

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 687**

51 Int. Cl.:

**B07C 5/346** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2014 PCT/EP2014/051879**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14122068**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2014 E 14702031 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2953737**

54 Título: **Procedimiento de clasificación en flujo continuo de materias contaminadas y dispositivo correspondiente**

30 Prioridad:

**07.02.2013 FR 1351039**

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

**08.02.2018**

73 Titular/es:

**GRS VALTECH (50.0%)  
2-4 Avenue des Canuts  
69120 Vaulx-en-Velin, FR y  
AREVA NC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HIRRIEN, MATTHIEU y  
MESSALIER, MARC**

74 Agente/Representante:

**STEPHANN, Valérie**

ES 2 653 687 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**

Procedimiento de clasificación en flujo continuo de materias contaminadas y dispositivo correspondiente

- 5 La presente invención se refiere al campo de la clasificación de materias contaminadas por radionucleidos - véase GB-A-2 022 824, FR-A-89.029 o GB-A-2 017 294. Por concisión, se entiende por "materias contaminadas", materias contaminadas o potencialmente contaminadas, es decir susceptibles de contaminarse por al menos un radionucleido, eventualmente mezcladas con materias no contaminadas.
- 10 Las materias contaminadas son heterogéneas. Por una parte, son heterogéneas en su contenido de radionucleidos: dos muestras de materias contaminadas pueden tener contenidos de radionucleidos diferentes, incluso un contenido nulo para una muestra no contaminada. Por otra parte, pueden ser heterogéneas en su naturaleza: las materias son por ejemplo arenas, suelos, tierras, piedras, raíces, gravas, hormigones, arroz, trigo, lodos y cualquier materia orgánica o inorgánica que se puede palear. Pueden tratarse por tanto de materias sólidas o pastosas, sin restricción particular en la granulometría. Asimismo, no se prevé límite particular en términos de humedad, de sequedad y de contenido de agua de las materias contaminadas salvo su capacidad de poder palearse y transportarse en transportadores, en particular de bandas.
- 15
- 20 La clasificación se efectúa con vistas a una etapa ulterior de tratamiento de las materias contaminadas, con unos medios técnicos más pesados y no descritos en este documento.
- La clasificación permite reducir por tanto de manera importante las cantidades de materia contaminada que hay que tratar.
- 25 De manera más precisa, la invención se refiere según uno primero de sus objetos a un procedimiento de clasificación en flujo continuo de materias contaminadas que comprende etapas que consisten en:
- transportar materias contaminadas de un punto de alimentación (A) a un punto de clasificación (B) por un primer transportador,
  - 30 - medir la actividad radioactiva de la materia contaminada transportada por un primer sensor dispuesto entre el punto de alimentación (A) y el punto de clasificación (B), y cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador, y
  - clasificar las materias contaminadas en el punto de clasificación (B), por un dispositivo de clasificación.
- 35 Se caracteriza esencialmente por que comprende además etapas que consisten en:
- medir la actividad radioactiva de la materia contaminada por un segundo sensor:
    - 40 - O bien cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador y dispuesto aguas arriba del punto de alimentación (A),
    - O bien cuya cara sensible está opuesta a la cara inferior (GINF) del primer transportador,
  - calcular una medida diferencial que consiste en sustraer el valor de una medida del segundo sensor del de una medida del primer sensor, y
  - 45 - someter la etapa de clasificación al resultado del comparado entre un valor umbral y
    - el valor de la medida del primer sensor, o
    - el valor de la medida diferencial.
- 50 En un modo de realización, se prevé además una etapa de comparado de la medida del primer sensor con el valor umbral, implementándose la etapa de cálculo de la medida diferencial al menos cuando el valor de la medida del primer sensor se vuelve superior al valor umbral.
- 55 En un modo de realización, se prevé además etapas que consisten en:
- definir un conjunto de posiciones (P) conocidas en el primer transportador,
  - asociar a cada posición (P) una medida correspondiente del primer sensor, y una medida correspondiente del segundo sensor, y
  - la etapa de medida diferencial consiste en sustraer el valor de la medida guardado por el segundo sensor para una posición (P) dada del valor de la medida guardado por el primer sensor para esta misma posición (P).
  - 60
- En un modo de realización, se prevé además:
- una etapa de inicialización que consiste en guardar en una memoria el valor de la medida de uno al menos de los
  - 65 - una etapa que consiste en sustraer el valor de la medida de la etapa de inicialización:

o bien al valor de la medida del primer sensor cuando el primer transportador está cargando, o bien a la medida diferencial.

