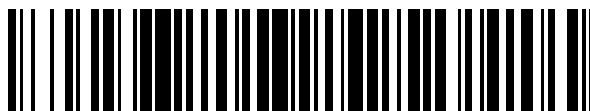


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 244**

51 Int. Cl.:

G01F 1/00 (2006.01)

G01F 23/20 (2006.01)

G01F 1/86 (2006.01)

G05D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2006 E 06806471 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 1949042**

54 Título: **Sistema de control de caudal másico**

30 Prioridad:

21.10.2005 EP 05023058

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

18.02.2016

73 Titular/es:

**LONZA AG (100.0%)
MÜNCHENSTEINERSTRASSE 38
4052 BASEL, CH**

72 Inventor/es:

**ROBERGE, DOMINIQUE;
AMRHEIN, MICHAEL y
GLATZ, YVES**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 560 244 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

Sistema de control de caudal másico

5 La presente invención se refiere a un sistema de dosificación para una mezcladora estática, en particular un microrreactor, y a un método de control del mismo.

10 Los mezcladores estáticos, tales como los microrreactores, sirven para mezclar y / o reaccionar fluidos o reactivos contenidos en los mismos. Los mezcladores estáticos comprenden al menos una entrada, generalmente dos, para el uno o más fluidos y convencionalmente dichos fluidos se suministran a la mezcladora mediante una bomba, en particular una bomba de pistón. Tales bombas, sin embargo, generan fluctuaciones de presión dentro de la mezcladora debido a sus características de ciclo periódico. Dado que, en particular, en los microrreactores, mezcladores estáticos de pequeñas dimensiones con cavidades interiores y superficies estructuradas y con o sin control de temperatura, son necesarias presiones más altas, en tales sistemas convencionales se producen enormes pulsos de presión. La Fig. 3A representa una presión de alimentación suministrada por una bomba de pistón convencional a un microrreactor. Tales fluctuaciones de presión, en particular los impulsos de presión, tales como los que se producen en los sistemas convencionales que incluyen bombas de suministro, pueden afectar negativamente a las reacciones químicas dentro del reactor (selectividad, mecanismo de reacción, formación de subproductos, etc.), en particular si la reacción está controlada por micro-mezclado o es dependiente de la presión.

20 Con el fin de aplicar una cantidad deseada de fluidos, deberá medirse y controlarse el caudal másico de cada fluido con alta precisión.

25 Un método conocido para medir los caudales másicos es un controlador de flujo másico Coriolis denominado (CMFC). Un CMFC comprende un tubo de metal largo que vibra con una cierta amplitud. Sin embargo, estas vibraciones pueden degradar la estabilidad del aparato y las características dentro del microrreactor. Por otra parte, en los CMFC conocidos el flujo másico mínimo para una medición precisa deberá ser al menos 10 g/min. Adicionalmente, a fin de lograr una buena precisión con caudales bajos, es necesario un tubo con un diámetro muy pequeño (menos de 1 mm), lo que puede causar problemas adicionales en términos de taponamiento, obstrucciones, etc. Por otra parte, un CMFC requiere un tiempo de residencia relativamente largo en la estructura metálica, de modo que pueden surgir problemas y efectos secundarios no deseados tales como reacciones químicas, corrosión, esfuerzo de aprehensión durante el precalentamiento o pre-enfriamiento.

35 El documento 2003/0071053 A1, que está considerado como la técnica anterior más cercana, da a conocer un sistema para el suministro continuo de un flujo medido de líquido a un aparato de procesamiento que comprende un depósito para contener un suministro a granel del líquido, y un recipiente intermedio. Una primera bomba suministra líquido desde el recipiente intermedio a un equipo de procesamiento a una velocidad. Una segunda bomba suministra líquido desde el depósito al recipiente intermedio a una segunda velocidad mucho más rápida. Un dispositivo de monitorización monitorea continuamente el peso del recipiente y controla la primera bomba en consecuencia para suministrar el peso requerido de líquido a la velocidad requerida al equipo de procesamiento. El dispositivo de control determina cuándo el peso del líquido en el recipiente intermedio ha alcanzado una posición mínima para iniciar el funcionamiento de la segunda bomba, para volver a llenar el recipiente, y un dispositivo adicional termina la operación del segundo medio cuando el nivel de líquido en el recipiente alcanza una posición máxima.

45 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de dosificación para una mezcladora estática, en el que se pueda controlar el flujo másico para evitar, o al menos disminuir, uno de los inconvenientes anteriormente mencionados.

