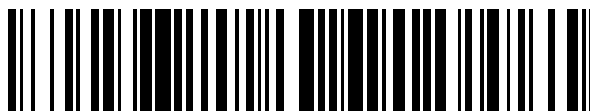


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 911**

51 Int. Cl.:

B04B 11/02 (2006.01)

B04B 11/04 (2006.01)

B04B 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2011** **PCT/EP2011/070528**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2012** **WO12069398**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2011** **E 11785417 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 2643092**

54 Título: **Suministro sincronizado de un producto a una centrifugadora y centrifugadora para ello**

30 Prioridad:

23.11.2010 DE 102010052301

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

17.04.2018

73 Titular/es:

GEA MECHANICAL EQUIPMENT GMBH (100.0%)
Werner-Habig-Strasse 1
59302 Oelde, DE

72 Inventor/es:

KÖNIG, JULIAN;
TERWEY, BERND;
MACKEL, WILFRIED;
PENKL, ANDREAS;
BATHELT, THOMAS y
QUITER, KATHRIN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 663 911 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

Suministro sincronizado de un producto a una centrifugadora y centrifugadora para ello

5 El presente invento se refiere a un método según el preámbulo de la reivindicación 1 y a una centrifugadora, en especial un separador, según el preámbulo de la reivindicación 15.

10 En los separadores con paquetes de discos tiene lugar la separación de las partículas de un líquido, respectivamente de corrientes volumétricas en los espacios intermedios de los discos, conocidos como ranuras entre discos, en condiciones estacionarias. El invento quiere optimizar este método.

El objeto del presente invento es por ello crear un método mejorado para el tratamiento de un líquido así como una centrifugadora, que haga posible un tratamiento más eficaz de un líquido.

15 El invento soluciona este problema con las características de las reivindicaciones 1 y 15.

20 Con el suministro sincronizado del producto a procesar al tambor de la centrifugadora se genera en la centrifugadora una corriente de entrada sincronizada en las ranuras entre discos, respectivamente los espacios entre los discos en la centrifugadora, de manera, que en la correspondiente ranura entre discos se crea una corriente volumétrica fluctuante o una corriente volumétrica, que partiendo de la corriente de entrada es modificada "siempre de nuevo varias veces, respectivamente muchas veces" y ello con una frecuencia constante por unidad de tiempo o con una frecuencia sincronizada no constante, pero sí varias veces por unidad T1 de tiempo (por ejemplo un minuto o un segundo).

25 En los intervalos de tiempo con una circulación débil o sin circulación se favorece el deslizamiento de las partículas separadas desde la superficie de los discos hacia el espacio interior del tambor.

30 Con preferencia se aporta durante un intervalo T1 de tiempo con una duración definida un volumen V1 de producto, teniendo lugar la suministro del producto a procesar en el funcionamiento rítmico, de modo, que el volumen V1 de producto aportado al tambor en el intervalo T1 de tiempo no varíe, respectivamente permanezca constante con relación a una suministro en el funcionamiento no rítmico. Esto es especialmente importante, ya que en conjunto la velocidad de tratamiento no es reducida con relación a un funcionamiento no rítmico, pero aprovechando a pesar de ello las ventajas del funcionamiento rítmico.

35 En este caso es además especialmente conveniente, que la suministro del producto a procesar tenga lugar de manera sincronizada de tal modo, que en función del tiempo tengan lugar un aumento y una disminución de la corriente de entrada alrededor de un valor medio, en especial de tal modo, que la corriente de entrada no sea interrumpida del todo en el funcionamiento rítmico.

40 A través del documento WO 2005/065835 A1 ya se conoce, para evitar obturaciones de los caminos de flujo de un separador en la separación de leche en nata y leche desnatada, la determinación de la concentración del contenido en grasa de una fase saliente de producto y desplazar por medio de una modificación de corta duración de los parámetros de funcionamiento, como la tasa de entrada, la zona de separación, cuando se rebasa un valor límite. Sin embargo, en este caso, la tasa de entrada sólo es elevada durante un tiempo pequeño una vez, cuando se produce una obturación, por lo tanto sólo en el caso excepcional del rebasamiento de un valor límite.

