

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 170**

51 Int. Cl.:

B01F 15/00 (2006.01)

B01F 7/04 (2006.01)

G05B 21/00 (2006.01)

G05D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2009 E 09708028 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 2242565**

54 Título: **Mezclador, dispositivo y procedimiento de vigilancia o de control de este mezclador**

30 Prioridad:

08.02.2008 FR 0800682

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

14.03.2013

73 Titular/es:

**ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE LYON
(50.0%)
15 Parvis René Descartes B.P. 7000
69342 Lyon 7ème, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**PINTON, JEAN-FRANÇOIS;
METZ, PASCAL;
GASTEUIL, YOANN y
SHEW, WOODROW LEE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 398 170 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

Mezclador, dispositivo y procedimiento de vigilancia o de control de este mezclador

La invención se refiere a un mezclador así como a un dispositivo y a un procedimiento de vigilancia o de control de este mezclador. El solicitante conoce un mezclador que comprende:

- 5 - un recipiente en el que se reciben unos productos fluidos o granulares a mezclar para formar una mezcla, distinguiéndose estos productos los unos de los otros, antes de la mezcla, por al menos un tamaño físico medible,
- un agitador apto para agitar los productos presentes en el recipiente, y
- un dispositivo de vigilancia o de control del mezclador en función de al menos una característica medible del mezclador.

10 El dispositivo de vigilancia o de control es un dispositivo que permite verificar que la mezcla se lleva a cabo en un plan preestablecido y/o controlar diferentes equipamientos del mezclador tales como el agitador, para que la mezcla se lleve a cabo conforme a este plan preestablecido.

15 Por ejemplo, si la característica medible utilizada es representativa de la homogeneidad de la mezcla, entonces el dispositivo permite parar el mezclador cuando la mezcla sea homogénea. La característica medible utilizada puede también ser representativa del estado de avance de un proceso relacionado con la mezcla, tal como una reacción química. En este último caso, el dispositivo permite vigilar el buen funcionamiento del proceso y actuar sobre el mezclador si el proceso no se ejecuta como estaba previsto.

20 En los mezcladores conocidos, la vigilancia o el control preciso del desarrollo de la mezcla es muy difícil debido al hecho de que el valor de la característica utilizada para vigilar o controlar el mezclador no es uniforme sobre el conjunto del volumen de la mezcla.

Para ilustrar este problema, se toma aquí el ejemplo de una mezcla entre una pintura azul y una pintura amarilla realizada a fin de obtener una mezcla uniformemente verde.

25 Se conoce colocar un sensor de color sobre un lado del recipiente en el que se desarrolla esta mezcla. Se podría esperar poder vigilar o controlar fácilmente esta mezcla a partir de las mediciones de este sensor. Por ejemplo, se podría considerar parar automáticamente la mezcla cuando el color medido por este sensor sea uniformemente verde. En la práctica, no es posible proceder así. En efecto, incluso si localmente, cerca del sensor, el color medido es uniformemente verde, quedan frecuentemente en el interior mismo de la mezcla unas bolsas residuales de pintura azul o amarilla. La vigilancia o el control del mezclador con tal dispositivo es por lo tanto poco eficaz.

30 La invención pretende remediar estos problemas proporcionando un mezclador en el que la vigilancia o el control sea más eficaz.

El documento US-A-6 05773 describe un mezclador según el preámbulo de la reivindicación 1.

Tiene por lo tanto por objeto un mezclador conforme a la reivindicación 1.

35 En el mezclador anterior, puesto que las partículas instrumentadas son libres de moverse en la mezcla, ellas son capaces de medir la característica en numerosos puntos en esta mezcla, incluso debajo de la superficie visible de la mezcla. El número de partículas instrumentadas es inferior al número de puntos en los que se puede realizar una medición. Esto permite limitar el número de sensores utilizados por comparación en una situación en la que se desearía obtener las mismas mediciones utilizando unos sensores fijados sobre las paredes del recipiente.

Además, las partículas instrumentadas se desplazan en la mezcla bajo la acción de los flujos turbulentos creados por el agitador. Por lo tanto, no es necesario prever unos medios específicos de propulsión para estas partículas.

40 El mezclador equipado del dispositivo de vigilancia o de control anterior permite por lo tanto simplemente vigilar y controlar más eficazmente la evolución de la mezcla.

Los modos de realización de este mezclador pueden comprender la característica de la reivindicación 2.

La invención tiene asimismo por objeto un dispositivo de vigilancia o de control de un mezclador apto para ser utilizado en el mezclador anterior.

45 Los modos de realización de este dispositivo de vigilancia o de control comprenden las características de las reivindicaciones 3 a 7.

Estos modos de realización del dispositivo de vigilancia o de control presentan además las ventajas siguientes:

- cuando las partículas instrumentadas tienen sensiblemente la misma densidad que la del mezclador, ellas barren uniformemente el conjunto del volumen de la mezcla, lo que evita introducir un sesgo en las mediciones teniendo en

cuenta, por ejemplo, preferentemente, lo que pasa hacia el fondo del recipiente o, al contrario, hacia la superficie del recipiente,

5 - la indicación del fin de la mezcla a partir de las mediciones realizadas por las partículas instrumentadas permite parar el mezclador justo en el momento en el que la mezcla se considera como homogénea en el recipiente, en lo referente a la característica medida,

g- usar simultáneamente varias partículas instrumentadas en una misma mezcla hace más rápido y más preciso, por ejemplo, la determinación de falta de homogeneidad en la mezcla,

- transmitir las mediciones mediante una unión sin cable hacia la unidad de tratamiento permite disminuir el tamaño de las partículas y por lo tanto, en última instancia, mejorar la vigilancia o el control del desarrollo de la mezcla,

10 - localizar las partículas instrumentadas en el interior de la mezcla permite mejorar la vigilancia o el control del mezclador teniendo en cuenta, por ejemplo, unos sitios en los que se encuentran unas faltas de homogeneidades en el interior de la mezcla.