50 Dicho objetivo se consigue mediante un sistema de dosificación de acuerdo con la reivindicación 1.

55 Un sistema de dosificación para suministrar un fluido A a una mezcladora estática 1, comprendiendo dicho sistema un depósito 2 que contiene dicho fluido A a una presión predeterminada y un elemento de presurización que proporciona dicha presión predeterminada; un paso de fluido 3 que conecta dicha mezcladora estática 1 y el depósito 2; una balanza 5 que detecta el peso PV_M de fluido A contenido en el depósito 2, una válvula de control 4 proporcionada dentro de dicho paso de fluido 3 para controlar el flujo de dicho fluido A desde dicho depósito 2 hacia dicha mezcladora estática 1; un controlador 6 para recibir un caudal objetivo SP_Q de dicho fluido A, y un caudal real PV_Q de dicho fluido A; y para emitir una señal de control MV_L a dicha válvula de control 4, indicativa de una posición de la válvula para ajustar el caudal, y un estimador de flujo que emite dicho caudal real PV_Q a dicho controlador 6 basado en el PV_M detectado por dicha balanza 5 en diferentes puntos de tiempo t0 y t1. Dicho fluido puede ser un líquido o un gas, por ejemplo, un reactivo o disolvente líquido o gaseoso que puede o no tener un reactivo disuelto en el mismo.

65 Con el fin de controlar el flujo másico de dicho fluido hacia dicha mezcladora, deberá determinarse el flujo másico o de volumen. Para ello, en el sistema de dosificación de la presente invención se utilizan una balanza y un estimador de flujo. Puesto que el peso del fluido contenido en el depósito, así como el peso total del depósito, y el elemento de

presurización de fluido, sólo cambian por el flujo de dicho fluido al exterior del depósito, el caudal del fluido puede determinarse basándose en el peso del fluido contenido en el depósito según lo detectado por dicha balanza en diferentes puntos de tiempo. Es decir, si el peso del fluido dentro del depósito o del sistema global ha disminuido cierta cantidad dentro de un cierto periodo de tiempo, el caudal del fluido estará dado por dicha cantidad dividida por dicho periodo de tiempo. Preferiblemente, dichos periodos de tiempo, en los que la balanza detecta el peso y dicho estimador de flujo procesa el mismo, se eligen para que sean suficientemente cortos como para obtener una precisión suficiente del caudal, pero lo suficientemente largos para evitar el ruido en la muestra.

Con tal control de flujo másico, en contraste con los CMFC conocidos, el recipiente para el medio de reacción puede estar fabricado con cualquier material adecuado para la reacción, por ejemplo, acero, vidrio, esmalte, polímeros. Además, el controlador completo puede construirse con elementos sencillos y baratos y no es sensible a las influencias ambientales como los CMFC convencionales u otros controladores de flujo másico conocidos.

En una realización, el elemento de presurización comprende una bomba que suministra el fluido al exterior del depósito hacia el interior de la mezcladora. Dicha bomba puede estar construida de cualquier manera conocida, por ejemplo como una bomba de pistón o una bomba de jeringa. La bomba, así como el depósito, deberán colocarse en la balanza, que a su vez determinará el peso total del fluido contenido en el depósito y del elemento de presurización. Ventajosamente, dicha balanza se puede restablecer a un punto inicial (punto cero) antes de comenzar a suministrar el fluido, a fin de eliminar los pesos constantes del aparato, tales como los pesos del depósito, la bomba, etc.

Sin embargo, en un elemento de presurización que comprenda una bomba, se pueden producir vibraciones y pulsaciones de presión tal como se ha descrito en la introducción. Por lo tanto, en una realización preferida, el elemento de presurización puede comprender un fluido inerte a una presión predeterminada que sea suficiente para presionar el fluido, que ha de suministrarse al interior de la mezcladora, al exterior del depósito y al interior de dicha mezcladora a la presión predeterminada. Por lo tanto, en esta realización se pueden evitar ventajosamente las vibraciones y los impulsos de presión generados por una bomba. Tal sistema de dosificación sin vibraciones ni movimientos permite un procesamiento adicional (pre-enfriamiento, precalentamiento, pre-mezclado de dos o más líneas, etc.) con conexiones de tubos simples.

Si dicho fluido inerte fluye hacia el interior de dicho depósito que contiene el fluido, que ha de suministrarse al interior de la mezcladora, el peso total de dicho depósito cambia en consecuencia. Dicho cambio, sin embargo, no refleja el flujo másico del fluido, que ha de suministrarse al interior de la mezcladora, y por lo tanto podrá causar errores en la detección de flujo másico. A esto, el fluido inerte es ventajosamente un gas inerte. Debido a la baja densidad de este gas inerte, la afluencia del mismo no afecta significativamente a la determinación del caudal másico. Adicionalmente, este tipo de errores pueden corregirse dentro del propio estimador de flujo.

Preferiblemente, dicho depósito será suficientemente grande como para que el escape de fluido hacia la mezcladora no afecte de manera significativa a la presión en el interior de dicho depósito.