45 Además, a través del documento DE 566 199 PS se conoce además el método de realizar en una máquina centrifugadora con carcasa cerrada la suministro del material bajo presión intermitentemente, cerrando al mismo la tubería de salida de la fase líquida más ligera para expulsar, con una presión mayor en el tambor, una fase de lodos por los orificios de salida previstos para ello. El funcionamiento rítmico también sirve en este caso en principio para deshacer las obturaciones. Contrariamente al presente invento se cierra, sin embargo, en el suministro sincronizado la tubería de salida. Por el contrario, el diámetro de la tubería de salida para la(s) fase(s) líquida(s) permanece según el invento sin modificación, es decir, que la corriente volumétrica de producto es aportada sincronizadamente, sin que la(s) tubería(s) de salida para la fase líquida sea cerrada o estrangulada adicionalmente, ya que según el invento se aprovechan las propiedades de separación en las ranuras entre discos modificadas, no siendo necesaria una salida sincronizada del producto.

Las configuraciones ventajosas del invento son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

60 En lo que sigue se describirá el invento con detalle por medio de un ejemplo de ejecución y haciendo referencia al dibujo. En él muestran:

La figura 1, una vista parcial en sección de un tambor de separador representado esquemáticamente.

La figura 2, una representación esquemática de una ranura entre discos.

65 Las figuras 3a, b, una representación del grado de separación con corrientes volumétricas sincronizados y no sincronizados.

La figura 1 muestra un tambor de centrifugadora, en este caso un tambor 1 de separador, que posee un eje Z de rotación orientado verticalmente.

5 El tambor 1 giratorio del separador está colocado sobre un husillo 2 de accionamiento, que es accionado por ejemplo directamente o por medio de una correa y que está montado de manera giratoria, no representada aquí. El husillo 2 de accionamiento está configurado en este caso de manera cónica en su zona superior del contorno. El tambor 1 del separador está rodeado por una caperuza 3 inmóvil, que no gira con el tambor. El tambor 1 del separador, ventajosamente con conicidad doble, posee una entrada con un tubo 4 de entrada para un producto P a
10 procesar, al que sigue un repartidor 5 provisto de al menos uno o varios orificios 6 de salida a través de los que se introduce el producto entrante, respectivamente el producto a centrifugar en el interior del tambor 1 del separador en el paquete 8 de discos. El paquete 8 de discos es cerrado en este caso hacia arriba de manera opcional con un disco 9 de separación. De manera alternativa también cabe imaginar una tubería de entrada desde el repartidor 6 hasta un canal 7 ascendente de un paquete de discos. En el tambor 1 del separador está dispuesto de manera
15 ventajosa un paquete de discos de separación.

El funcionamiento es continuo, es decir, que durante el tratamiento del material a centrifugar este es procesado de manera continua y es evacuado de manera continua de la centrifugadora.

20 En este caso también se extraen del tambor materiales sólidos durante la clarificación – por apertura de un distribuidor axial o de toberas – sin que para ello sea necesario interrumpir la rotación y abrir la carcasa del tambor.

En el campo de centrifugado tiene lugar en este caso una separación y/o una clarificación combinadas del producto con aptitud de fluidez, aportando, en este caso en dos fases L1 y L2 líquidas con distinto peso y en una fase S
25 sólida.

La fase S sólida es transportada según la figura 1 después de la separación en el paquete 8 de discos a una cámara 10 de salida de sólidos y desde aquí es evacuada de manera discontinua a través de orificios 11 de salida de sólidos, que pueden ser abiertos y cerrados por medio de un distribuidor 12 axial. El funcionamiento de la
30 centrifugadora, es decir, el tratamiento propiamente dicho del material a centrifugar tiene lugar, sin embargo, a pesar de ello en un funcionamiento continuo, ya que los sólidos pueden ser evacuados siempre de nuevo sin que sea necesario interrumpir para ello la rotación.

La fase L1 líquida más ligera es evacuada del tambor en un radio r_i interior con un primer dispositivo de desprendimiento (no representado). La fase L2 líquida pesada circula, sin embargo, alrededor del contorno exterior del disco 9 de separación y es evacuada por medio de un segundo dispositivo de desprendimiento (no representado
35 tampoco) del tambor 1 del separador.

En la figura 2 se representa esquemáticamente un espacio 13 entre discos, es decir, el espacio 13 intermedio entre dos discos adyacentes, respectivamente dos discos 14 y 15 de separación de un paquete 8 de discos. La corriente de entrada es la parte de la corriente volumétrica aportada, que fluye en una ranura entre discos, por ejemplo entre
40 pestañas radiales que mantienen los discos separados entre sí en la dirección axial y que subdividen eventualmente las ranuras entre los discos en segmentos.

En la figura 2 posee la corriente de entrada dos partículas, hallándose una primera partícula 16 en el radio r_a exterior de los discos 14 y 15, distanciados entre sí un ancho h. Una segunda partícula 17 se halla directamente entre los discos 14 y 15 y posee en el instante t un radio r con relación al eje Z de rotación, que es menor que el radio r_a
45 exterior del disco 14 o 15 y mayor que el radio r_i interior del disco.