15 Finalmente, la invención tiene también por objeto un procedimiento de vigilancia o de control de un mezclador de productos fluidos o granulares que se distinguen los unos de los otros, antes de la mezcla, por al menos un tamaño físico medible según la reivindicación 9, y al uso de una partícula instrumentada según la reivindicación 8.

La invención se entenderá mejor a la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos en los que:

- la figura 1 es una ilustración esquemática de la estructura de un mezclador equipado de un dispositivo de vigilancia y de control,

20 - la figura 2 es una ilustración esquemática de una partícula instrumentada del dispositivo de vigilancia y de control de la figura 1,

- la figura 3 es un organigrama de un procedimiento de vigilancia y de control del mezclador de la figura 1,

- la figura 4 es un gráfico que ilustra esquemáticamente las diferentes mediciones recogidas por partículas instrumentadas del dispositivo de vigilancia y de control de la figura 1,

25 - las figuras 5 y 6 son unos gráficos que representan la evolución a lo largo del tiempo de las mediciones realizadas por otros dos modos de realización de la partícula instrumentada de la figura 2.

En estas figuras, las mismas referencias son utilizadas para designar los mismos elementos.

A continuación en esta descripción, las características y funciones bien conocidas por el experto en la materia no están descritas con detalle.

30 La figura 1 representa un mezclador 2. Este mezclador 2 comprende un recipiente 4 que contiene una mezcla 5 de diferentes productos. Los productos a mezclar son vertidos en el recipiente 4 mediante un dosificador controlable 6.

Los productos introducidos en el recipiente 4 se distinguen los unos de los otros, antes de la mezcla, por al menos un tamaño físico medible. Así, justo después de la introducción de los productos en el recipiente, la mezcla 5 no es homogénea.

35 Por ejemplo, el objetivo del mezclador es hacer homogénea la mezcla 5 en lo referente a la distribución espacial de los valores de una característica de esta mezcla medible localmente. Más precisamente, se considera aquí que una mezcla no es homogénea si existe en la mezcla al menos una primera y una segunda bolsa de productos en las que la característica medida tiene, respectivamente, un primer y un segundo valor diferentes, siendo la diferencia entre estos primer y segundo valores superior a un límite predeterminado. El tamaño mínimo de las bolsas tenidas en
40 cuenta y el límite predeterminado es, por ejemplo, fijado previamente por el usuario en función de los productos a mezclar. A la inversa, la mezcla 5 se considera homogénea si no es "no homogénea".

Por ejemplo, aquí, la característica de la mezcla medible localmente es el tamaño físico que permite, antes de la mezcla, distinguir los productos mezclados.

45 A título de ilustración únicamente, el modo de realización de la figura 1 está descrito en el caso particular en el que los productos mezclados son pinturas líquidas, respectivamente amarillas y azules. En este contexto, el objetivo del mezclador es obtener una mezcla homogénea de color uniformemente verde.

El dosificador 6 es apto para introducir en el recipiente 4 unas cantidades dosificadas de cada uno de los productos a mezclar. Por ejemplo, el dosificador 6 está formado de canalizaciones equipadas cada una de una bomba dosificadora controlable. Para simplificar la figura 1, sólo se han representado una canalización 8 y una bomba

dosificadora 10. Cada canalización desemboca en el interior del recipiente 4. Aquí, el dosificador 6 permite introducir unos volúmenes dosificados de pinturas de colores diferentes en el recipiente 4.

El mezclador 2 comprende un agitador controlable 14 para agitar los productos recibidos en el recipiente 4. Por ejemplo, a este efecto, el agitador 14 comprende una hélice 16 arrastrada en rotación por un motor 18.

- 5 Aquí, la posición del agitador 14 con respecto al recipiente 4 es regulable con la ayuda de un mecanismo 20 de desplazamiento del agitador 14 con respecto a las paredes del recipiente 4. Por ejemplo, el mecanismo 20 permite inclinar el eje de rotación de la hélice 16 en diferentes direcciones.

El mezclador 2 está equipado de un dispositivo de vigilancia y de control. Este dispositivo comprende:

- varias partículas instrumentadas 24 incorporadas en la mezcla 5,
- 10 - tres antenas 26 y 28 dispuestas alrededor del recipiente 4, y
- una unidad 30 de tratamiento apta para vigilar y controlar la evolución de la mezcla.

- 15 Cada partícula instrumentada 24 es apta para medir el tamaño físico que permite diferenciar los productos mezclados en el recipiente 4. Por ejemplo, aquí, estas partículas 24 están cada una equipada de un sensor de color que permite diferenciar las dos pinturas de colores diferentes. Estas partículas 24 están asimismo equipadas de un emisor que permite enviar, en tiempo real y simultáneamente, las medidas realizadas por sus sensores respectivos hacia las antenas 26 a 28. Las partículas 24 están descritas más en detalle en relación a la figura 2.

Las antenas 26 a 28 están dispuestas en el exterior del recipiente 4 a fin de recibir las medidas realizadas por las partículas 24. Aquí, las tres antenas 26 a 28 están dispuestas las unas con respecto a las otras a fin de permitir una localización de cada partícula instrumentada por triangulación.

- 20 La unidad 30 de tratamiento comprende un receptor 32 conectado a cada una de las antenas 26 a 28 a fin de recibir las medidas enviadas por las partículas 24.

La unidad 30 comprende también:

- un localizador 34 propio para determinar la posición de cada partícula 24 en el interior del recipiente 4 por triangulación, en función de la potencia de las señales recibidas por las antenas 26 a 28,
- 25 - un módulo 36 de vigilancia del mezclador apropiado, por ejemplo, para detectar una falta de homogeneidad en la mezcla 5 a partir de las medidas transmitidas por las partículas 24, y
- un módulo 38 de control del mezclador 4 para actuar sobre la evolución de la mezcla.