5 En un modo de realización, se prevé además una etapa que consiste en limpiar la banda del primer transportador.

En un modo de realización, el dispositivo de clasificación puede adoptar de manera selectiva dos posiciones:

- una primera posición cuando la medida por el primer sensor, o la medida diferencial, es superior al valor umbral;
- 10 y
- una segunda posición cuando la medida por el primer sensor, o la medida diferencial, es inferior al valor umbral,

comprendiendo el procedimiento además al menos una de las etapas que consisten en:

- 15 - adoptar la primera posición con antelación cuando la medida por el primer sensor, o la medida diferencial, se vuelve superior al valor umbral, y
- adoptar la segunda posición con retraso cuando la medida por el primer sensor, o la medida diferencial, se vuelve inferior al valor umbral.

20 En un modo de realización, se prevé además una etapa de precibado de las materias contaminadas aguas arriba de la introducción de dichas materias en el primer transportador.

Según otro de sus objetos, la invención se refiere a un dispositivo de clasificación de materias contaminadas, susceptible de implementar el procedimiento según la invención, y que comprende:

- 25 - un primer transportador, sustancialmente horizontal,
- unos medios mecánicos de regulación de la altura de las materias contaminadas en el primer transportador,
- un primer sensor blindado al menos parcialmente, y cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador,
- 30 - un segundo sensor blindado al menos parcialmente, y cuya cara sensible está opuesta a la cara inferior (CINF) del primer transportador,
- un dispositivo de clasificación gravitacional que puede adoptar de manera selectiva dos posiciones, y
- un calculador, configurado para someter el posicionamiento del dispositivo de clasificación al resultado del comparado entre un valor umbral y

- 35
  - el valor de una medida del primer sensor, o
  - el valor de una medida diferencial que consiste en sustraer el valor de una medida del segundo sensor del de una medida del primer sensor.

40 En un modo de realización, se prevé además uno al menos de los elementos siguientes:

- 45 - un segundo transportador, en serie con el primer transportador, en el que la materia contaminada se vierte por gravedad,
- un dispositivo de almacenamiento y de alimentación, a partir del que las materias contaminadas pueden verterse por gravedad en el punto de alimentación (A) del primer transportador.

En un modo de realización, se prevé que el segundo transportador esté inclinado en un ángulo positivo con respecto al plano del primer transportador, para recoger las materias contaminadas con respecto a la altura del punto de alimentación (A) y en el que el dispositivo de clasificación comprende una tolva pendular.

50 En un modo de realización, se prevé además al menos uno de los elementos siguientes:

- 55 - una carcasa en la que está insertado el primer sensor, estando dicha carcasa blindada y protegiendo todas las caras de dicho primer sensor con la excepción de la superficie sensible de dicho primer sensor, estando dicha superficie sensible de dicho primer sensor protegida por un elemento de protección que protege de golpes eventuales y de ensuciamientos, en el que si dicho elemento de protección es un blindaje, entonces su coeficiente de atenuación es inferior al del blindaje de las demás caras de dicho primer sensor;
- 60 - una carcasa en la que está insertado el segundo sensor, estando dicha carcasa blindada y protegiendo todas las caras de dicho segundo sensor con la excepción de la superficie sensible de dicho segundo sensor, estando dicha superficie sensible de dicho segundo sensor protegida por un elemento de protección que protege de golpes eventuales y de ensuciamientos, en el que si dicho elemento de protección es un blindaje, entonces su coeficiente de atenuación es inferior al del blindaje de las demás caras de dicho segundo sensor.

En un modo de realización, se prevé que el primer transportador comprenda igualmente al menos uno de los elementos siguientes:

- un primer blindaje dispuesto entre la cara superior y la cara inferior de dicho primer transportador y que está opuesto a la superficie sensible del primer sensor, y
- un segundo blindaje dispuesto entre la cara superior y la cara inferior de dicho primer transportador que está opuesto a la superficie sensible del segundo sensor.