La corriente entrante está dirigida desde el radio r_a exterior del disco 14 o 15 en dirección hacia el radio interior, depositándose los componentes sólidos como las partículas 16 y 17, en los discos de separación. Desde allí se deslizan los sólidos hacia la cámara 10 de sólidos debido al ángulo α de inclinación del disco.
50

Según el estado de la técnica, tenían lugar los procesos de separación en el caso de una corriente de entrada continua en la ranura entre discos. Esto tenía lugar en condiciones ampliamente estacionarias. Sin embargo, se comprobó, que es ventajoso, que las corrientes entrantes no estacionarias pueden dar lugar a propiedades de separación mejoradas.
55

Esto se explica como sigue.

60 Una partícula pequeña flota en primer lugar en la corriente entrante con efectos de aceleración despreciablemente pequeños. En este caso se puede describir la velocidad v de la corriente entrante, respectivamente de la partícula como una función del camino recorrido en la dirección r(t) radial en un determinado tiempo t en función de la corriente entrante por ranura Q_T y la superficie envolvente de la ranura A entre los discos:

65

$$v_{p,r} = \frac{\partial r}{\partial t} = \frac{Q_T}{A}$$

La superficie envolvente es una función del radio de la partícula con relación al eje Z de rotación, del ancho h de la ranura de la ranura entre los discos y del ángulo α de inclinación del disco con

$$A = 2\pi r \frac{h}{\cos \alpha}$$

Al tener en cuenta la superficie A envolvente resulta por ello para la velocidad de la partícula y de la corriente entrante una ecuación diferencial de primer orden para el radio r:

$$\dot{r} = \frac{Q_T}{2\pi h} \cos \alpha$$

Resolviendo la ecuación siguiente teniendo en cuenta la condición marginal $r(t=0) = r_a$ y teniendo en cuenta la dirección de circulación de la corriente entrante en la ranura entre los discos obtiene la siguiente ecuación para la separación radial entre la partícula y el eje Z de rotación en el tiempo t:

$$r(t) = \sqrt{r_a^2 - \frac{Q_T t \cos \alpha}{\pi h}}$$

El tiempo T_{end} máximo, que permanece una partícula en la ranura es para $r(t) = r_i$:

$$T_{\text{end}} = \frac{(r_a^2 - r_i^2)\pi h}{Q_T \cos \alpha}$$

La velocidad de descenso de la partícula en el campo de centrifugación depende de su separación radial con relación al eje de rotación y con ello también depende del tiempo siendo $\Delta\phi$ la diferencia de densidades entre el material sólido y el líquido, d el diámetro de la partícula, ω la velocidad angular y η la viscosidad dinámica del líquido.

$$v_{\sin k}(t) = \frac{d^2 \Delta \phi \omega^2 r(t)}{18\eta} = \frac{d^2 \Delta \phi \omega^2 \sqrt{r_a^2 - \frac{Q_T t \cos \alpha}{\pi h}}}{18\eta}$$

El camino $h(T)$ de separación que es recorrido por la partícula verticalmente en un determinado tiempo es una función de la velocidad de descendimiento y es:

$$h_p(T) = \frac{1}{T} \int_0^T v_{\sin k}(t) dt * T$$

Con la integración y la sustitución del intervalo de la variable T de tiempo con t se obtiene:

$$h_p(t) = \frac{d^2 \Delta \phi \omega^2 \pi h \sin \alpha}{27 \eta Q_T \cos \alpha} \left[r_a^3 - \sqrt{\left(r_a^2 - \frac{Q_T t \cos \alpha}{\pi h} \right)^3} \right]$$

5

Una partícula es considerada en este caso como separada, cuando en el tiempo t alcanza el disco superior de la ranura entre los discos. Por lo tanto, una partícula está separada, cuando se cumple

$$h_{p,Start} + h_p(t) \geq h$$

10

con $t = T_{end}$.

Por lo tanto es válido:

15

$$h - h_{p,Start} \leq \frac{d^2 \Delta \phi \omega^2 \pi h \tan \alpha}{27 \eta Q_T} [r_a^3 - r_i^3]$$

El grado de separación en función del diámetro de la partícula $\Phi(d)$ puede ser expresado por lo tanto con la siguiente ecuación:

20

$$\phi(d) = \frac{h}{h_{p,Start}} = \frac{d^2 \Delta \phi \omega^2 \pi \tan \alpha [r_a^3 - r_i^3]}{27 \eta Q_T}$$

25 El grado $\Phi(d)$ de separación puede ser resuelto numéricamente para corrientes $Q_T(t)$ entrantes no estacionarias con diferentes funciones con mayor facilidad que con un método de pasos de tiempo.