Por ejemplo, aquí, el módulo 38 es apropiado para controlar los equipamientos siguientes del mezclador 2:

- el motor 18, para regular la velocidad de rotación de la hélice 16,
- 30 - el mecanismo 20 para orientar la hélice 16 en una dirección predeterminada, y
- el dosificador 6 para introducir, si es necesario, nuevas cantidades de los productos en la mezcla 5.

La figura 2 representa más en detalle una partícula instrumentada 24. Aquí, para simplificar, se supone que todas las partículas instrumentadas 24 son idénticas.

Cada partícula 24 comprende:

- 35 - un sensor 44 del tamaño físico que permite diferenciar los productos a mezclar antes de que estos sean introducidos en el recipiente 4 y mezclados,
- un convertidor analógico-numérico 46 propio para convertir las señales transmitidas por el sensor 44 en señales numéricas,
- 40 - un multiplexor 48 apropiado para multiplexar las señales numéricas de varios sensores cuando la partícula 24 está equipada de varios sensores, y
- un emisor 50 apropiado para emitir las señales numéricas multiplexadas transmitidas por el multiplexor 48 hacia las antenas 26 a 28.

- 45 La partícula 24 comprende igualmente un microcontrolador 52 apto para controlar los diferentes elementos de la partícula 24. Finalmente, la partícula 24 comprende una batería 54 que permite alimentar el conjunto de los equipamientos de la partícula.

5 En la figura 2, se ha representado también en línea discontinua un segundo sensor 56. Este segundo sensor 56 puede ser idéntico al sensor 44, es decir ser capaz de medir el mismo tamaño físico que el sensor 44 o, al contrario, ser capaz de medir otro tamaño físico que el medido por el sensor 44. En el caso en el que los sensores 44 y 56 miden el mismo tamaño físico, estos están dispuestos en sitios diferentes sobre el perímetro de la partícula 24 y preferentemente diametralmente opuestos.

El sensor 56, como el sensor 44, está conectado al convertidor 46.

En el modo de realización de la figura 1, la partícula 24 comprende únicamente el sensor 44. El sensor 44 es un sensor de color apropiado para distinguir las dos pinturas mezcladas por sus colores respectivos.

10 La partícula 24 comprende también una capa protectora 58 apta para proteger los diferentes equipamientos electrónicos que contiene del entorno exterior en el interior del cual está destinada a ser incorporada. La esfera 58 tiene un diámetro D. El diámetro D es suficientemente pequeño para que el volumen acumulado del conjunto de las partículas 24 permanezca pequeño frente al volumen de la mezcla. Por ejemplo, el volumen acumulado de las partículas 24 es inferior al 10% del volumen de la mezcla. Así, la presencia de las partículas no impide la realización de la mezcla. Aquí, el diámetro D es inferior a 2 cm y preferentemente inferior a 1 cm.

15 El peso de la partícula 24 es suficiente para que pueda atravesar las diferentes bolsas de productos durante la mezcla.

Aquí, el diámetro D de la partícula 24 se selecciona para que la densidad de esta partícula sea sensiblemente igual a la densidad de la mezcla 5. Aquí, por "sensiblemente igual" se designa el hecho de que la densidad de la partícula 24 es igual a la densidad de la mezcla 5 a aproximadamente más o menos el 10%.

20 La densidad de la partícula 24 es igual al volumen de esta partícula dividido por su peso. La densidad de la mezcla 5 es igual al volumen de esta mezcla dividido por su peso. Si la mezcla se realiza con pesos y volúmenes constantes, el volumen de la mezcla se puede determinar a priori por la relación entre el volumen de los productos a mezclar sobre el peso de los productos a mezclar.

En este modo de realización, el diámetro D se da mediante la relación siguiente:

25
$$m = \rho_F \pi D^3 / 6$$

en la que:

- m es la masa de la partícula 24,

- ρ_F es la densidad de la mezcla 5,

- D es el diámetro a determinar de la partícula 24.

30 Cuando la densidad de la partícula 24 es sensiblemente igual a la de la mezcla 5, entonces las partículas 24 barren uniformemente el conjunto del volumen de la mezcla 5, lo que mejora la fiabilidad del dispositivo de vigilancia y de control del mezclador 2.

El funcionamiento del mezclador 2 se describirá ahora frente al procedimiento de la figura 3, en el caso particular de la mezcla de dos pinturas de colores amarillo y azul.

35 Inicialmente, durante una etapa 60, las partículas 24 son incorporadas a la mezcla 5. Por ejemplo, las partículas 24 son introducidas al mismo tiempo que los productos a mezclar en el recipiente 4.

40 Después, durante una etapa 62, el agitador 14 está controlado para agitar los productos a mezclar en el interior del recipiente 4. Aquí, el motor 18 arrastra en rotación la hélice 16 que agita ella misma los diferentes productos presentes en el recipiente 4. Esta agitación de los productos conlleva también el desplazamiento de las partículas 24 al interior del recipiente 4 bajo la acción de los flujos turbulentos creados en la mezcla 5 por la hélice 16.

Aquí, las partículas 24 son libres de desplazarse al interior de la mezcla 5 y no están retenidas por ningún elemento a las paredes del recipiente 4 o al agitador 14. Además, cada partícula 24 es autónoma con respecto a las demás partículas. En estas condiciones, las partículas 24 barren uniformemente el conjunto del volumen de la mezcla 5.

45 En paralelo a la etapa 62, durante una etapa 64, el sensor 44 de cada partícula 24 realiza una medición instantánea $g_i(t)$ del tamaño físico que permita diferenciar los productos mezclados, es decir, aquí, el color. El índice i identifica la partícula 24 que ha realizado la medición.