5 Gracias a la invención, la clasificación es simple, gravitacional y autónoma en energía. Es flexible de uso y polivalente.

10 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto más claramente a la lectura de la descripción siguiente dada a modo de ejemplo ilustrativo y no limitativo y hecha con referencia a las figuras adjuntas en las que:

- la figura 1 ilustra un modo de realización del dispositivo según la invención en vista lateral,
- la figura 2 ilustra un modo de realización del dispositivo según la invención, en vista desde arriba,
- 15 - la figura 3 ilustra un modo de realización del posicionamiento de los sensores según la invención,
- la figura 4 ilustra el ángulo sólido de mira del primer sensor en vista parcialmente despiezada del transportador extractor,
- la figura 5 ilustra la correspondencia entre las posiciones P del transportador extractor y P' del transportador seguidor,
- 20 - la figura 6 ilustra, en vista desde arriba del transportador seguidor, la distancia D1' que separa la posición P1' y una posición de referencia P'ref.

En las figuras, las flechas continuas indican el sentido de desplazamiento.

25 Un modo de realización de un dispositivo para la clasificación de materias contaminadas 100 se ilustra en figura 1.

Las materias contaminadas 100 se encaminan en él desde uno o varios sistemas de alimentación en continuo, por ejemplo una banda transportadora; o en discontinuo, por ejemplo artefactos de obra (no representados). Se vierten en un dispositivo de almacenamiento y de alimentación 110.

30 Dispositivo de almacenamiento y de alimentación

Ventajosamente, el dispositivo de almacenamiento y de alimentación 110, eventualmente al menos parcialmente blindado, está situado por encima de un primer transportador 120. Preferentemente, el dispositivo de almacenamiento y de alimentación 110 permite una alimentación regular con caudal sustancialmente constante de las materias contaminadas 100 en la cara superior CSUP del primer transportador 120, y presenta una capacidad de tapón. Por estas razones, se prefiere una tolva, que presenta estas dos características por su sola forma, y puede permitir evitar la necesidad de implementar unos medios pilotados de regulación de la alimentación de materias contaminadas en el transportador, por ejemplo en forma de válvula controlada. No obstante, no se excluyen medios pilotados de este tipo del campo de la invención. En este caso concreto, la tolva 110 comprende un dispositivo de apertura con sumisión manual, por ejemplo una válvula manual. En funcionamiento, la válvula manual se deja preferentemente abierta en su posición de apertura máxima. Se puede prever cerrar todo o parte de la válvula manual en caso de problema en el primer transportador 120.

45 La tolva 110 alimenta gravitacionalmente el primer transportador 120 de materia contaminada 100.

El caudal de materias contaminadas del primer transportador se regula esencialmente mediante la velocidad de dicho primer transportador 120, teniendo el diámetro equivalente de la apertura de la tolva una influencia sobre el caudal de alimentación de las materias contaminadas a partir de la tolva 110 hacia el transportador 120.

50 Transportador

Por convención, se define por:

- 55 - "punto de alimentación" A, el sitio en el que la materia contaminada se vierte en el transportador 120;
- "punto de clasificación" B, el sitio en el que la materia contaminada se clasifica por un dispositivo de clasificación;
- y
- "el transportador", un conjunto de al menos un transportador, en particular de bandas, que permite transportar la materia contaminada del punto de alimentación al punto de clasificación.

60 En este caso concreto, entre el punto de alimentación A y el punto de clasificación B, la materia contaminada 100 se transporta por un primer transportador 120, llamado extractor, preferentemente sustancialmente horizontal, es decir horizontal o ligeramente inclinado, es decir en un ángulo preferentemente inferior a 10° con respecto a la horizontal, lo que simplifica el tratamiento de las medidas y limita los riesgos de que la materia contaminada se vierta aguas arriba del punto de alimentación.

65

En el extremo del primer transportador 120, la materia contaminada se vierte por gravedad en un segundo transportador 121, llamado transportador seguidor. En este caso concreto, el segundo transportador 121 es un transportador elevador, es decir que está inclinado en un ángulo positivo con respecto al plano del primer transportador 120 y permite recoger las materias contaminadas 100 con respecto a la altura del punto de alimentación para el vertido en el dispositivo de clasificación 130, lo que es ventajoso con el dispositivo de clasificación 130 que usa la gravedad descrito a continuación.