En la realización preferida, un pasaje de fluido conecta dichos mezcladora y depósito, en la que se proporciona una válvula de control dentro de dicho paso de fluido para controlar el flujo de dicho fluido desde dicho depósito en dicha mezcladora. Un controlador recibe un caudal objetivo de dicho fluido, seleccionado por un operador, y un caudal real de dicho fluido. Dicho controlador emite entonces una señal de control a dicha válvula de control, que indica una posición de la válvula para ajustar el caudal en consecuencia.

Así, en la realización preferida el fluido se suministra a la mezcladora debido a la sobre-presión en el interior del depósito. Por lo tanto no es necesaria bomba alguna, en particular ninguna bomba de pistón, que en los sistemas de dosificación convencionales implica fluctuaciones de presión en el flujo de alimentación. Así, un sistema de dosificación de acuerdo con la presente realización de la presente invención puede proporcionar el fluido con una pulsación de presión menor o inexistente dentro del flujo de alimentación de fluido. La Fig. 3B representa la presión de alimentación suministrada a un microrreactor por un sistema de dosificación de acuerdo con la realización preferida de la presente invención. Como puede observarse a partir de la comparación con la Fig. 3A, las características de presión se suavizan significativamente.

Por control de retroalimentación de la válvula de control basado en la diferencia entre el caudal de alimentación objetivo y el caudal de alimentación real detectado, puede obtenerse dicho caudal de alimentación objetivo deseado con una elevada precisión sin tener conocimientos de parámetros de la bomba, tales como los impulsos, etc. Además, la ausencia de una bomba no sólo reduce ventajosamente los costes, sino que también evita impurezas introducidas por dicha bomba o que se produzcan fugas en dicha bomba. Esto es lo más preferible cuando se trata de fluidos peligrosos, y se puede proporcionar un sistema mucho mejor sellado.

Preferiblemente, la mezcladora estática es un microrreactor, es decir, una mezcladora estática de pequeñas dimensiones con o sin control de la temperatura con cavidades y superficies interiores estructuradas que pueden estar opcionalmente recubiertas con catalizadores adaptados a la reacción química deseada.

En dicha realización preferida la sobrepresión del fluido contenido en el depósito se aplica mediante un fluido inerte. A esto, dicho depósito contiene adicionalmente dicho fluido inerte a una presión predeterminada que presuriza el fluido. Esto permite una sencilla presurización de dicho fluido y el restablecimiento de la sobrepresión predeterminada mediante el suministro de fluido inerte adicional.

5 Dicho fluido inerte es preferiblemente un gas inerte, que es preferiblemente insoluble o poco soluble en dicho fluido. Por lo tanto, por un lado, las reacciones químicas no se ven afectadas por dicho gas inerte, mientras que por otro lado dicho gas inerte es más fácil de manejar en contraste con el líquido inerte y, en particular, se puede comprimir a un grado superior. Adicionalmente, la formación de burbujas debido a la caída de presión detrás de la válvula de control se puede prevenir ventajosamente mediante el uso de tal gas inerte poco soluble o insoluble. El exceso de presión debida al suministro de un gas añadirá una masa adicional a la balanza, si el depósito de gas no se coloca sobre la balanza también. Sin embargo, debido a la amplia diferencia de la densidad específica entre el gas de presurización y el fluido introducido en la mezcladora, dicho peso adicional puede ser fácilmente compensado en el cálculo. El peso adicional de las tuberías y del sistema de conexión no afecta a la precisión del sistema de dosificación.

20 Con el fin de evitar o corregir adicionalmente los ruidos debidos a la frecuencia de muestreo, las operaciones numéricas, etc., dicho peso se diferencia temporalmente de manera análoga o numérica para obtener el caudal real, mientras que dicho peso y / o el valor resultante al diferenciar temporalmente dicho peso se filtra/n antes de la salida. Principalmente, la determinación y el control del flujo másico se pueden llevar a cabo con cualquier precisión requerida. Dicha precisión está limitada sólo por la precisión y la inercia (es decir, la reacción retardada en el tiempo) de la balanza.

25 Esta determinación del caudal real no sólo se puede efectuar a bajo costo, al requerir sólo una balanza y una unidad de cálculo para procesar los pesos, sino que también evita la interacción de aparatos de medición del caudal y por lo tanto mejora ventajosamente las características de sellado del sistema de dosificación. Además, también puede proporcionarse el estimador de flujo en el controlador del sistema de dosificación.

30 En una realización preferida adicional en un modo de control automático, la salida de señal de control a la válvula de control comprende una salida de controlador que corresponde a una diferencia entre el caudal objetivo y el caudal real de dicho fluido. Esta salida del controlador puede calcularse preferiblemente por medio de un control proporcional, integral o diferencial, como se conoce en la técnica, o por cualquier combinación de los mismos. Otros métodos de control que también pueden emplearse son control difuso, redes neuronales o similares.

