

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 236**

51 Int. Cl.:
B01D 37/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09152307 .6**
96 Fecha de presentación: **06.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2095859**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **Detección del colmatado de un filtro para un fluido**

30 Prioridad:
06.02.2008 FR 0850744

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.08.2012

73 Titular/es:
**SNECMA
2, BOULEVARD DU GÉNÉRAL MARTIAL VALIN
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**Colotte, Baptiste;
Gerez, Valerio y
Massot, Gilles**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 386 236 T3

DESCRIPCIÓN

Detección del colmatado de un filtro para un fluido

El presente invento se refiere al campo de los filtros para fluidos.

5 El invento se refiere más particularmente a un procedimiento y un dispositivo de detección del colmatado de un filtro para un fluido.

Un circuito de fluido está generalmente equipado con un filtro cuya función es la de filtrar el fluido, es decir eliminar de él las impurezas y residuos con los que existe el riesgo de dañar los equipos por los que circula este fluido. Por ejemplo, dicho fluido es un lubricante tal como aceite o un carburante.

10 En uso, el filtro, recuperando estas impurezas y residuos, se colmata poco a poco hasta finalmente impedir el paso del fluido del filtro. Para impedir esta situación la rama del circuito de fluido en la que está montado el filtro comprende en derivación un circuito de desviación. Esta configuración está ilustrada en la figura 1, la cual representa el estado de la técnica. En la descripción que viene a continuación los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” están definidos con respecto al sentido de circulación normal del fluido en el circuito. Un filtro 20 está
15 montado en una rama principal 10 de un circuito de fluido. Aguas arriba de este filtro 20, la rama principal 10 se escinde en dos ramas, una primera 12 que prolonga la rama principal 10 y en la cual está montado el filtro 20, y una segunda rama 14 en la que está montado un dispositivo de válvula 40 (dispositivo “by pass”). Aguas abajo del dispositivo de válvula 40, la segunda rama 14 se vuelve a unir con la primera rama 12 aguas abajo del filtro 20 para volver a formar la rama principal 10, de modo que el dispositivo de válvula 40 está montado en derivación con respecto al filtro 20. Por lo tanto, la presión del fluido aguas arriba del dispositivo de válvula 40 es sensiblemente igual a la presión P aguas abajo del filtro 20. El fluido circula en la figura 1 de izquierda a derecha como está
20 ilustrado por la flecha F.

Cuando el filtro no ha sido ensuciado por las impurezas, es decir al comienzo de su funcionamiento, la presión P_f inmediatamente aguas abajo del filtro 20 (en la primera rama 12) es sensiblemente igual a la presión P aguas arriba del filtro 20. Igualmente, la presión P_{dc} inmediatamente aguas abajo del dispositivo de válvula 40 (en la segunda
25 rama 14) es sensiblemente igual a la presión P aguas arriba del dispositivo de válvula 40. Todo el fluido circula por la rama 12, y el fluido en la parte de aguas arriba de la rama 14 está bloqueado por el dispositivo de válvula 40. En efecto, este dispositivo de válvula 40 funciona como una válvula que no deja pasar el fluido más que cuando la diferencia de presión $\Delta P = P - P_{dc}$ entre aguas arriba y aguas abajo de este dispositivo de válvula 40 es superior a un valor crítico ΔP_c . Tal dispositivo de válvula 40 es conocido en el estado de la técnica. Puede tratarse por ejemplo
30 de un dispositivo de válvula de bola cuyo funcionamiento se recuerda brevemente a continuación.