Durante la etapa 64, cada medición $g_i(t)$ es instantáneamente enviada al receptor 32 por medio de una conexión inalámbrica establecida entre el emisor 50 de esta partícula, y las antenas 26 a 28.

En paralelo a las etapas 62 y 64, la unidad 30 ejecuta una fase 66 de vigilancia y de control del mezclador 2. Al principio de esta fase 66, durante una etapa 68, el receptor 32 recibe las medidas $g_i(t)$ enviadas por cada una de las partículas 24.

5 Cada partícula 24 envía sus medidas sobre una frecuencia que le es apropiada a fin de no interferir las emisiones de las otras partículas 24 presentes en la misma mezcla. Además, cada tramo de información emitido por una partícula 24 comprende un identificador de esta partícula que permite identificar esta partícula entre el conjunto de las partículas presentes en el mezclador 5.

10 A partir de las medidas $g_i(t)$ recibidas durante la etapa 68, durante una etapa 70, el módulo 36 determina, por ejemplo, si la mezcla es suficientemente homogénea para poder parar el agitador 14. Por ejemplo, al principio de la etapa 70, durante una operación 72, se calcula un valor medio $\bar{g}(t)$ de las diferentes medidas instantáneas $g_i(t)$ enviadas por cada partícula 24. Típicamente, esta media $\bar{g}(t)$ es una media deslizante realizada en un intervalo de tiempo Δt predeterminado. Después, durante una operación 74, el módulo 36 verifica si cada medida instantánea $g_i(t)$ enviada por cada partícula 24 durante el intervalo Δt es igual a la media $\bar{g}(t)$ más o menos Δg . Δg es un margen de tolerancia sobre la homogeneidad de la mezcla. Δg está predeterminado por el usuario. Por ejemplo, aquí Δg se
15 selecciona inferior al 10% de la media $\bar{g}(t)$ y preferentemente inferior al 5% de la media $\bar{g}(t)$.

Si el conjunto de las medidas instantáneas $g_i(t)$ enviadas durante el intervalo de tiempo Δt es igual a la media $\bar{g}(t)$ más o menos Δg , entonces el módulo 38 controla, durante una etapa 76 la parada del agitador 14. En efecto, en este caso, se considera que la mezcla 5 se vuelve suficientemente homogénea y por lo tanto ya no es necesario seguir agitándola.

20 En paralelo a la etapa 70, durante una etapa 78, el localizador 34 determina la posición, en un referencial solidario del recipiente 4, de cada partícula 24. Por ejemplo, la posición de cada partícula 24 está determinada por triangulación a partir de los instantes de recepción de la medición $g_i(t)$ por las antenas 26 a 28, o a partir de la potencia de las señales recibidas por cada una de las antenas 26 a 28.

25 Después, durante una etapa 80, en el caso en el que durante la operación 74 se haya determinado que la mezcla 5 no sea lo suficiente homogénea, entonces la unidad 38 controla los diferentes equipamientos del mezclador 2 en función de las medidas $g_i(t)$ enviadas por las partículas 24 y de la localización de estas partículas 24 obtenida durante la etapa 78. Por ejemplo, a partir de cada medición $g_i(t)$ y de la localización de la partícula que haya enviado esta medición, el módulo 38 determina donde se encuentran las bolsas residuales de color amarillo o azul en el recipiente 4. Después, el módulo 38 controla el mecanismo 20 para agitar preferentemente unas zonas de la mezcla
30 5 en la que se encuentran estas bolsas residuales de color amarillo o azul. Durante la etapa 80, el módulo 38 puede también controlar el motor 18 para acelerar o, al contrario, ralentizar la agitación de los productos en función de las medidas $g_i(t)$.

35 Durante la etapa 80, si el color medio predicho para la mezcla a partir de las medidas $g_i(t)$ enviadas por cada una de las partículas 24 no corresponde a un color determinado fijado por el usuario, entonces el módulo 38 controla también el dosificador 6 para introducir unos productos durante la mezcla. Por ejemplo, si el color uniforme predicho para la mezcla 5 es demasiado próximo al amarillo, el módulo 38 controla la adición de pintura azul en esta mezcla.

40 La figura 4 representa un ejemplo de evolución a lo largo del tiempo de las medidas $g_i(t)$ realizadas por cuatro partículas 24. En la figura 4, las mediciones de las primera, segunda, tercera y cuarta partículas 24 son identificadas por, respectivamente, una cruz, un círculo, un cuadrado y un triángulo. Al principio de la mezcla, las partículas 24 se encuentran o bien en unas bolsas de pinturas amarilla, o bien en unas bolsas de pintura azul. La desviación típica de la distribución de estas medidas alrededor de la media $\bar{g}(t)$ es por lo tanto importante. Después, bajo la acción del agitador 14, esta desviación típica disminuye progresivamente. La mezcla se vuelve por lo tanto más homogénea y las medidas $g_i(t)$ se aproximan de la media $\bar{g}(t)$. A partir de un instante t_0 , cada medición $g_i(t)$ realizada por
45 cualquiera de las partículas 24 está comprendida en una banda de anchura $2 \Delta g$ centrada alrededor de la media $\bar{g}(t)$. El agitador 14 está, por lo tanto, parado en el instante t_1 después de que el intervalo de tiempo Δt haya transcurrido.

Muchos otros modos de realización son posibles. Por ejemplo, el sensor 44 puede ser sustituido por cualquier sensor de una característica de la mezcla medible localmente. Esta característica medida puede ser diferente del tamaño físico que permite diferenciar, antes de la mezcla, los productos mezclados. Tal elección de la característica
50 puede ser oportuna si las faltas de homogeneidades de la mezcla que se desea detectar aparecen tras unas reacciones que se producen entre los productos mezclados, por ejemplo. El sensor puede también ser seleccionado para medir una característica representativa del estado de avance de una reacción química u otra que se produzca a al mismo tiempo que la mezcla.