La figura 3a representa diferentes variantes de un mando volumétrico en función del tiempo de la corriente entrante. Así por ejemplo, la corriente entrante es en este caso $1\text{m}^3/\text{h}$ por cada disco.

30

El caso conocido de una corriente entrante continua se representa con una línea continua.

Una línea de trazos representa una interrupción temporalmente completa de la corriente entrante. A título de ejemplo se aporta en este caso brevemente la cantidad cuádruple, interrumpida por una pausa cuádruple. La corriente entrante es en conjunto nuevamente $1\text{m}^3/\text{h}$ por cada disco.

35

La línea de puntos representa un aumento y una disminución sinusoidal en función del tiempo de la corriente entrante alrededor de un valor medio interrumpido por una pausa cuádruple, no siendo interrumpida, sin embargo, completamente la corriente entrante. También en este caso la corriente entrante es nuevamente en total $1\text{m}^3/\text{h}$ por disco.

40

La figura 3b representa una función del grado de separación en relación con el diámetro de la partícula y el diámetro límite del grano. Se puede ver en este caso, que el diámetro límite del grano de las partículas separadas empeora en la entrada sincronizado (línea de rayas y línea de puntos).

45

Sin embargo, predominan las ventajas del funcionamiento rítmico, ya que en él los sólidos se acumulan sin impedimento debido a la corriente volumétrica sobre la superficie del disco y se pueden deslizar hacia la cámara de sólido del separador, lo que en conjunto conduce a una clarificación mejorada de un líquido.

En una combinación de dos separadores conectados en serie se puede anular completamente el desplazamiento negativo representado en las figuras 3a y 3b del grado de separación por medio de la combinación de dos separadores, es decir la combinación de un separador no alimentado sincronizadamente y un separador alimentado sincronizadamente, obteniendo a pesar de ello una mejor clarificación mejorado con relación a una conexión en serie de dos separadores no rítmicos.

El funcionamiento rítmico debería poseer de manera ideal una duración del período de

$$T_{end} = \frac{(r_a^2 - r_i^2)\pi h}{Q_T \cos \alpha}$$

siendo en este caso Q_T la corriente entrante media por cada disco. Por lo tanto es ventajoso que el modo rítmico posea una frecuencia inferior 10 Hz para evitar el peligro de la formación de un valor medio ($f = 1/T$).

La forma de la función de entrada puede ser también con un ritmo constante de manera alternativa de la forma trapezoidal representada en la figura 3a una forma sinusoidal, triangular, rectangular o de dientes de sierra con una cadencia constante.

Una centrifugadora, en especial un separador, posee según el invento medios, respectivamente un dispositivo que hacen posible el funcionamiento rítmico de la entrada de la corriente volumétrica de un líquido a procesar.

Estos medios pueden estar formados por una entrada con un tubo de entrada configurado en la zona del repartidor con forma acodada teniendo lugar el funcionamiento rítmico por nervio en el repartidor.

De manera alternativa o adicional pueden estar formados los medios de esta clase por una transmisión diferencial que, dispuesta entre el tubo de entrada y el tambor de la centrifugadora, en especial del separador. Según sea la división de la transmisión diferencial se establece a priori la duración del período de los ritmos.

De manera alternativa o adicional también se puede disponer sobre o en la entrada con referencia en la dirección de circulación, exteriormente, respectivamente delante del tambor una válvula de regulación con preferencia una válvula rotativa con cabeza esférica o la entrada puede tener lugar por medio de una bomba de émbolo con ritmos constante.

Símbolos de referencia

1	Tambor del separador
2	Husillo de accionamiento
3	Caperuza
4	Tubo de entrada
5	Repartidor
6	Orificio de salida
7	Canal ascendente
8	Paquete de discos
9	Disco de separación
10	Cámara de salida de material sólido
11	Orificio de salida de material sólido
12	Distribuidor axial
13	Ranura entre los discos
14	Disco de separación
15	Disco de separación
16	Partícula
17	Partícula
P	Entrada de producto
S	Fase sólida
Z	Eje de rotación
α	Ángulo de inclinación del disco
h	Ancho de la ranura
r_i	Radio interior del disco
r_a	Radio exterior del disco

5	$r(t)$	Separación radial entre la partícula y el eje de rotación Z en el instante t de tiempo
	Q_T	Valor medio de la corriente entrante
	t	Tiempo
	$\Phi(d)$	Grado de separación
	d	Diámetro