Un dispositivo de válvula de bola lleva un depósito que contiene una bola y un muelle. Cuando el dispositivo de válvula de bola se encuentra en posición cerrada la bola es empujada por el muelle de modo que bloquea el extremo de aguas arriba del depósito e impide así que el fluido que se encuentra en la parte de la rama situada aguas arriba del depósito penetre en este último. Cuando la presión de fluido aguas arriba del depósito aumenta con respecto a la
35 presión de fluido aguas abajo del depósito, la fuerza ejercida por este fluido sobre la bola y por tanto contra el muelle aumenta proporcionalmente. Para un cierto valor crítico ΔP_c de la diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo del dispositivo de válvula de bola la fuerza de reacción del muelle es equilibrada exactamente por la fuerza generada por la presión ΔP_c sobre la bola. Cuando esta diferencia de presión supera dicho valor crítico ΔP_c la bola es rechazada hacia aguas abajo y por tanto deja pasar el fluido a través del dispositivo de válvula de bola, que entonces se encuentra en posición abierta.
40

Se comprende que a medida que el filtro 20 se colmata debido a las impurezas que allí se acumulan aumente la diferencia de presión $\Delta P = P - P_f$ entre aguas arriba y aguas abajo del filtro 20. La diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo del dispositivo de válvula 40 aumenta igualmente ya que esta diferencia es sensiblemente igual a la diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo del filtro, estando en paralelo la primera rama 12 que
45 lleva el filtro 20 y la segunda rama 14 que lleva el dispositivo de válvula. Se calibra el dispositivo de válvula 40 de modo que pase en posición abierta cuando el filtro 20 esté totalmente colmatado. Así, el valor crítico ΔP_c se denomina valor de colmatado (o “diferencia de presión de colmatado”).

Una vez que el filtro 20 está totalmente colmatado el fluido pasa por tanto por la segunda rama 14 del circuito, a través del dispositivo de válvula 40, y por tanto ya no es filtrado. Llega pues al mecanismo de aguas abajo al que está destinado (por ejemplo, un motor si el fluido es un carburante, un rodamiento u otra pieza en movimiento si el fluido es un aceite) está lleno de impurezas. Dichas impurezas amenazan con dañar este mecanismo y por tanto es indispensable en la práctica sustituir el filtro 20 antes de que esté totalmente colmatado.
50

Por este motivo se utiliza con el filtro 20 un detector de presión que informa al usuario (por ejemplo el piloto) de que el filtro 20 está a punto de colmatarse y que es preciso sustituirlo rápidamente. La figura 1, que representa el estado de la técnica, muestra tal detector 60. Este detector 60 está montado en una tercera rama 16 que está conectada a la primera rama 12, a una parte y a otra del filtro 20. El detector 60 es un dispositivo conocido en el estado de la
55

técnica (es por ejemplo del tipo de manocontacto), y su estructura no se detalla aquí. Funciona según el siguiente principio: cuando la diferencia de presión ΔP_m entre aguas arriba y aguas abajo del detector 60 alcanza un valor umbral de ΔP_s , el manocontacto envía una señal (normalmente una señal eléctrica) al usuario para informarle de que la diferencia de presión ΔP_m entre aguas arriba y aguas abajo del detector 60 acaba de superar el valor umbral ΔP_s . Dicho valor umbral ΔP_s se escoge inferior al valor crítico de colmatado ΔP_c (por ejemplo el 90% de este valor crítico). Así, cuando la señal procedente del detector 60 es recibida por el usuario éste sabe que el filtro 20 debe ser sustituido próximamente y que queda tiempo suficiente para efectuar esta sustitución antes de que el filtro 20 esté totalmente colmatado. Esta información se deja al equipo de mantenimiento, el cual efectúa este cambio en tiempo útil durante una próxima operación de mantenimiento.

En el caso en el que el filtro 20 no esté todavía completamente colmatado, una sustitución de este último es suficiente antes de la puesta de nuevo en servicio del circuito. No obstante, puede que el equipo de mantenimiento realice esta operación de mantenimiento demasiado tarde, y eventualmente después de un colmatado completo del filtro 20. Pero en este caso, el filtro 20 ya ha sido "by-passé" (derivado) y el fluido haya continuado circulando por el circuito, las impurezas son pasadas por el dispositivo de válvula 40 en todo el circuito aguas abajo del filtro 20. En este caso es indispensable una inspección exhaustiva así como una limpieza del circuito, que son unas operaciones mucho más complicadas que la sustitución de un filtro. Es por tanto necesario que el equipo de mantenimiento sepa, cuando efectúe su operación de mantenimiento, si el filtro ya está colmatado y si ha sido "by-passé" o no.