El número de transportadores y el ángulo de inclinación del eventual segundo transportador 121 pueden depender por ejemplo de uno al menos de los elementos siguientes: la longitud de los transportadores, la tipología de las materias contaminadas, el espacio disponible y la configuración del terreno en el sitio de uso. Para más sencillez en este documento, se considera únicamente un suelo sustancialmente horizontal. En este caso concreto, el primer transportador 120 y el segundo transportador 121 están dispuestos en el fondo plano de un contenedor de transporte.

Preferentemente, entre el punto de alimentación A y el primer sensor 140 descrito anteriormente, se prevén unos medios mecánicos de regulación de la altura de las materias contaminadas 100 en el primer transportador 120, en este caso concreto un limitador mecánico 150. Un limitador de este tipo tiene la ventaja de ser simple, robusto, limpiado fácilmente y de no consumir energía.

#### Dispositivo de clasificación

En el punto de clasificación B, las materias contaminadas 100 se clasifican automáticamente por un dispositivo de clasificación 130 en función de su contenido de radionucleidos, sometiéndose la clasificación a las medidas de su contenido de radionucleidos descritos anteriormente.

Preferentemente, se prevé un dispositivo de clasificación 130 binario, lo que permite una clasificación muy rápida. Se prevé por ejemplo que el dispositivo de clasificación comprenda una tolva pendular 130, preferentemente neumática, que puede tomar de forma selectiva dos posiciones. La reactividad de una tolva de este tipo, es decir el tiempo de paso para bascular de una posición a otra, puede ser inferior a un segundo, lo que permite obtener ritmos de clasificación muy elevados.

Por concisión, solo se describe en este documento una clasificación binaria, en este caso concreto mediante comparado con un umbral. Sin embargo, se puede prever una clasificación ternaria, por ejemplo mediante comparado con dos umbrales con el mismo principio que el que se expone en este documento. Más generalmente, se puede prever una clasificación con criterios múltiples de N criterios mediante comparado con N-1 umbrales.

Se puede prever que cuando la tolva pendular 130 esté en una de sus posiciones, las materias contaminadas 100 se viertan por gravedad directamente al suelo, en un primer dispositivo de almacenamiento o en un primer transportador de evacuación 122; y cuando la tolva pendular 130 esté en la otra de sus posiciones, las materias contaminadas 100 se viertan por gravedad directamente al suelo, en un segundo dispositivo de almacenamiento o en un segundo transportador de evacuación 123. Por ejemplo los transportadores de evacuación 122, 123 son transportadores de banda.

La tolva pendular 130 comprende un conjunto fijo y un conjunto móvil montado en al menos un árbol. La rotación alrededor del árbol permite bascular la parte móvil y orientar de manera selectiva la materia contaminada hacia una posición u otra (en clasificación binaria), es decir en este caso concreto o bien hacia el transportador de evacuación 122 o bien hacia el otro transportador de evacuación 123. El basculamiento se acciona por ejemplo por gatos neumáticos sometidos por electroválvulas. La posición de la tolva pendular 130, por tanto su basculamiento eventual, se determina mediante comparado de la medida del contenido de radionucleidos de las materias contaminadas 100 con un valor umbral.

En un modo de realización, se prevé que los dos transportadores de evacuación 122, 123 se monten en rotación, con al menos un eje de rotación, preferentemente de modo que puedan plegarse, incluso posicionarse paralelamente al transportador extractor 120 y al transportador seguidor 121 durante el transporte, y desplegarse durante el uso.

En la figura 2, la posición de transporte se ilustra con líneas de puntos y la posición de uso por trazos continuos. En posición de uso, el ángulo entre un transportador de evacuación y el transportador extractor o seguidor puede ser cualquiera, superior o inferior a 90°. Sin embargo, preferentemente, los transportadores de evacuación 122, 123 son perpendiculares al eje de los transportadores 120, 121 y giran en sentido contrario entre sí.

