P_c en la mayoría de instalaciones, antes de detener la bomba 2.

20

25

30 Los valores constructivos intrínsecos de la bomba 2, presión máxima de bombeo H_{MAX} y frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima f_{MAX} , se almacenan en unos medios de memoria 4 internos del dispositivo 1, por lo que al establecer la presión de consigna P_c de la instalación, la frecuencia de alimentación de paro f_{STOP} de la bomba 2 puede determinarse automáticamente por los medios de cálculo 6 del dispositivo 1. La presión de consigna P_c se puede establecer mediante una interfaz 7 para la modificación de la información almacenada en los medios de memoria 4, tal como un teclado y una pantalla, en la que el operario puede establecer el valor de la presión de consigna P_c que se desea mantener en la instalación 10.

35

También es posible que el dispositivo pueda obtener automáticamente la presión de consigna P_c de la instalación 10 mediante la medición de la presión de la instalación p en un instante determinado. De este modo, se evita que el operario pueda introducir un valor erróneo de presión de consigna P_c a través del interfaz 7, previendo a tal efecto que los medios de control 5 determinen la presión de consigna P_c como la presión estable al conectar el dispositivo 1 junto con la bomba 2 a una instalación 10' regulada y provista de una bomba previa 2' a la presión de consigna P_c tal y como se muestra en la Fig. 6. De este modo, la presión de consigna P_c se establece bien al conectar el dispositivo 1 o mediante unos medios de señalización, tal como un pulsador, que el operario puede accionar para establecer como presión de consigna P_c la presión de la instalación p en aquel instante.

40

45

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica con velocidad de rotación ajustable en una instalación hidráulica preestablecida a una presión de consigna (P_C), que comprende los pasos de:

5

- comparar (A) la presión del fluido (p) de la instalación con la presión de consigna (P_C) de la instalación y variar (B) la velocidad de rotación de dicha bomba para igualar la presión de la instalación a la presión de consigna preestablecida;
- verificar (C) si la frecuencia de alimentación (f) de dicha bomba disminuye por debajo de una frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) predeterminada y en caso afirmativo detener (D) la bomba hasta que la presión de la instalación descienda (E) por debajo de la presión de consigna

10

caracterizado porque

15

la frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) de la bomba se determina automáticamente por unos medios de cálculo conectados a la bomba mediante la expresión:

$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}}$$

20

a partir de la presión máxima de bombeo (H_{MAX}) de la bomba y la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima (f_{MAX}), intrínsecas de la bomba.

2.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la expresión para calcular la frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) de la bomba incorpora un margen de seguridad (f_{SEC}), siendo dicha expresión:

25

$$f_{PARO} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}} + f_{SEC}$$

30

3.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el margen de seguridad (f_{SEC}) es de 1 Hz.

4.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la bomba se detiene si la frecuencia de alimentación (f) de dicha bomba disminuye por debajo de la frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) durante un tiempo de seguridad predeterminado (t_{STOP}).

35

5.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el tiempo de seguridad predeterminado (t_{STOP}) es de al menos 5 segundos.

40

6.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el tiempo de seguridad predeterminado (t_{STOP}) es de 10 segundos.

7.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el paso de obtener la presión de consigna (P_C) de la instalación se realiza automáticamente mediante la medición de la presión de la instalación en un instante determinado.

45

8.- Procedimiento para detener una bomba (2) hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el paso de obtener la presión de consigna (P_C) de la instalación se realiza introduciendo manualmente dicho valor de presión de consigna.

50

9.- Dispositivo (1) para desencadenar el paro de una bomba (2) hidráulica según el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende:

- unos medios para obtener en tiempo real el valor de la presión (3) de la instalación hidráulica;
- unos medios de memoria (4) para almacenar
 - o la presión de consigna (P_C) preestablecida para la instalación hidráulica;
 - o la frecuencia de alimentación a velocidad de rotación máxima (f_{MAX}) de la bomba hidráulica; y
 - o la presión máxima de bombeo (H_{MAX}) de la bomba hidráulica
- unos medios de control (5) de la frecuencia de alimentación (f) de la bomba hidráulica adaptados para determinar y modificar la velocidad de rotación de la bomba para igualar la presión de la instalación con la presión de consigna preestablecida en la instalación hidráulica;

55

60

caracterizado porque comprende además unos medios de calculo (6) que determinan la frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) de la bomba mediante la siguiente expresión:

5
$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}}$$

que generan una señal de paro de la bomba si la frecuencia de alimentación alcanza dicha frecuencia de alimentación de paro.