55 A título de ilustración, el sensor puede ser un sensor de temperatura, de presión, de pH, de polarografía, de resistividad, de capacidad, de espectrofotometría, de opacidad, de turbiedad, de refractometría o de viscosidad. El sensor puede también ser un biochip, un biosensor o un sensor conocido bajo el término inglés de "lab-on-chip".

Así, el mezclador que se describe y su dispositivo de vigilancia y de control puede ser adaptado a numerosas aplicaciones. Por ejemplo, no es necesario que los productos mezclados sean productos líquidos miscibles como en el caso de las pinturas. Puede tratarse también de productos no miscibles. Los productos mezclados pueden presentarse en forma líquida, gaseosa o granular. En el caso de los gases, se observa que es posible sustituir el espacio interior de la partícula con un gas eventualmente más ligero que los gases en los que la partícula está incorporada.

Por ejemplo, el mezclador 2 puede ser adaptado a la vigilancia y al control de un mezclador de productos granulares tales como hormigón. En el caso del hormigón, los productos granulares a mezclar son arena y gravas. La arena se distingue, antes de la mezcla, de las gravas por el peso de sus granos, que es más de una decena de veces inferior al de una grava. Esta diferencia de peso entre un grano de arena y una grava se puede medir con la ayuda de un acelerómetro. En efecto, ya que las gravas son más pesadas que los granos de arena, su inercia es más grande. Por lo tanto, cuando una grava choca con una partícula instrumentada, la amplitud de la desaceleración o de la aceleración sufrida por la partícula instrumentada es mucho más grande que si esta misma partícula hubiese sido chocada, en las mismas condiciones, por un grano de arena. Así, para esta aplicación, se sustituye el sensor 44 por un acelerómetro. La figura 5 ilustra esquemáticamente la evolución a lo largo del tiempo de la amplitud $a(t)$ de la aceleración medida por esta partícula instrumentada. Cuando la partícula se encuentra en una bolsa P_1 de la mezcla llena únicamente de arena, los choques de los granos de arena sobre la capa de la partícula producen unas aceleraciones y desaceleraciones de pequeñas amplitudes. A la inversa, cuando esta partícula atraviesa una zona P_2 de la mezcla únicamente rellena de gravas, las amplitudes de las aceleraciones o desaceleraciones debidas a los choques de la partícula sobre las gravas son mucho más grandes.

Así, esta partícula permite discriminar una bolsa de arena de una bolsa de grava. Por ejemplo, a este efecto, el módulo 36 ó 38 calcula, en un intervalo de tiempo Δt predeterminado, la relación entre la desviación típica de las medidas $a(t)$ sobre la media de estas medidas $a(t)$. En la zona P_1 , esta relación es pequeña. A la inversa, en la zona P_2 , esta relación es mucho más grande. Finalmente, en una zona P_3 , en la que la arena y las gravas son uniformemente mezcladas, esta relación tiene un valor intermedio entre los dos anteriores. En efecto, en la zona P_3 , las variaciones de la amplitud $a(t)$ alrededor de la media son generalmente pequeñas salvo de vez en cuando, cuando la partícula encuentra una grava. Esta relación se puede, por lo tanto, utilizar para seguir el estado de avance de la mezcla entre la arena y la grava y, por ejemplo, parar el mezclador cuando la relación ha alcanzado un valor puntual predeterminado.

Se puede omitir el módulo 38. Por ejemplo, en este caso, como se representa en la figura 6, las medidas instantáneas $g_i(t)$ de las partículas instrumentadas son utilizadas para predecir la evolución de la media $\overline{g(t)}$. En la figura 6, la evolución predicha para la media $\overline{g(t)}$ está representada por una línea discontinua $\hat{g}(t)$. La evolución predicha $\hat{g}(t)$ está, por ejemplo, utilizada por el módulo 36 para asegurarse que la mezcla está bien bajo el control y que no supera un límite predeterminado S_1 . En el caso en el que las predicciones indican que la mezcla se desvía con relación a lo que se espera, entonces el módulo 36 activa una alarma. Así, en este caso, el dispositivo se utiliza únicamente para vigilar la mezcla sin controlar el mezclador para intervenir sobre la evolución de la mezcla.

Muchos otros modos de cálculo de la media $\overline{g(t)}$ son posibles. Por ejemplo, la media $\overline{g(t)}$ se puede determinar experimentalmente mediante medidas sobre una mezcla homogénea. La media $\overline{g(t)}$ se puede igualmente establecer utilizando únicamente las medidas enviadas al instante t .

Lo que se ha descrito en el ámbito de productos a mezclar, que tienen sensiblemente la misma densidad, se aplica también a dos o más productos a mezclar cuyas densidades son diferentes. En este caso, la densidad de las partículas instrumentadas se selecciona sensiblemente igual a la densidad de la mezcla homogénea.

En una variante, las partículas instrumentadas incorporadas en la mezcla no tienen todas la misma densidad. Por ejemplo, en el caso de una mezcla de dos productos que tienen densidades diferentes, unas partículas tienen una densidad sensiblemente igual a la densidad del primer producto y otras partículas tienen una densidad sensiblemente igual a la densidad del segundo producto.

Cuando las turbulencias creadas por el agitador 14 son suficientemente fuertes para desprestigiar el efecto de la gravedad sobre el recorrido de las partículas en la mezcla, no es necesario que las partículas tengan sensiblemente la misma densidad que los productos mezclados o la misma densidad que la mezcla obtenida. Se considera que la fuerza ejercida por la gravedad sobre una partícula se puede desprestigiar frente a la fuerza ejercida por las turbulencias sobre esta partícula, si existe al menos una relación diez entre estas dos fuerzas. Por ejemplo, la densidad de las partículas en este caso está comprendida entre 1/10 y diez veces la densidad de la mezcla.