REIVINDICACIONES

1. Método para el tratamiento de un producto con aptitud para fluir utilizando al menos una centrifugadora que funciona de manera continua, en especial al menos un separador con eje (Z) de rotación vertical, con un tambor (1) giratorio de la centrifugadora, en la que con preferencia está dispuesto un paquete (8) de discos, con los siguientes pasos:
 - a) suministro del producto con aptitud para fluir al tambor (1) de la centrifugadora,
 - b) separación de una fase sólida del producto con aptitud para fluir y/o separación de este en dos o más fases líquidas,
 - c) evacuación de la fase líquida o de las distintas fases líquidas a través de una o de varias tuberías para la fase líquida y -si en el paso b) también se separó una fase sólida- evacuación de la fase sólida del tambor (1) de la centrifugadora, **caracterizado por que**
 - d) el suministro del producto a procesar tiene lugar en una corriente volumétrica sincronizada continua o discontinua, de tal modo, que la corriente volumétrica del producto aportado es aportada sincronizadamente, sin que para ello tengan que ser cerradas o estranguladas adicionalmente la(s) tubería(s) de evacuación para la(s) fase(f) líquida(s).
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la suministro del producto a procesar tiene lugar con una frecuencia constante del ritmo.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** el tratamiento tiene lugar en un funcionamiento continuo.
4. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** tiene lugar una vigilancia, un mando y/o una regulación de la frecuencia del ritmo.
5. Método según una de las reivindicaciones 2 ó 3 precedentes, **caracterizado por que** la frecuencia del ritmo posee una duración del periodo que depende de uno o de varios de los parámetros siguientes:
 - a) un radio (r_i) de un disco (14) del paquete (8) de discos,
 - b) un radio (r_a) exterior del disco (14),
 - c) una corriente (Q_T) en el espacio (13) intermedio entre el disco (14) y un disco (15) adyacente,
 - d) un ángulo (α) del disco y/o
 - e) una separación (h) entre el disco y el disco adyacente.
6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la duración del periodo del ritmo de la corriente volumétrica es menor que la duración T del periodo = frecuencia f/T que el tiempo T_{end} de que una partícula (16, 17) permanece en el espacio (13) intermedio entre el disco (14) y el disco (15) adyacente, siendo

$$T_{end} = \frac{(r_a^2 - r_i^2)\pi h}{Q_T \cos \alpha}$$
 siendo r_a el radio exterior del disco (14), r_i el radio interior del disco (14) y h la separación entre el disco (14) y el disco (15) adyacente, siendo Q_T la corriente de entrada media por disco (14) y α el ángulo del disco.
7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la duración del periodo es mayor que el décuplo de T_{end} .
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** tiene lugar una clarificación previa del líquido a clarificar antes de la entrada en el paso a) en el primer separador con entrada no sincronizado.
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** tiene lugar una clarificación final del líquido a continuación del paso c) en un segundo separador con entrada no sincronizado.
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** durante un intervalo T_1 de tiempo con una longitud definida se aporta un volumen V_1 de producto, teniendo lugar la suministro del producto a procesar en un funcionamiento rítmico de tal modo, que el volumen V_1 de producto por unidad T_1 de tiempo no varía, respectivamente permanezca constante con relación al suministro en un funcionamiento no rítmico.
11. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la suministro del producto a procesar tiene lugar de manera sincronizada de modo, que tenga lugar un aumento y una disminución de la corriente entrante alrededor de un valor medio en función del tiempo.

12. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la suministro del producto a procesar tiene lugar de tal modo, que la corriente entrante no sea interrumpida del todo en el funcionamiento rítmico.
- 5 13. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la corriente entrante es modificada de manera sincronizado varias veces por minuto, con preferencia varias veces por segundo.
14. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la corriente entrante es modificada de manera sinusoidal.
- 10 15. Centrifugadora, en especial separado con un tambor (1) rotativo de la centrifugadora, en especial un tambor de separador con eje (Z) de rotación vertical en la que está dispuesto un paquete (8) de discos para la realización del método según una de las reivindicaciones precedentes, poseyendo, además, el tambor (1) del separador al menos una entrada (4) para la suministro de un producto a procesar y al menos una salida para la evacuación de al menos una fase líquida y al menos una salida para la evacuación de al menos otra fase, en especial una fase líquida o una
- 15 fase sólida, caracterizado por un dispositivo para el funcionamiento rítmico continuo o discontinuo de la corriente volumétrica de producto entrante en el tambor (1) de la centrifugadora.
- 20 16. Centrifugadora según la reivindicación 15, caracterizada porque el dispositivo comprende un tubo de entrada acodado en su extremo y/o porque el dispositivo comprende una transmisión diferencial dispuesta entre un tubo de entrada y un espacio interior del tambor o en el tubo de entrada y/o porque el dispositivo comprende una válvula con cabeza esférica dispuesta delante de la entrada y/o porque el dispositivo comprende una bomba de émbolo.