10 10.- Dispositivo (1) controlador según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** los medios de cálculo (6) incorporan un margen de seguridad (f_{SEC}), determinándose la frecuencia de alimentación de paro (f_{STOP}) mediante la siguiente expresión:

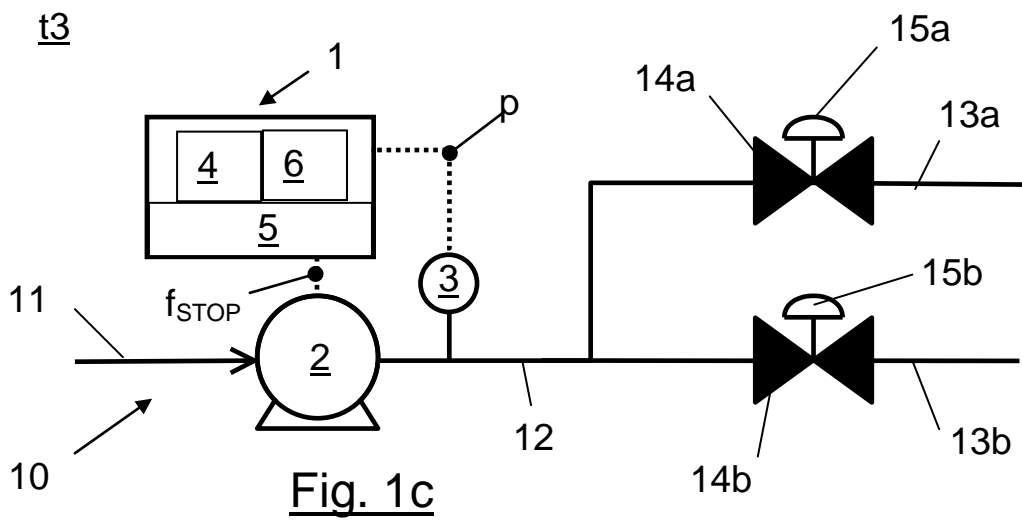
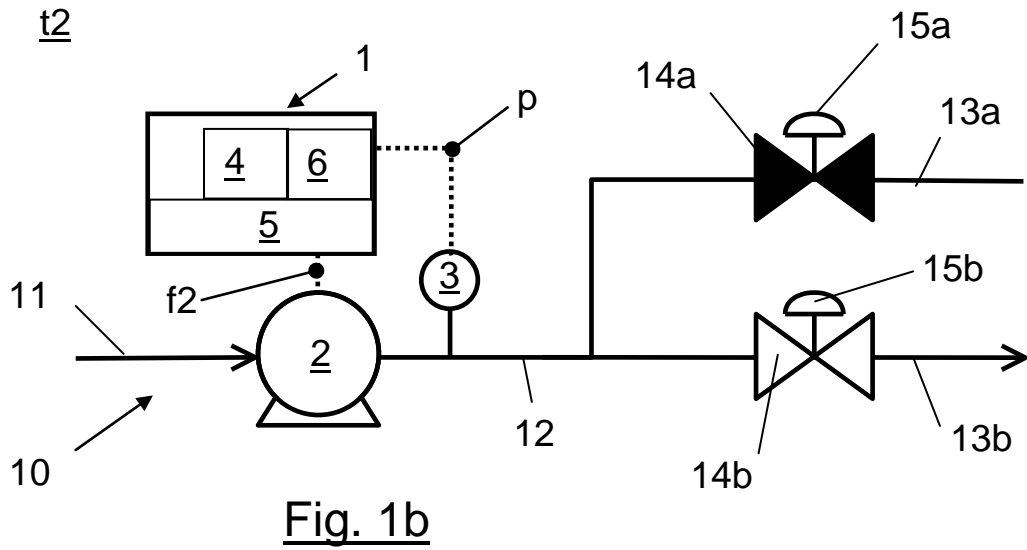
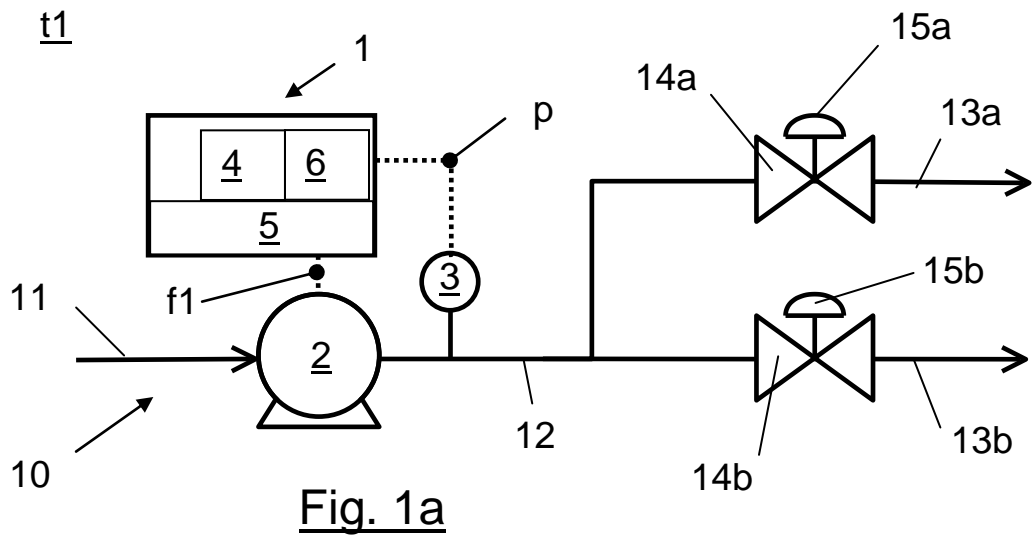
15
$$f_{STOP} = f_{MAX} \sqrt{\frac{P_C}{H_{MAX}}} + f_{SEC}$$