El agitador 14 se puede sustituir por un agitador mecánico que consiste en arrastrar en rotación el recipiente 4 como, por ejemplo, en el caso de una hormigonera. El agitador 14 puede también crear las fuerzas que agitan los productos a mezclar por otros medios. Por ejemplo, las fuerzas de agitación pueden ser unas fuerzas electromagnéticas.

El número de partículas instrumentadas incorporadas en la mezcla se puede reducir a uno. Sin embargo, este número es preferentemente superior a cuatro o a diez.

En el caso en el que cada partícula comprende varios sensores de un mismo tamaño, las medidas transmitidas al receptor 32 pueden ser unas medidas diferenciales, es decir que corresponden a la diferencia entre las medidas realizadas por cada uno de los sensores de la partícula. Una medida diferencial es particularmente interesante si los sensores están dispuestos sobre lados diametralmente opuestos de la partícula instrumentada.

- 5 Una parte de los tratamientos realizados aquí por la unidad de tratamiento 30 se puede realizar en el interior mismo de cada partícula 24. Por ejemplo, el módulo 36 puede ser incorporado en el interior de las partículas 24. En este caso, las partículas ya no envían las medidas realizadas, sino una información ya pretratada, tal como una alarma.

En esta última variante, la comunicación entre las partículas 24 y la unidad 30 de tratamiento podrá ser entonces bidireccional.

- 10 La onda utilizada para localizar cada partícula no es necesariamente la misma que la utilizada para transmitir en tiempo real las medidas.

Si se requiere una localización menos precisa, se puede omitir una de las tres antenas. La localización de las partículas en la mezcla puede ser asimismo realizada mediante otros medios diferentes de una triangulación. Por ejemplo, las partículas pueden ser localizadas con la ayuda de una o varias cámaras y de un tratamiento de imágenes.

- 15

Aquí, la transmisión de las mediciones hacia el receptor 32 por las partículas utiliza un multiplexado frecuencial. En una variante, este multiplexado frecuencial se puede sustituir por un multiplexado temporal. Otras tecnologías como la tecnología CDMA ("Code Division Multiple Access" en inglés o "acceso múltiple por distribución en código" en español) puede ser asimismo utilizadas.

REIVINDICACIONES

1. Mezclador que comprende:
- productos fluidos o granulares a mezclar para formar una mezcla,
 - un recipiente (4) en el se reciben los productos fluidos o granulares a mezclar para formar la mezcla,
 - un agitador (14) apto para mezclar los productos presentes en el recipiente, y
- 5 - un dispositivo de vigilancia o de control del mezclador en función de al menos una característica medible de la mezcla,
- comprendiendo este dispositivo:
 - al menos una partícula instrumentada (24) destinada a ser incorporada en la mezcla, siendo cada partícula instrumentada:
- 10 a. apta para moverse libremente de manera autónoma en el interior de la mezcla bajo la acción de los productos agitados por el agitador, y
- b. equipada de al menos un sensor (44) apto para medir dicha característica,
- una unidad (30) de tratamiento apto para vigilar o controlar el mezclador en función de las medidas de la característica realizadas por cada partícula instrumentada,
- 15 caracterizado porque:
- los productos a mezclar se distinguen los unos de los otros, antes de la mezcla, por al menos un tamaño físico medible,
 - la característica medida por el sensor de cada partícula instrumentada es representativa del tamaño físico que distingue los unos de los otros, antes de la mezcla, los productos mezclados, y
- 20 - la unidad (30) de tratamiento es apta para indicar el fin de la mezcla cuando las medidas instantáneas de la característica son iguales, durante un intervalo de tiempo predeterminado, al valor medio de las mediciones a + o - Δg aproximadamente, siendo Δg un límite predeterminado.
2. Mezclador según la reivindicación 1, en el que el agitador (14) es un agitador mecánico solidario del recipiente y apto para agitar mecánicamente los productos recibidos en el recipiente para agitarlos los unos con los otros.
- 25 3. Dispositivo de vigilancia o de control de un mezclador conforme a la reivindicación 1 ó 2, en el que este dispositivo comprende:
- al menos una partícula instrumentada (24), siendo cada partícula instrumentada:
- 30 a. apta para moverse libremente de manera autónoma en el interior de la mezcla bajo la acción de los productos agitados por un agitador, y
- b. equipada de al menos un sensor (44) apto para medir al menos una característica de la mezcla,
- una unidad de tratamiento apta para vigilar o controlar el mezclador en función de las medidas de la característica realizadas para cada partícula instrumentada
- caracterizada porque:
- la característica medida por el sensor de cada partícula instrumentada es representativa del tamaño físico que distingue los unos de los otros, antes de la mezcla, los productos mezclados, y
- 35 - la unidad (30) de tratamiento es apta para indicar el fin de la mezcla cuando las medidas instantáneas de la característica son iguales, durante un intervalo de tiempo predeterminado, al valor medio de las medidas realizadas a + o - Δg aproximadamente, siendo Δg un límite predeterminado.
- 40 4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la densidad de cada partícula instrumentada (24) es igual a la densidad de la mezcla a más o menos el 10% aproximadamente.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en el que el dispositivo comprende varias partículas instrumentadas (24) equipadas cada una de un sensor (44) apto para medir dicha característica de la mezcla.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que cada partícula instrumentada (24) comprende un emisor (50) para transmitir mediante conexión inalámbricas las medidas realizadas de la característica, y la unidad (30) de tratamiento que comprende un receptor (32) apto para recibir las mediciones transmitidas por cada partícula instrumentada (24).
- 5 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que el dispositivo comprende un localizador (34) apto para relevar la posición de cada partícula instrumentada (24) en un referencial solidario de un recipiente en el que se hace la mezcla y la unidad (30) de tratamiento es apta para vigilar o controlar el mezclador en función de las medidas realizadas por cada partícula instrumentada y de las posiciones relevadas.
8. Utilización de una partícula instrumentada:
- 10 a. apta para moverse libremente de manera autónoma en el interior de una mezcla bajo la acción de los productos agitados por un agitador, y
- b. equipada de al menos un sensor (44) apto para medir al menos una característica de la mezcla, caracterizada porque la partícula instrumentada es utilizada en un mezclador conforme a la reivindicación 1 ó 2, para medir un tamaño físico que distingue los unos de los otros los productos mezclados.
- 15 9. Procedimiento de vigilancia o de control de un mezclador conforme a la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque este procedimiento comprende:
- el desplazamiento (62) en la mezcla de al menos una partícula instrumentada bajo la acción de los productos agitados por un agitador,
 - la medida (64) por cada partícula instrumentada de al menos una característica medible de la mezcla, y
- 20 - la vigilancia o el control (66) del mezclador en función de las medidas realizadas por cada partícula instrumentada, caracterizado porque:
- la característica medida por el sensor de cada partícula instrumentada es representativa del tamaño físico que distingue los unos de los otros, antes de la mezcla, los productos mezclados, y
 - el procedimiento comprende la indicación del final de la mezcla cuando las medidas instantáneas de la característica son iguales, durante un intervalo de tiempo predeterminado, al valor medio de las mediciones realizadas a $+ \text{o} - \Delta g$ aproximadamente, siendo Δg un límite predeterminado.
- 25