Por esto es por lo que la parte de la segunda rama 14 situada aguas abajo del dispositivo de válvula 40 está provista de un indicador visual 70 (véase la figura 1) que indica si el fluido ha circulado en la parte aguas abajo de la segunda rama 14, es decir si el fluido ha pasado a través del dispositivo de válvula 40. El indicador visual 70 indica tal paso del fluido por inspección visual del dispositivo de válvula 40. El indicador visual 70 es por ejemplo un indicador de tipo "pop-up", es decir que tiene una lengüeta que está inicialmente dispuesta en el interior del indicador visual 70 (la lengüeta no es por tanto visible desde el exterior). Tal indicador visual 70 es conocido en el estado de la técnica, y su funcionamiento no se detalla aquí. Durante el paso del fluido por la parte de la segunda rama 14 situada aguas abajo del dispositivo de válvula 40 y donde se sitúa el indicador visual 70, dicho indicador visual 70 desplaza esta lengüeta de modo que se haga visible al equipo de mantenimiento. Este equipo puede por tanto, mirando el dispositivo de válvula 40 (y el indicador visual 70), saber inmediatamente si el filtro 20 está colmatado y si ha sido "by-passé" o no.

Este sistema de detección del colmatado, asociado al filtro 20, tiene no obstante el inconveniente de que es necesario efectuar una inspección del indicador visual 70 para saber si el filtro está totalmente colmatado o solamente parcialmente colmatado.

Se conoce igualmente el documento GB 2.278.295 que expone un filtro similar.

El invento tiene como objeto proponer un procedimiento de detección del colmatado de un filtro que permite prescindir de la utilización del indicador visual y de su inspección durante la operación de mantenimiento.

Esto se consigue gracias al hecho de que el procedimiento de detección del colmatado del filtro comprende la medida, en instantes de muestreo sucesivos, de la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro, después el cálculo en diferentes instantes de la derivada primera con respecto al tiempo $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión ΔP , después el envío de una señal de colmatado (S_c) del filtro cuando la derivada primera $\{\Delta P\}'$ es igual a cero.

Gracias a estas disposiciones el usuario (por ejemplo el piloto del avión en el caso de un filtro de circuito de turborreactor) y el equipo de mantenimiento son informados de que el filtro está colmatado. En efecto, cuando el filtro está completamente colmatado, la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro se hace constante y se mantiene. La derivada primera $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión ΔP se hace entonces nula, y se envía la señal de colmatado S_c .

Ventajosamente el procedimiento comprende, antes del envío de la señal de colmatado (S_c) el envío de una señal umbral (S_s) cuando la diferencia de presión ΔP supera un valor umbral ΔP_s inferior a la diferencia de presión ΔP_c correspondiente al colmatado del filtro.

Así, no se utiliza más que un solo captador para detectar a la vez la superación del valor umbral ΔP_s , y la superación del valor de colmatado ΔP_c que indica el colmatado efectivo del filtro, en lugar de utilizar un detector y un indicador visual. De esto resulta una reducción del coste tanto en la compra como en el mantenimiento del filtro, como se ha explicado antes. El usuario y el equipo de mantenimiento son informados a la vez del hecho de que el filtro está parcialmente colmatado más allá de un nivel correspondiente al valor umbral, y del hecho de que el filtro está o no completamente colmatado, sin tener que efectuar inspección alguna del indicador visual.

El invento se refiere también a un dispositivo de detección del colmatado de un filtro de un fluido, montado en un circuito de dicho fluido.