11.- Dispositivo (1) controlador según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el margen de seguridad (f_{SEC}) es de 1 Hz.

20 12.- Dispositivo (1) controlador según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** comprende un interfaz para la modificación de la información almacenada en los medios de memoria (4).

13.- Bomba (2) hidráulica **caracterizada porque** incorpora un dispositivo (1) controlador para una bomba hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12.

25 14.- Instalación (10) hidráulica **caracterizada porque** comprende al menos una bomba (2) según la reivindicación anterior.



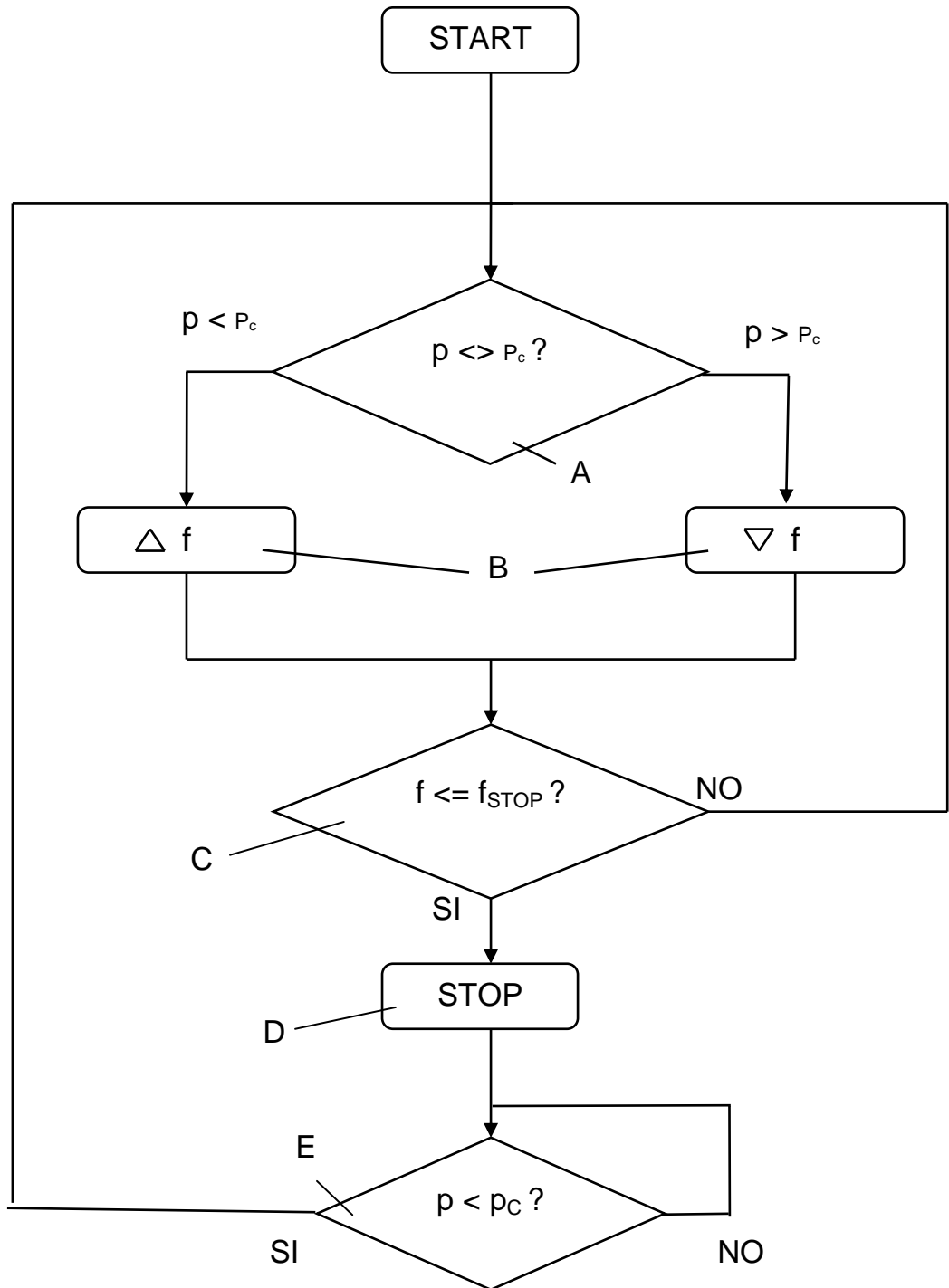


Fig. 2