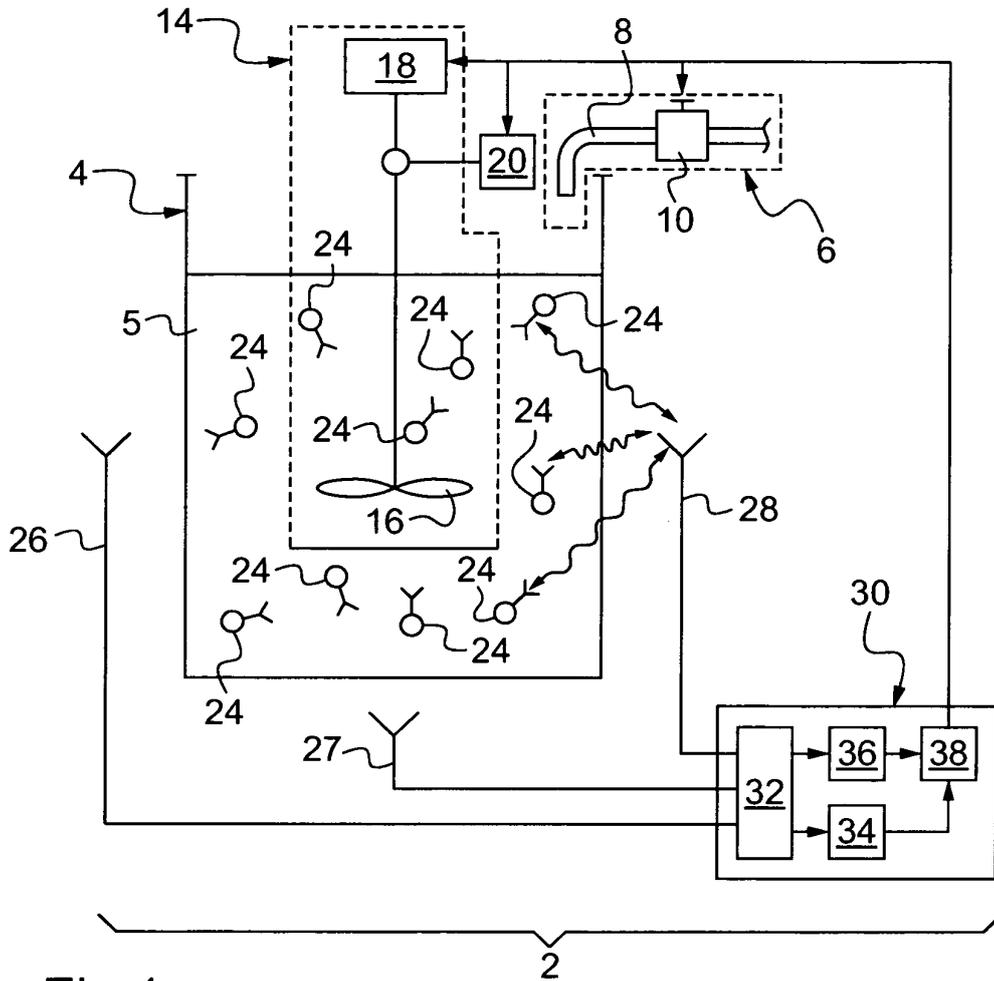


Fig.1

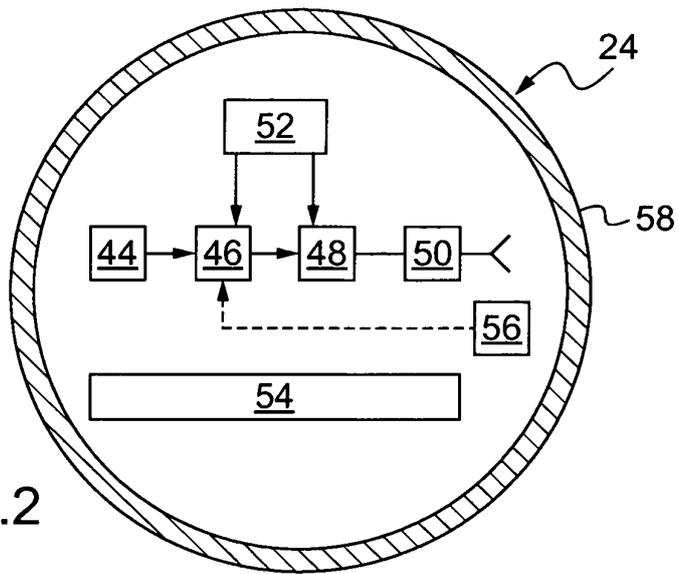


Fig.2

Fig.3

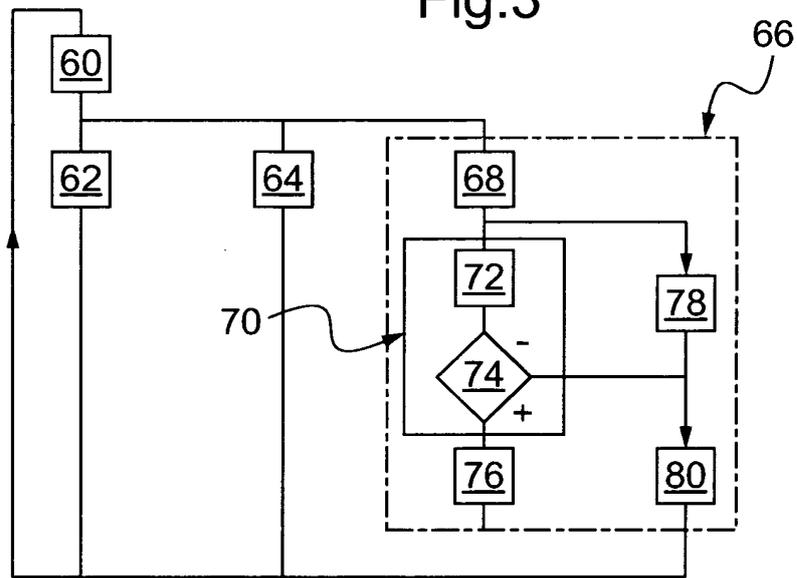