Según el invento, este dispositivo de detección comprende: un captador conectado en el circuito aguas arriba y aguas abajo del filtro, y apto para medir, en instantes de muestreo sucesivos, la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro; y un calculador apto para calcular en diferentes instantes la derivada primera con respecto al tiempo $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión ΔP , y apto para enviar una señal de colmatado (S_C) del filtro cuando la derivada primera $\{\Delta P\}'$ sea igual a cero.

Ventajosamente el calculador es apto para enviar, antes del envío de la señal de colmatado (S_C), una señal umbral (S_S) cuando la diferencia de presión ΔP supere un valor umbral ΔP_S inferior a la diferencia de presión de colmatado ΔP_C correspondiente al colmatado del filtro.

El invento se comprenderá mejor y sus ventajas serán más evidentes tras la lectura de la descripción detallada que sigue de un modo de realización representado a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de un filtro así como del procedimiento de detección del colmatado del filtro según la técnica anterior;
- la figura 2 es una representación esquemática de un filtro así como del procedimiento de detección del colmatado del filtro según el invento;
- la figura 3 muestra la variación en el tiempo de la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro, la variación de la derivada primera de esta diferencia de presión ΔP y la variación de la derivada segunda de esta diferencia de presión ΔP .

La figura 2 muestra un filtro 20 montado en una rama principal 10 de un circuito de fluido. Dicho filtro 20 puede, por ejemplo, estar montado en un circuito de fluido de un turbomotor. Este fluido puede ser, por ejemplo, un lubricante tal como aceite, o un carburante. Aguas arriba de este filtro 20 la rama principal 10 se escinde en dos ramas, una primera rama 12 que prolonga la rama principal 10 y en la cual está montado el filtro 20, y una segunda rama 14 en la que está montado un dispositivo de válvula 40. Aguas abajo del dispositivo de válvula 40, la segunda rama 14 se vuelve a unir con la primera rama 12 aguas abajo del filtro 20 para volver a formar la rama principal 10, de modo que el dispositivo de válvula 40 está montado en derivación con respecto al filtro 20. El fluido circula en la figura 2 de izquierda a derecha, como está ilustrado por la flecha F.

Un captador 160 está conectado en la primera rama 12 del filtro 20, a una parte y a otra del filtro 20. De este modo, una tercera rama 16 del circuito de fluido une la primera rama 12 aguas arriba del filtro 20 y la primera rama 12 aguas abajo del filtro 20 al captador 160, el cual está montado en esta tercera rama 16. La conexión de la tercera rama 16 aguas arriba del filtro 20 se sitúa por tanto aguas abajo de la conexión de la segunda rama 14 que está aguas arriba del filtro 20, y la conexión de la tercera rama 16 aguas abajo del filtro 20 se sitúa por tanto aguas arriba de la conexión de la segunda rama 14 que está aguas abajo del filtro 20. Sería también posible conectar aguas arriba del filtro 20 la tercera rama 16 con la rama principal 10 aguas arriba del lugar o exactamente en el sitio en el que la segunda rama 14 conecta con esta rama principal 10, y conectar aguas abajo del filtro 20 la tercera rama 16 en la rama principal 10 aguas abajo del lugar o exactamente en el sitio en el que la segunda rama 14 conecta con esta rama principal 10. En cualquier caso, la primera rama 12 que lleva el filtro 20 y la tercera rama 16 que lleva el captador 160 están por tanto en paralelo, y la diferencia de presión en los bornes del captador 160 es sensiblemente igual a la diferencia de presión ΔP (pérdida de carga) en los bornes del filtro 20. La solución representada en la figura 2 (una derivación de la tercera rama 16 en la primera rama 12, es decir lo más cerca de los bornes del filtro 20) es preferible puesto que la diferencia de presión medida por el captador 160 es entonces la más próxima a la diferencia de presión ΔP en los bornes del filtro, ya que la pérdida de carga debida a la longitud de las ramas del circuito no influye en la medida. El captador 160 está además unido a un calculador 165 capaz de tratar una señal, normalmente una señal eléctrica. Dicho captador 160 es un dispositivo conocido en el estado de la técnica, al igual que el calculador 165 que le está asociado. Sus estructuras no se detallan aquí por lo tanto.