35 Con el fin de aumentar la respuesta del controlador, una salida de controlador anticipativo, que corresponde a una entrada anticipativa de posición de la válvula por parte de un Operador al controlador, se puede añadir a la salida del controlador para formar la salida de señal de control a dicha válvula de control. Dado que un controlador PID convencional sólo actúa sobre un error controlado entre valores objetivos y reales, tales controladores muestran cierto retraso, en el que dicho error controlado deberá aumentar lo suficiente como para producir un grado suficiente de control. La adición de una salida de controlador anticipativo predeterminada, por el contrario, proporciona ventajosamente una señal de control significativa *ab initio*.

45 Una primera y / o segunda unidades de rampa puede/n determinar una trayectoria de caudal de alimentación objetivo y una salida de controlador anticipativo respectivamente, basadas en un periodo de tiempo y al caudal de alimentación objetivo/posición de válvula anticipativa. Dado que la entrada de un valor objetivo constante de repente (correspondiente a una trayectoria objetivo paso a paso) daría lugar a un cambio brusco en la salida del controlador y por lo tanto a un impulso de presión dentro del sistema de dosificación, es ventajoso aumentar regularmente el valor objetivo hasta la cantidad predeterminada, dando tiempo al sistema de dosificación a seguir dicho cambio más regular.

50 Alternativamente, un sistema de dosificación de acuerdo con la presente invención puede operarse adicionalmente en un modo de control manual. En tal modo de control manual, una posición manual de la válvula, introducida por un operador, se emite entonces como dicha señal de control a dicha válvula de control, en lugar de la salida del controlador.

55 El operador puede cambiar los modos de control de automático a manual, o vice versa. En este último caso, ventajosamente, la posición de la válvula manual puede seleccionarse como dicha posición anticipativa de la válvula. Entonces puede lograrse una transferencia regular desde el modo manual al modo automático, dado que al principio la antigua posición manual de la válvula pre-seleccionada se mantiene a través de la salida del controlador anticipativo, y, posteriormente, la salida del controlador minimiza la diferencia entre el caudal de alimentación real y el objetivo.

60 Otros objetos, características y ventajas de la presente invención derivan de las reivindicaciones dependientes y de la descripción de las realizaciones preferidas. Para ello

65

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un sistema de dosificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 2 muestra la estructura del controlador de la Fig. 1; y

Las Figs. 3A, 3B representan la presión de alimentación obtenida por un sistema de dosificación con una bomba y un sistema de dosificación con un gas inerte de acuerdo con la presente invención, respectivamente.

Un sistema de dosificación de acuerdo con una realización de la presente invención puede proporcionar a una mezcladora 1 un fluido A a un caudal deseado SP_Q sin fluctuaciones de alta presión.

A esto, el sistema comprende un depósito 2 que contiene dicho fluido A y un fluido inerte B con una presión predeterminada. Dicha presión es suficiente para presionar el fluido A y moverlo al exterior del depósito 2 y hacia la mezcladora 1.

Dicho fluido inerte B es preferiblemente un gas inerte B que, más preferiblemente, es poco soluble en el fluido. Por ejemplo, como gas inerte se pueden utilizar ventajosamente Argón (Ar), Helio (He) o Nitrógeno (N_2).

La mezcladora 1 y el depósito 2 están conectados entre sí por un paso de fluido 3, en el que se proporciona una válvula de control 4. Dicha válvula de control 4 permite el ajuste del caudal de alimentación real PV_Q del fluido A suministrado a la mezcladora 1. A esto, la válvula de control 4 recibe una señal de control desde un controlador 6 con el fin de ajustar el caudal de alimentación. Dicha señal de control puede indicar, por ejemplo, una posición de válvula MV_L de la válvula de control 4, en la que una posición de la válvula más abierta produce un mayor caudal de alimentación. Preferiblemente, dicha válvula de control es una válvula de control neumático.

Dicho caudal se estima mediante un estimador de flujo. A esto, una balanza 5 detecta el peso PV_M del fluido A contenido en el depósito 2. La balanza 5 puede detectar, por ejemplo, el peso total del depósito 2, el fluido A y el gas inerte B contenidos en el mismo o - no necesariamente - pueden restarse el peso del gas inerte y del depósito. La diferenciación de dicho peso PV_M produce el cambio de la masa en el tiempo que corresponde al caudal másico del fluido A que sale del depósito 2. En otras palabras, restar un peso real $PV_M(t_1)$ de un peso anterior $PV_M(t_0)$ y dividirlo por el periodo de tiempo transcurrido $(t_1 - t_0)$ produce el caudal de alimentación $PV_Q(t) = [(PV_M(t_1) - PV_M(t_0)) / (t_1 - t_0)]$. En una realización alternativa, dicho caudal másico se puede dividir por la densidad del fluido A de modo que pueda determinarse un caudal de alimentación de volumen en su lugar.