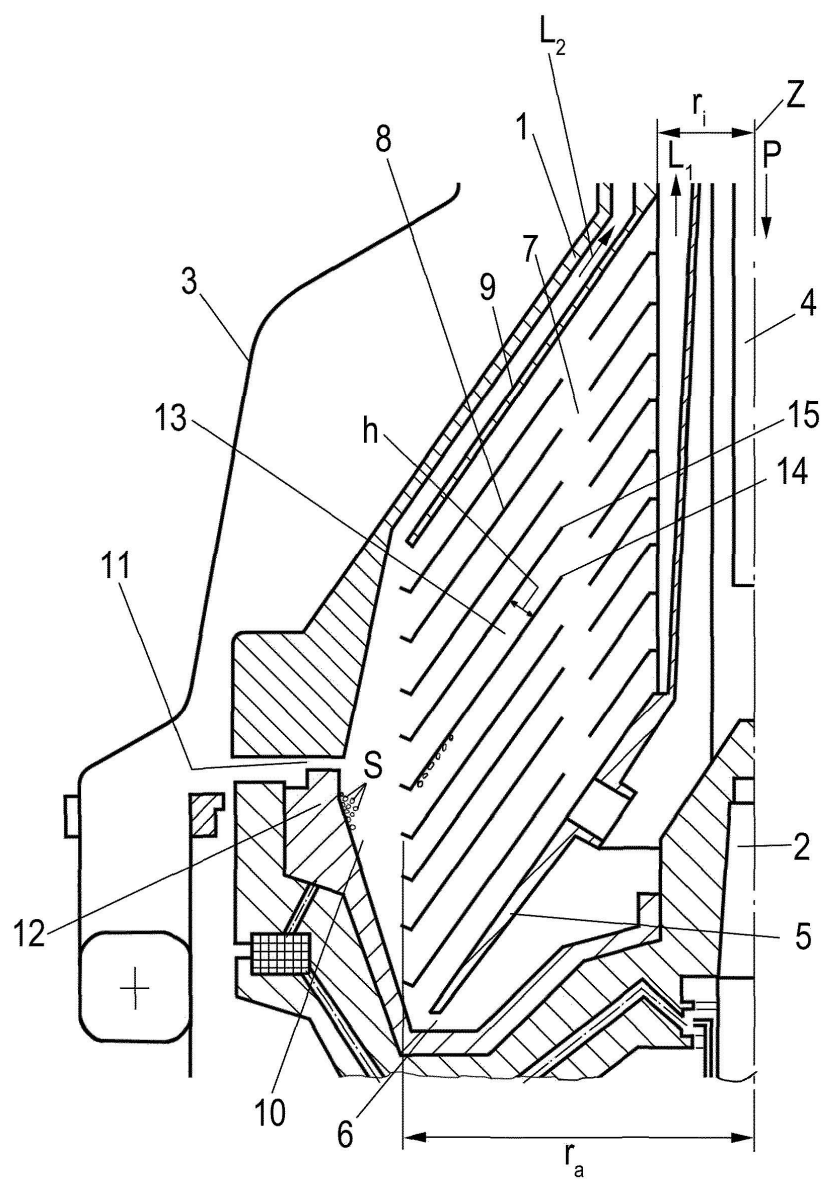
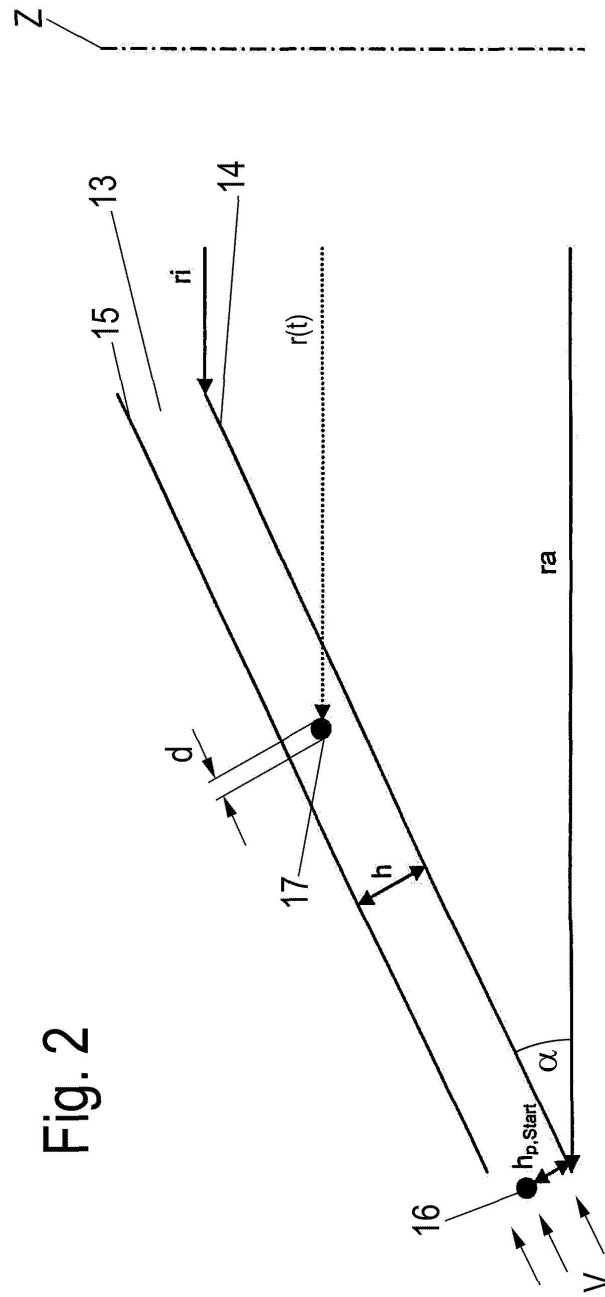