El captador 160 mide en modo continuo la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro 20 en la tercera rama 16. Así, la diferencia de presión ΔP se mide a intervalos de tiempo sucesivos, instantes en los que la medida se efectúa constituyendo un muestreo en el tiempo. De forma ideal, estos intervalos son sensiblemente regulares, y los instantes en los que la medida se efectúa están lo suficientemente próximos para reproducir de forma fiable las variaciones en el tiempo de la diferencia de presión ΔP . Esta variación de la diferencia de presión ΔP está representada en la figura 3. Dicha diferencia de presión ΔP aumenta de forma continua desde cero hasta el valor ΔP_C que corresponde al colmatado completo del filtro 20, y en la abertura del dispositivo de válvula 40 y en el paso del fluido a través de este dispositivo en la segunda rama 14. Una vez que el filtro 20 está colmatado la diferencia ΔP permanece constante e igual al valor de colmatado ΔP_C .

El captador 160 envía una señal umbral S_S (normalmente una señal eléctrica) al usuario (por ejemplo, al piloto) cuando la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del captador 160 (es decir, entre aguas arriba y aguas abajo del filtro 20) alcanza un valor umbral ΔP_S , es decir en el instante t_S en la figura 3 (o en el instante de medida inmediatamente posterior a t_S). El valor umbral ΔP_S se elige inferior al valor de colmatado ΔP_C , como está

ilustrado en la figura 3 (por ejemplo, el 90% de este valor crítico). De este modo, cuando el usuario recibe la señal que procede del captador 160, sabe que el filtro 20 debe ser sustituido próximamente. Esta información es dejada al equipo de mantenimiento, el cual efectúa entonces esta sustitución en tiempo útil en una próxima operación de mantenimiento.

Además, gracias al hecho de que la diferencia de presión ΔP se mide de forma continua por muestreo, el calculador 165 puede utilizar esta medida de forma continua para calcular en cada instante del muestreo, o en varios de estos instantes, la derivada $d/dt(\Delta P)$ de la diferencia ΔP con respecto al tiempo (esta derivada es de hecho la derivada de la señal de la medida enviada por el captador 160 al calculador 165, siendo esta señal de medida proporcional a la diferencia de presión ΔP). Se designará esta derivada primera como $\{\Delta P\}'$. Así, el cálculo de la derivada $d/dt(\Delta P)$ en un instante cualquiera t_1 (designado $d/dt(\Delta P)]_1$ o $\{\Delta P\}'_1$) puede hacerse utilizando por ejemplo dos medidas ΔP_1 y ΔP_2 de la diferencia de presión ΔP en el instante t_1 y en un instante siguiente t_2 , y aplicando la fórmula:

$$\frac{d}{dt}(\Delta P)]_1 = \frac{\Delta P_2 - \Delta P_1}{t_2 - t_1} \quad (I)$$

Cuanto más unidos estén los instantes t_1 y t_2 más preciso es el cálculo de la derivada. De forma ideal se escogerán por tanto como instantes t_1 y t_2 dos instantes de muestreo sucesivos. De este modo se obtiene una medida de forma continua de la derivada $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo del filtro 20.

Cuando el filtro 20 está completamente colmatado (es decir, en el instante t_c en la figura 3) la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo del filtro 20 se hace constante y se mantiene (antes del colmatado del filtro la diferencia de presión aumenta con el tiempo, y por tanto su derivada es estrictamente positiva). La derivada $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión se hace entonces nula, como está ilustrado en la figura 3, que representa la evolución de la derivada $\{\Delta P\}'$ en función del tiempo. Cuando la derivada $\{\Delta P\}'$ se anula (es decir, en un instante de medida igual o inmediatamente superior a t_c), el calculador 165 envía una señal de colmatado S_c al usuario, que es entonces informado de que el filtro 20 está totalmente colmatado.