Fig.4

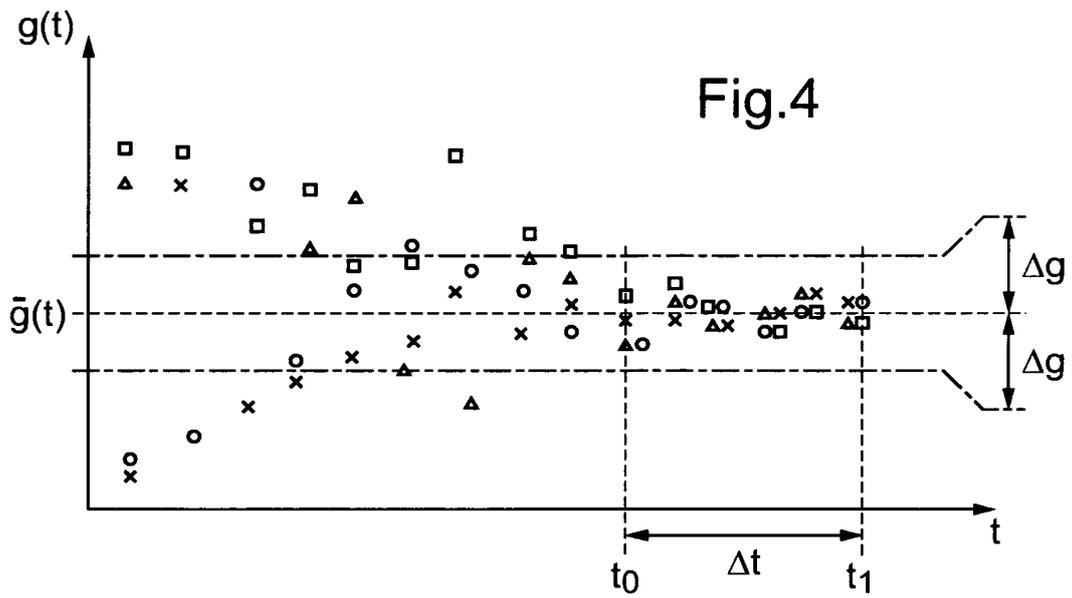


Fig.5

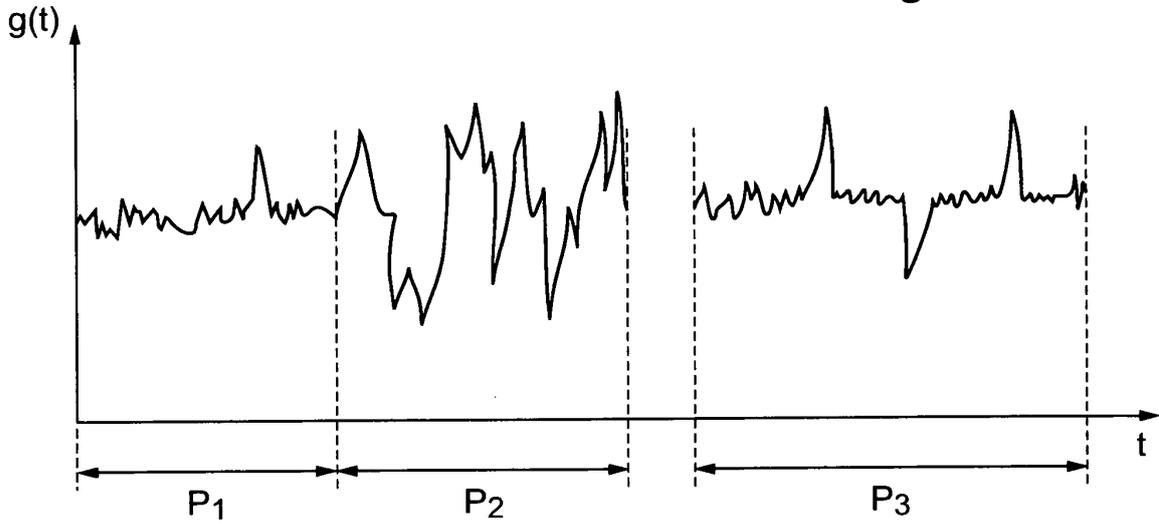


Fig.6