Con el fin de suavizar el ruido de detección, así como el ruido generado por las operaciones numéricas, un filtro 5a y/o un filtro 5c puede/n filtrar la señal que indica el peso PV_M antes y después de calcular el caudal de alimentación PV_Q en una unidad de cálculo 5b, respectivamente. Se puede emplear un filtro de segundo orden, un filtro de Butterworth o cualquier otro filtro conocido, a modo de filtro 5a y/o 5c. Preferiblemente, se realizan dos filtros de señales independientes, a saber, la señal de peso de la balanza y el cálculo derivado.

En un modo de control automático tal como se muestra en la Fig. 2, el caudal de alimentación PV_Q está controlado anticipativamente en el controlador 6. A esto, dicho caudal de alimentación real PV_Q detectado se introduce en dicho controlador 6, así como un caudal de alimentación SP_Q predeterminado u objetivo. En una realización preferida el controlador 6 comprende una primera unidad de rampa 6a que calcula una trayectoria de caudal de alimentación objetivo $SP_Q(t)$ para alcanzar el caudal de alimentación objetivo SP_Q regularmente dentro de un periodo de tiempo T_ramp predeterminado o de libre elección. Tal trayectoria puede satisfacer, por ejemplo la siguiente ecuación:

$$SP_Q(t) \equiv \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{SP_Q}{T_ramp} \cdot t & 0 \leq t \leq T_ramp \\ \frac{SP_Q}{T_ramp} & t < T_ramp \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{SP_Q}{T_ramp} \cdot t & 0 \leq t \leq T_ramp \\ \frac{SP_Q}{T_ramp} & t < T_ramp \end{cases}$$

El caudal de alimentación real PV_Q detectado se resta de dicha trayectoria de caudal de alimentación objetivo $SP_Q(t)$ o caudal de alimentación objetivo SP_Q para producir un error controlado $e(t) = SP_Q(t) - PV_Q(t)$. Este error controlado se introduce a continuación en una unidad de control 6b que produce una correspondiente salida de controlador u_L . Dicha unidad de control puede emplear cualquier algoritmo de control conocido, como por ejemplo un controlador proporcional (P), integral (I) o diferencial (D) o cualquier combinación de los mismos. En la realización preferida la unidad de control 6b emplea un controlador PID, por tanto, un controlador PID produce una salida del controlador

$$u_L(t) = P e(t) + D d(e(t))/dt + I \int(e(t))dt$$

en la que P, D e I denotan parámetros de controlador predeterminados o de libre elección, respectivamente. Dicha salida del controlador u_L puede emitirse entonces a la válvula de control 4 como una señal de control indicativa de la posición de válvula MV_L .

5 En una realización preferida, se añade una salida de controlador anticipativo FF_L adicional a la salida del controlador u_L . A esto, el operador introduce una posición de válvula anticipativa MAN_{FF_L} . Con el fin de regular el ciclo de control completo y para limitar los cambios bruscos de la posición de la válvula - que causarían impulsos de presión - el controlador 6 puede comprender ventajosamente una segunda unidad de rampa 6c que calcule dicha salida del controlador anticipativo $FF_L(t)$ para llegar a la posición de válvula anticipativa MAN_{FF_L} de manera regular dentro de un periodo de tiempo predeterminado, o de libre elección, de manera análoga a la primera unidad de rampa 6a. Entonces se añaden la salida de controlador u_L y la salida de controlador anticipativo $FF_L(t)$, produciendo la señal de control $MV_L = u_L + FF_L$ que se emite a la válvula de control 4 e indica una posición de válvula a realizar en la misma. Tal término anticipativo adicional FF_L produce una respuesta más rápida por lo que el caudal objetivo SP_Q se alcanza más rápidamente.

15 En un modo de control manual, el operador también puede introducir directamente la posición de válvula MV_L como posición de válvula manual MAN_L (véase la Fig. 2). El controlador 6 permite cambiar entre ambos modos de control mediante el conmutador 6d, que selecciona o bien la señal de control $u_L + FF_L$ o bien la posición de válvula manual MAN_L como señal de salida MV_L a la válvula de control 4.

20 Con el fin de proporcionar una conmutación regular desde el modo de control manual al automático, la salida de controlador anticipativo FF_L se puede establecer en la posición de válvula manual MAN_L (no mostrada) antes de la conmutación. De este modo, en primer lugar se mantendrá la válvula 4 en la anterior posición de válvula $MV_L = MAN_L = FF_L$ determinada manualmente y después se adaptará regularmente al caudal de alimentación objetivo SP_Q seleccionado debido al error controlado.