De este modo, utilizando un solo captador (el captador 160) y un calculador 165, es posible informar al usuario (y por tanto al equipo de mantenimiento) del hecho de que el filtro 20 está parcial o completamente colmatado, sin estar obligado a utilizar el indicador visual en el dispositivo de válvula 40.

El calculador 165 puede estar incorporado en el captador 160 o estar separado de este último. En este último caso, el calculador 165 puede estar por ejemplo incluido en la caja de seguimiento motor EMU ("Engine Monitoring Unit") o en la caja del avión (caja de mantenimiento).

Con objeto de confirmar el hecho de que el filtro está completamente colmatado es posible configurar el calculador 165 para que la señal de colmatado S_c sea enviada solamente cuando la derivada primera $\{\Delta P\}'$ sea igual a cero en al menos dos instantes sucesivos. En efecto, el calculador 165 podría calcular por error una derivada primera nula, o el cálculo podría ser realizado en el extremo de una fluctuación de la diferencia de presión ΔP (y por tanto dar una derivada primera nula). Al ser mínima la probabilidad de que tal error se produzca en dos instantes distintos, resulta entonces cierto que el filtro está totalmente colmatado cuando la derivada primera $\{\Delta P\}'$ es igual a cero en dos instantes sucesivos (por ejemplo dos instantes de muestreo sucesivos).

Es igualmente posible confirmar el hecho de que el filtro está completamente colmatado calculando la derivada segunda $d^2/dt^2(\Delta P)$ de la diferencia de presión ΔP . En efecto, cuando una derivada primera es nula en un intervalo de tiempo de longitud no nula (y no solamente en un punto), la derivada segunda es nula en este intervalo. Así, calculando gracias al calculador 165, a la vez la derivada primera $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión ΔP en un instante t_1 dado y su derivada segunda (designada $\{\Delta P\}''$) en este instante t_1 , se asegura que la diferencia de presión ΔP es constante en un intervalo alrededor del instante t_1 . En el caso presente esto significa que la diferencia de presión ΔP es constante en cualquier instante superior a t_1 , y por tanto que el filtro 20 está totalmente colmatado. Efectivamente, se ve en la figura 3 que la derivada segunda de la diferencia de presión ΔP es nula en cualquier instante t superior al instante t_c en el que el filtro llega a estar totalmente colmatado. El cálculo de la derivada segunda $\{\Delta P\}''$ en un instante cualquiera t_1 (designado $d^2/dt^2(\Delta P)]_1$ o $\{\Delta P\}''_1$) puede hacerse utilizando por ejemplo dos medidas ΔP_1 y ΔP_2 de la diferencia de presión en el instante t_1 y en un instante siguiente t_2 (por ejemplo, el instante de la muestra siguiente al instante t_1), y aplicando la fórmula siguiente conjuntamente con la fórmula (I):

$$\frac{d^2}{dt^2}(\Delta P)]_1 = \frac{\frac{d}{dt}(\Delta P)]_2 - \frac{d}{dt}(\Delta P)]_1}{t_2 - t_1} \quad (II)$$

Así, con objeto de confirmar que el filtro está completamente colmatado es posible configurar el calculador 165 para que calcule la derivada segunda con respecto al tiempo $\{\Delta P\}''$ de la diferencia de presión ΔP en diferentes instantes,

y para que la señal de colmatado S_c sea enviada al usuario solamente cuando la derivada segunda $\{\Delta P\}''$ y la derivada primera $\{\Delta P\}'$ sean iguales a cero. Al no poder producirse esta situación más que en los instantes posteriores al de colmatado t_c , entonces es cierto que el filtro está totalmente colmatado.

5 Alternativamente, dado que cuando la derivada primera es nula en un intervalo de tiempo de longitud no nula, la derivada de orden N (siendo N superior a 2) es nula en este intervalo, calculando en un instante t_1 dado a la vez la derivada primera $\{\Delta P\}'$ de la diferencia de presión ΔP y su derivada de orden N (designada $\{\Delta P\}^N$), se asegura que la diferencia de presión ΔP es constante en cualquier instante superior a t_1 , y por tanto que el filtro 20 está totalmente colmatado. La derivada de orden N se calcula de forma trivial iterando la fórmula (II).