Fig. 1



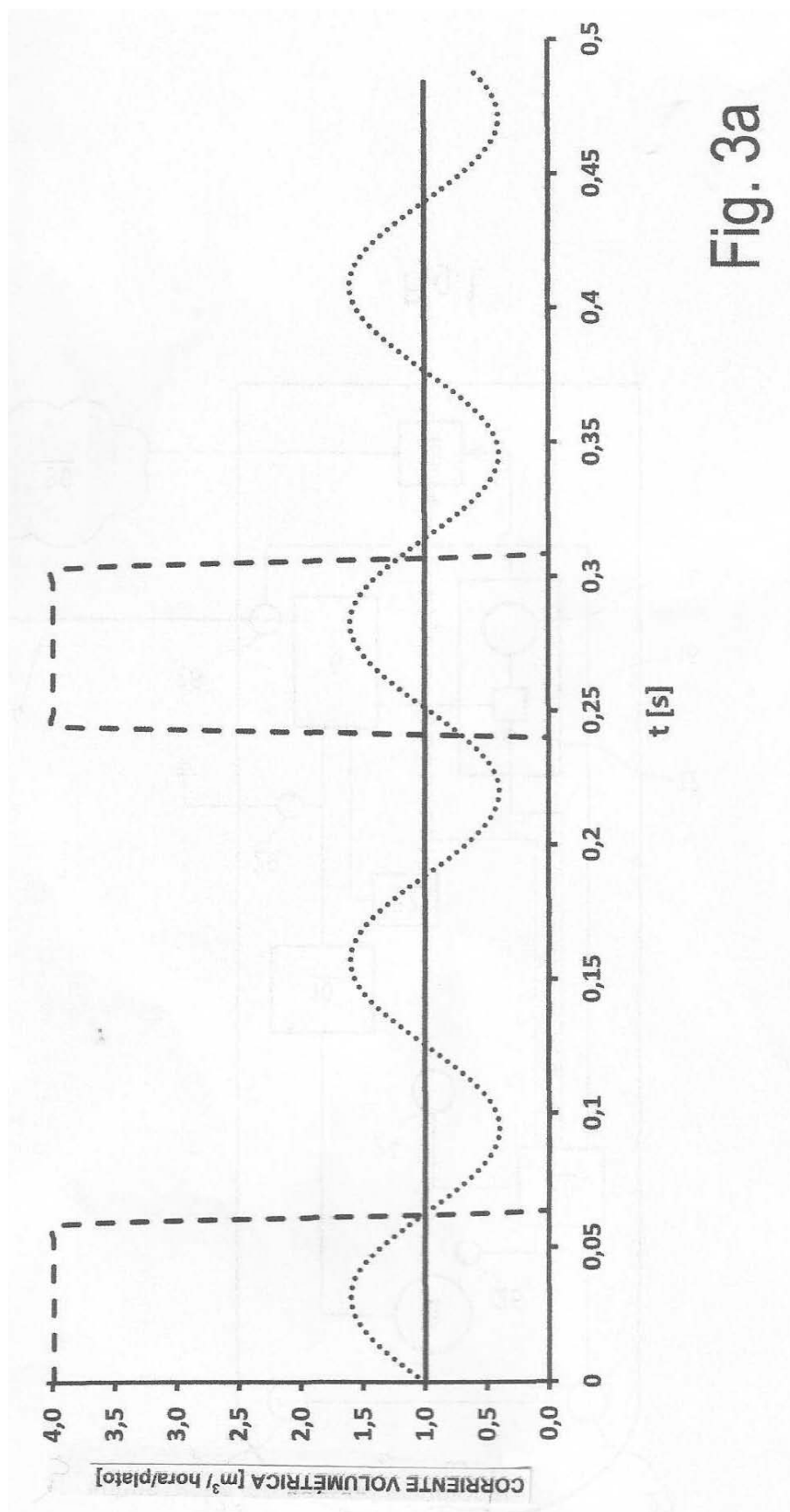