25 Pueden predeterminarse un límite superior e inferior de la posición de válvula MV_L con el fin de evitar el exceso de caudal másico o el contraflujo.

30 El control anteriormente descrito se puede realizar de cualquier manera conocida, por ejemplo en un controlador digital o analógico, y puede ser implementado por un micro-controlador, un ordenador de usos múltiples de libre programación, o un ordenador personal o similar.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de dosificación que suministra un fluido (A) a una mezcladora estática (1), comprendiendo dicho sistema:
- 5 un depósito (2) que contiene dicho fluido (A) a una presión predeterminada y un elemento de presurización (B); un paso de fluido (3) que conecta dicha mezcladora (1) y dicho depósito (2); una balanza (5) que detecta un peso (PV_M) de dicho fluido (A) contenido en dicho depósito (2); una válvula de control (4) situada dentro de dicho paso de fluido (3) para controlar un caudal de dicho fluido (A)
- 10 desde dicho depósito (2) hacia dicha mezcladora estática (1); un controlador (6), siendo dicho controlador un controlador (6) que puede operarse únicamente en modo de control automático o un controlador (6) que puede operarse tanto en dicho modo de control automático como en un modo de control manual, en donde:
- 15 (a) en dicho modo de control automático, dicho controlador (6) recibe un caudal objetivo (SP_Q) de dicho fluido (A), y un caudal real (PV_Q) de dicho fluido (A), y emite a dicha válvula de control (4) una señal de control (MV_L) que controla la posición de dicha válvula de control (4) para ajustar el caudal; y (b) en dicho modo de control manual, dicho controlador (6) recibe una posición manual de válvula (MAN_L), introducida por un operario, como dicha señal de control (MV_L) para accionar dicha válvula de control (4); y
- 20 un estimador de caudal (5c) que emite dicho caudal real (PV_Q) a dicho controlador (6), basado en dicho peso (PV_M) detectado por dicha balanza (5) en diferentes puntos temporales (t0, t1).
2. El sistema de dosificación de la reivindicación 1, en el que dicha mezcladora estática es un microrreactor.
- 25 3. El sistema de dosificación de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el elemento de presurización (B) que presuriza dicho fluido (A) comprende un fluido inerte (B).
4. El sistema de dosificación de la reivindicación 3, en el que dicho fluido inerte (B) es un gas inerte (B), que es preferiblemente poco soluble en dicho fluido (A).
- 30 5. El sistema de dosificación de la reivindicación 4, en el que dicho gas inerte (B) es Helio (He), Argón (Ar) o Nitrógeno (N₂).
6. El sistema de dosificación de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha válvula de control (4) es una válvula de control neumático.
- 35 7. El sistema de dosificación de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el elemento de presurización (B) que presuriza dicho fluido (A) comprende una bomba.
- 40 8. El sistema de dosificación de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho estimador de caudal comprende una unidad de cálculo (5b) en la que se diferencia en el tiempo dicho peso (PV_M) para producir dicho caudal real (PV_Q); y dicho peso (PV_M) y/o el valor resultante de diferenciar en el tiempo dicho peso es/son filtrado/s por una unidad de filtro (5a, 5c) proporcionada antes y/o después de dicha unidad de cálculo (5b).
- 45 9. El sistema de dosificación de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho controlador (6) comprende una unidad de control (6b); y dicha señal de control (MV_L) emitida a dicha válvula de control (4) se refiere a una salida de controlador (u_L), calculada por dicha unidad de control (6b) en correspondencia a una diferencia (e(t)) entre dicho caudal objetivo (SP_Q) de dicho fluido (A) y dicho caudal real (PV_Q) de dicho fluido (A).
- 50 10. El sistema de dosificación de la reivindicación 9, en el que dicha unidad de control (6b) es un controlador PID.
11. El sistema de dosificación de las reivindicaciones 9 o 10, en el que una salida de controlador anticipativo (FF_L), que corresponde a una posición de válvula anticipativa (MAN_FF_L) introducida por un operador en dicho controlador (6), se añade a la salida de controlador (u_L), calculada por dicha unidad de control (6b), para formar dicha señal (MV_L) de control emitida a dicha válvula de control (4).
- 55 12. El sistema de dosificación de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dicho controlador (6) comprende adicionalmente una primera unidad de rampa (6a) para determinar una trayectoria de caudal de alimentación objetivo (SP_Q(t)) basada en el caudal de alimentación objetivo (SP_Q) y un periodo de tiempo (T_ramp).
- 60 13. El sistema de dosificación de las reivindicaciones 11 o 12, en el que dicho controlador (6) comprende adicionalmente una segunda unidad de rampa (6c) para determinar dicha salida de controlador anticipativo (FF_L) basada en dicha posición de válvula anticipativa (MAN_FF L) y dicho periodo de tiempo.
- 65