10 El invento se refiere también a un dispositivo de detección del colmatado del filtro 20, que comprende un captador 160 y un calculador 165 que funciona como se ha indicado antes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección del colmatado de un filtro (20) de un fluido, que comprende las etapas siguientes:
 - 5 - se monta un dispositivo de válvula (40) en derivación de dicho filtro que no deje pasar el fluido más que cuando la diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo de este dispositivo de válvula sea superior a un valor crítico (ΔP_C) correspondiente al de colmatado del filtro;
 - se mide en instantes de muestreo sucesivos la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo de dicho filtro (20);
 - 10 - se calcula en instantes diferentes la derivada primera con respecto al tiempo $\{\Delta P\}'$ de dicha diferencia de presión ΔP ;
 - se envía una señal de colmatado (S_C) de dicho filtro (20) cuando dicha derivada primera $\{\Delta P\}'$ sea igual a cero.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende, antes de dicho envío de la señal de colmatado (S_C), el envío de una señal umbral (S_S) cuando dicha diferencia de presión ΔP supere un valor umbral ΔP_S inferior a la diferencia de presión ΔP_C correspondiente al de colmatado de dicho filtro (20).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque dicha señal de colmatado (S_C) es enviada solamente cuando dicha derivada primera $\{\Delta P\}'$ es igual a cero en al menos dos instantes sucesivos.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque comprende además el cálculo en instantes diferentes de la derivada segunda con respecto al tiempo $\{\Delta P\}''$ de dicha diferencia de presión ΔP , siendo enviada dicha señal de colmatado (S_C) solamente cuando dicha derivada segunda $\{\Delta P\}''$ y dicha derivada primera $\{\Delta P\}'$ sean iguales a cero.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicho filtro (20) es un filtro de aceite o un filtro de carburante.
- 25 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho filtro (20) está montado en un circuito de fluido de un turbomotor.
7. Dispositivo de detección del colmatado de un filtro (20) de un fluido, destinado a ser montado en un circuito de este fluido, que comprende un dispositivo de válvula (40) conectado con dicho circuito aguas arriba y aguas abajo de dicho filtro (20), y que no deje pasar el fluido más que cuando la diferencia de presión entre aguas arriba y aguas abajo de este dispositivo de válvula sea superior a un valor crítico (ΔP_C) correspondiente al de colmatado del filtro, caracterizado porque comprende además: un captador (160) conectado con dicho circuito aguas arriba y aguas abajo de dicho filtro (20), y apto para medir en instantes de muestreo sucesivos la diferencia de presión ΔP entre aguas arriba y aguas abajo de dicho filtro (20); y un calculador (165) apto para calcular en instantes diferentes la derivada primera con respecto al tiempo $\{\Delta P\}'$ de dicha diferencia de presión ΔP , y apto para enviar una señal de colmatado (S_C) de dicho filtro (20) cuando la derivada primera $\{\Delta P\}'$ sea igual a cero.
- 30 8. Dispositivo de detección según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho calculador (165) es apto para enviar, antes del envío de dicha señal de colmatado (S_C), una señal umbral (S_S) cuando dicha diferencia de presión ΔP supere un valor umbral ΔP_S inferior a la diferencia de presión de colmatado ΔP_C correspondiente al colmatado de dicho filtro (20).
- 35 9. Dispositivo de detección según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque dicho calculador (165) está incorporado en dicho captador (160).
- 40 10. Dispositivo de detección según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque dicho calculador (165) es apto para calcular en instantes diferentes la derivada segunda con respecto al tiempo $\{\Delta P\}''$ de dicha diferencia de presión ΔP , y es apto para enviar dicha señal de colmatado (S_C) solamente cuando dicha derivada segunda $\{\Delta P\}''$ y dicha derivada primera $\{\Delta P\}'$ sean iguales a cero.
- 45 11. Conjunto constituido por un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10 y por un circuito de fluido en el que está montado este dispositivo.
12. Turbomotor que tiene un circuito de fluido provisto de un filtro (20) equipado con un dispositivo de detección según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10.