Fig. 3a

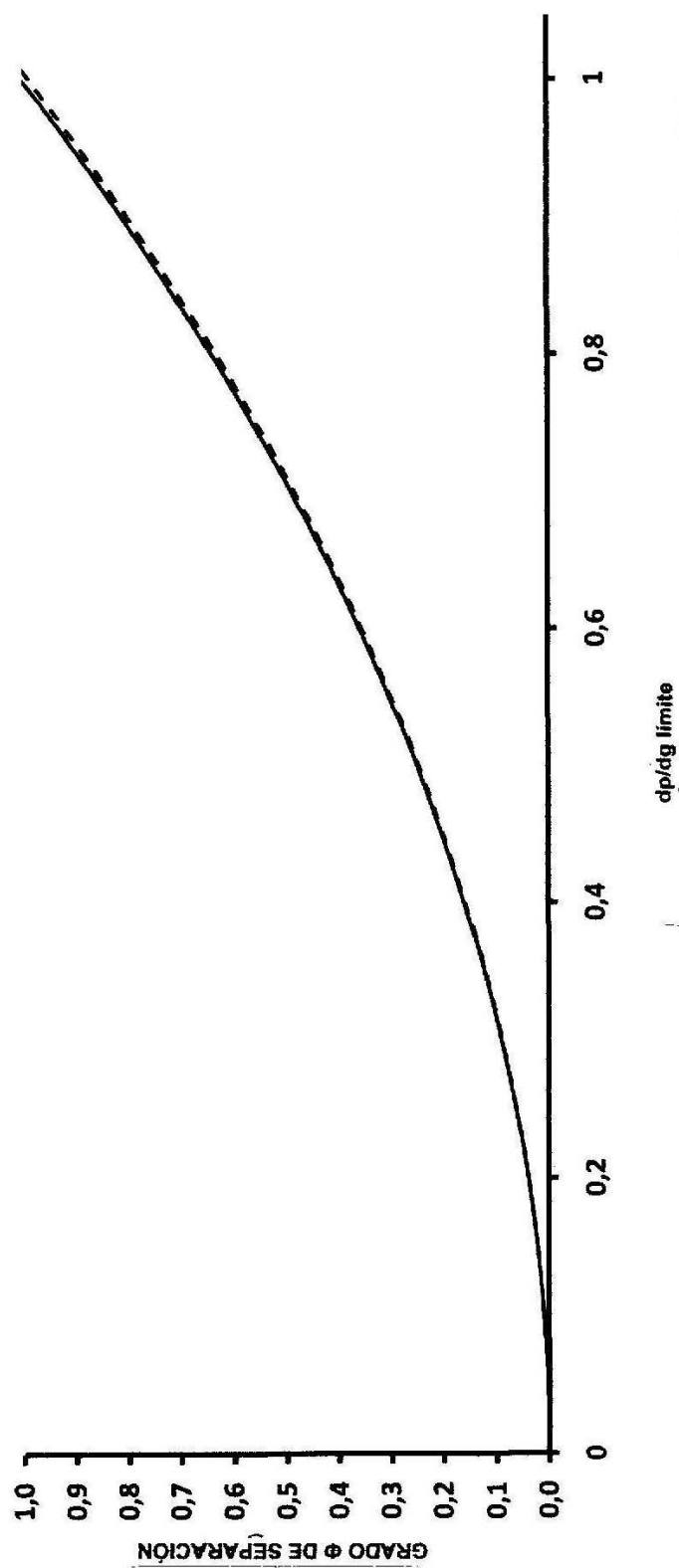


Fig. 3b