- 5 14. El sistema de dosificación de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que dicho controlador (6) comprende adicionalmente como medio para seleccionar entre dichos modo automático y manual un conmutador (6d) para emitir dicha posición de válvula manual (MAN_L), introducida por un operador, como dicha señal de control (MV_L) a dicha válvula de control (4) en lugar de dicha salida de controlador determinada por dicha unidad de control (6b), en dicho modo de control manual.
- 10 15. El sistema de dosificación de la reivindicación 14, en el que, al conmutar el conmutador (6d) de modo de control manual a automático, se selecciona dicha posición de válvula manual (MAN_L) como dicha posición de válvula anticipativa (MAN_FF_L).
- 15 16. Un método para controlar un sistema de dosificación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, llevado a cabo en dicho modo de control automático, que comprende las etapas de recibir dicho caudal objetivo (SP_Q) y dicho caudal real (PV_Q) de dicho fluido (A); y emitir dicha señal de control (MV_L) indicativa de una posición de válvula de control (4) para ajustar dicho caudal basándose en dicho caudal objetivo (SP_Q) y dicho caudal real (PV_Q) de dicho fluido (A).
- 20 17. El método de la reivindicación 16, en el que dicho caudal real (PV_Q) se determina mediante dicho estimador de caudal basándose en dicho peso (PV_M) de dicho fluido (A) contenido en dicho depósito (2), detectado por dicha balanza (5) en diferentes puntos temporales (t0, t1).
- 25 18. El método de la reivindicación 17, en el que dicho peso (PV_M) se diferencia en el tiempo para producir dicho caudal real (PV_Q); y dicho peso (PV_M) y/o el valor resultante al diferenciar en el tiempo dicho peso se filtra/n antes de su emisión.
- 30 19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que dicha señal de control (MV_L) se refiere a dicha salida de controlador (u_L), que se calcula en correspondencia a dicha diferencia (e(t)) entre dicho caudal objetivo (SP_Q) de dicho fluido (A) y dicho caudal real (PV_Q) de dicho fluido (A).
- 35 20. El método de la reivindicación 19, en el que dicha salida de controlador (u_L) se calcula comprendiendo un factor correspondiente a dicha diferencia (e(t)), un parámetro de controlador correspondiente a una derivada con respecto al tiempo (d(e(t)/dt) de dicha diferencia (e(t)) y un factor correspondiente a una integral (j(e(t))dt) de dicha diferencia (e(t)) en el tiempo.
- 40 21. El método de las reivindicaciones 19 o 20, en el que dicha salida de controlador anticipativo (FF_L), que corresponde a dicha posición de válvula anticipativa (MAN_FF_L) introducida por dicho operador en dicho controlador (6), se añade a dicha salida de controlador (u_L) para formar dicha salida de señal de controlador (MV_L) a dicha válvula de control (4).
- 45 22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, en el que dicha trayectoria de caudal de alimentación objetivo (SP_Q(t)) se determina basándose en dicho caudal de alimentación objetivo (SP_Q) y dicho periodo de tiempo (T_ramp).
- 50 23. El método de las reivindicaciones 21 o 22, en el que dicha salida de controlador anticipativo (FFL) se determina basándose en dicha posición de válvula anticipativa (MAN_FF_L) y en un periodo de tiempo.
24. Un método para controlar un sistema de dosificación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, llevado a cabo en dicho modo de control manual, en el que dicha posición de válvula manual (MAN_L), introducida por el operador, puede emitirse como dicha señal de control (MV_L) a dicha válvula de control (4) en lugar de la salida de controlador.
25. El método de la reivindicación 24, en el que, al conmutar del modo de control manual al automático, dicha posición de válvula manual (MAN_L) se selecciona como dicha posición de válvula anticipativa (MAN_FF_L).