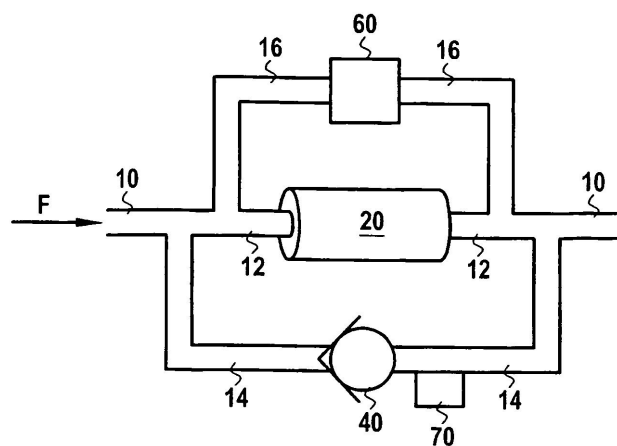


FIG.1

TÉCNICA ANTERIOR

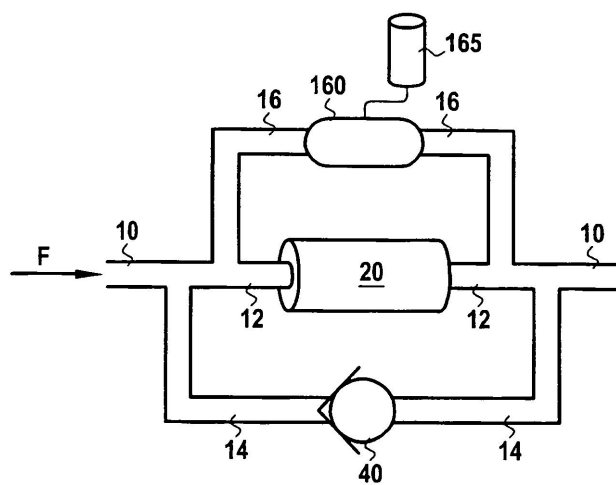


FIG.2

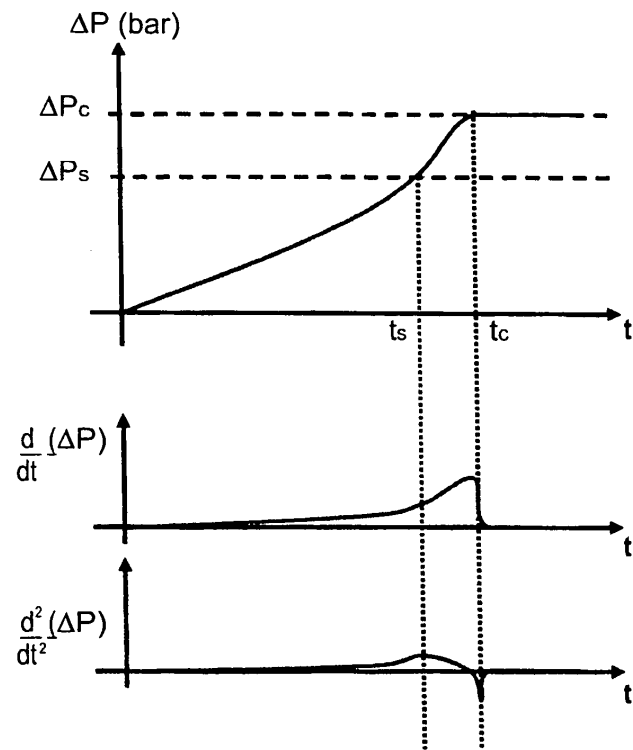


FIG.3