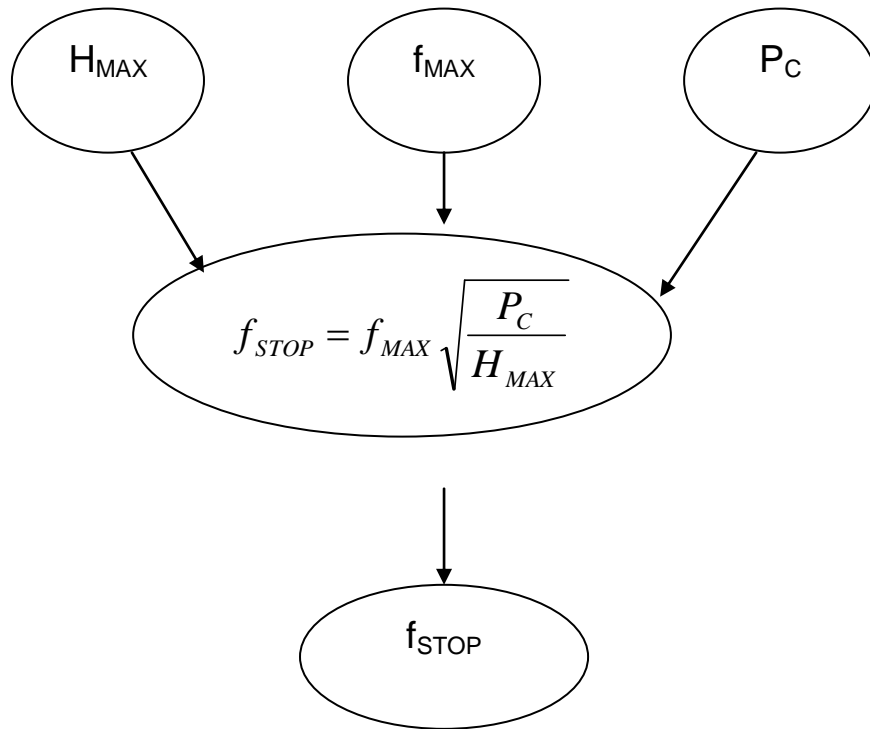


Fig. 3

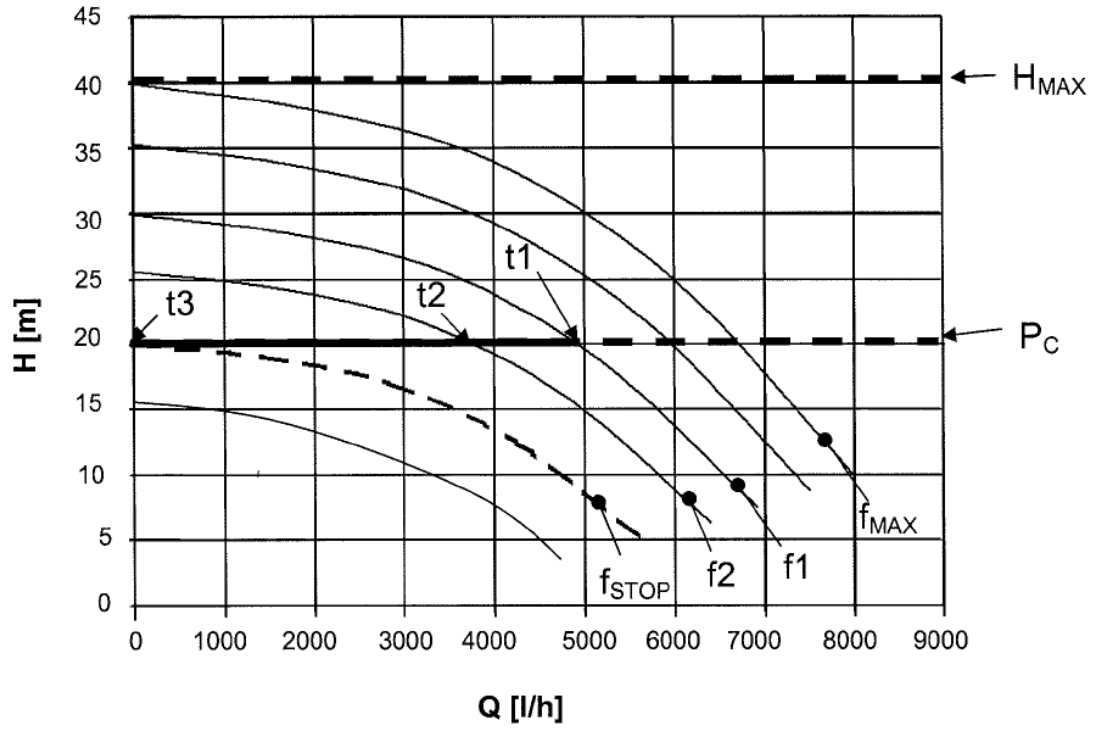


Fig. 4

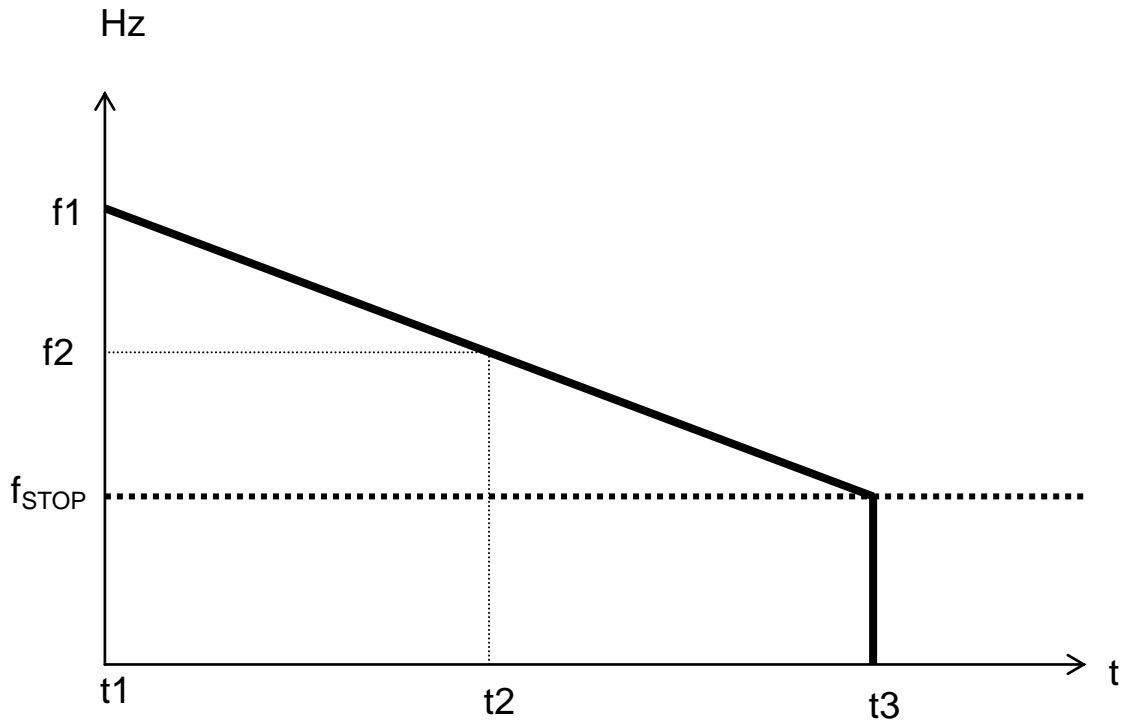


Fig. 5a

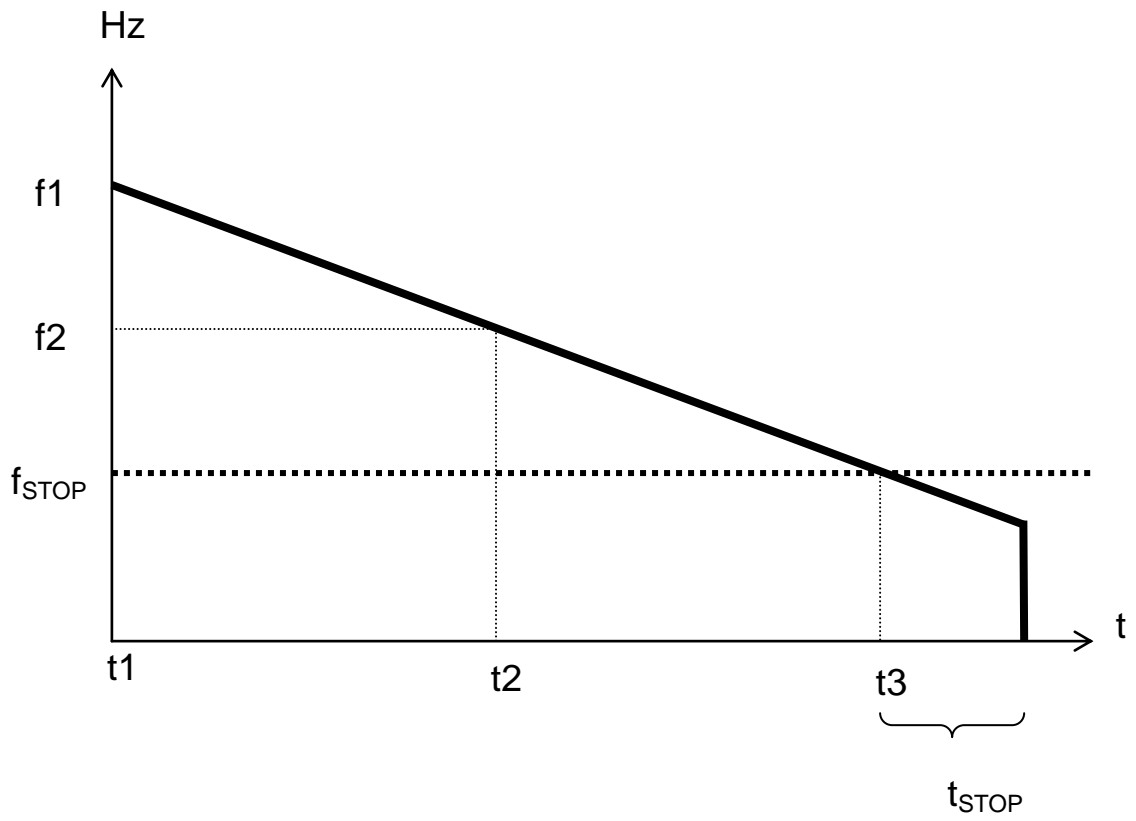


Fig. 5b

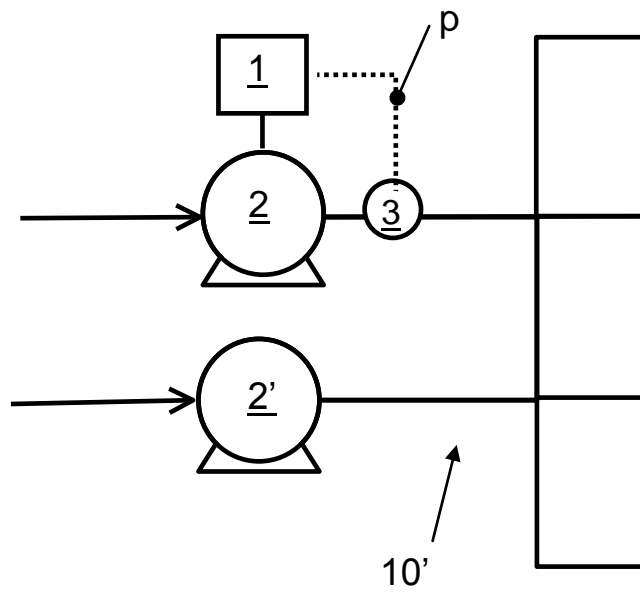


Fig. 6