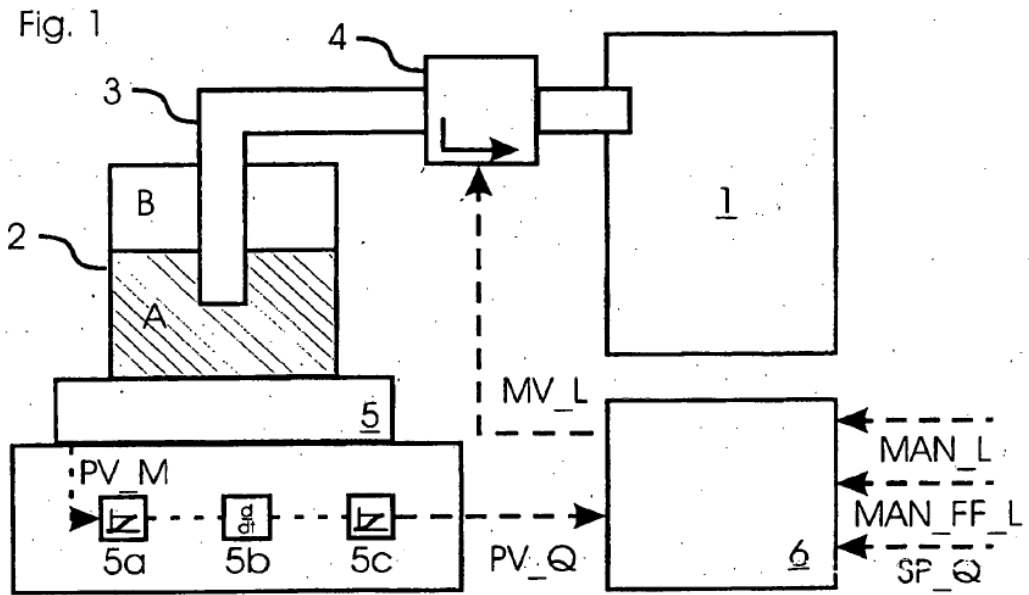


Fig. 2

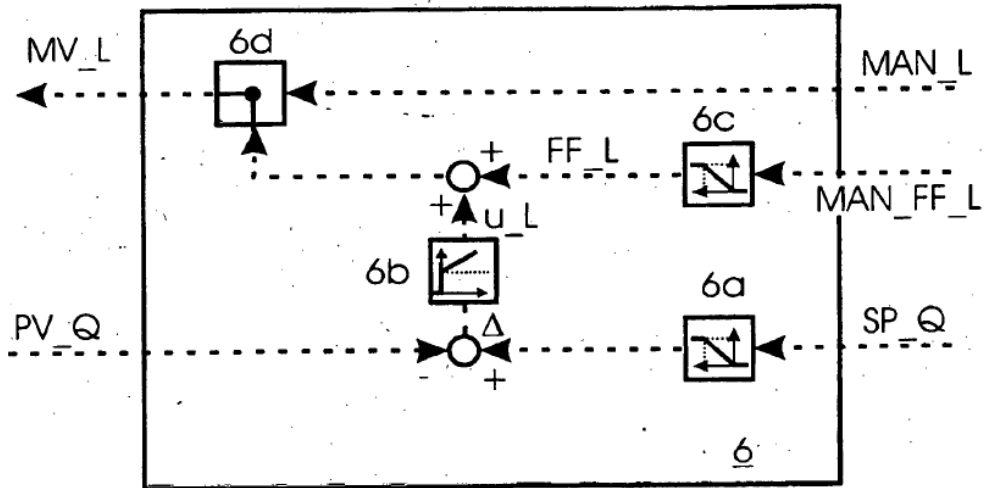


Fig. 3.B

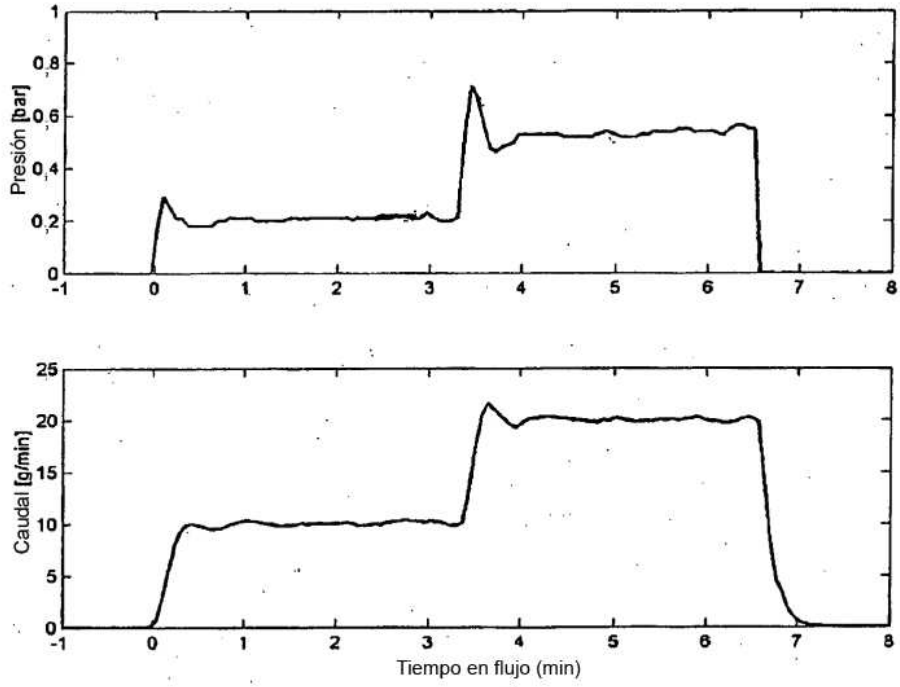


Fig. 3.A