En otro modo de realización, se prevé que los dos transportadores de evacuación 122, 123 se monten amovibles con respecto a dicha estructura, por un conjunto de husillos, bisagras, pasadores no ilustrados, que permiten optimizar igualmente el volumen del conjunto de los transportadores 120, 121, 122, 123 durante el transporte.

Primer sensor

Entre el punto de alimentación A y el punto de clasificación B, la actividad radioactiva de la materia contaminada se mide por un primer sensor 140 o detector, llamado "sensor de medida", por ejemplo un detector de rayos gamma.

5 Preferentemente, la cara sensible del primer sensor 140 es paralela a la banda del primer transportador 120 y está opuesta a la cara superior CSUP del mismo.

10 La superficie sensible del primer sensor 140 permite detectar las radiaciones según un ángulo sólido predeterminado, representado muy esquemáticamente por las líneas de puntos figura 3.

15 Sin precauciones particulares, el primer sensor no solo puede medir la actividad de la materia contaminada presente en el transportador, sino igualmente la de cualquier fuente radioactiva a distancia de radiación, por ejemplo emitida por el suelo en sí (radiación terrestre natural) o de la materia contaminada depositada en el suelo, o incluso de la

20 Para fiabilizar las medidas y limitar el ruido de fondo (recuentos parásitos), se prevé ventajosamente blindar el primer sensor 140.

En un modo de realización, se prevé dejar la superficie sensible del primer sensor 140 al aire libre y blindar al menos otra cara, incluso todas las otras caras del sensor.

25 En un modo de realización, y con referencia a la figura 3, se prevé proteger la superficie sensible del primer sensor 140 por un elemento de protección 1402 y blindar al menos otra cara, incluso todas las otras caras del sensor. Por ejemplo se puede prever una placa, en concreto de metal, por ejemplo inoxidable, para proteger de golpes eventuales y de ensuciamientos.

30 En un modo de realización, se prevé que la protección 1402 sea un blindaje radiológico. Se prevé blindar todas las caras del primer sensor 140. En este caso, se prevé preferentemente que el coeficiente de atenuación del blindaje que está opuesto a la superficie sensible del primer sensor 140 sea inferior al del blindaje de las otras caras del mismo. Por ejemplo, se prevé insertar el primer sensor 140 en una carcasa 1401.

35 En la figura 3, los trazos sombreados del blindaje 1401 representan un espesor de blindaje superior al de los trazos espesos del elemento de protección 1402 de la superficie sensible. Alternativamente o en combinación, se puede prever que el material usado para el blindaje que está opuesto a la superficie sensible del primer sensor 140 sea diferente del material usado para el blindaje del resto de la carcasa 1401. Se puede prever que la carcasa 1401 comprenda además flancos 1403, facultativos, en este caso concreto perpendiculares a la cara superior CSUP del primer transportador 120, que permitan reducir el ángulo sólido del sensor 140 y proteger de radiaciones parásitas laterales.

45 Cualquiera que sea el modo de realización del blindaje, se prevé preferentemente que solo las radiaciones emitidas en el ángulo sólido de mira del primer sensor 140 se detecten por el mismo. Lo que permite, por ejemplo para volúmenes grandes de materias contaminadas que hay que tratar, que las medidas no estén sesgadas por el ruido de fondo aunque las materias contaminadas estén depositadas (tanto antes como después de la clasificación) en la proximidad del primer sensor 140.

50 Preferentemente, el primer sensor 140 se elige y se dispone en una posición predeterminada en la que preferentemente la totalidad de la anchura del transportador esté cubierta por el ángulo sólido de mira del mismo. Por ejemplo para un ángulo sólido predeterminado, se puede ajustar la altura H1 entre la superficie superior del primer transportador 120 y la superficie sensible de dicho primer sensor 140. Se puede prever ajustar previamente el primer sensor 140 a esta altura predeterminada H1, o permitir a un operario posicionar el primer sensor 140 en esta posición de funcionamiento, por unos medios de fijación previamente ajustados y no ilustrados. La altura H1 es superior o igual a la altura a la que está dispuesto el limitador mecánico 150.

55 Sin embargo, una fracción de materia contaminada puede permanecer aglomerada en la banda del transportador 120, 121, lo que corre el riesgo de hacer las medidas del primer sensor no pertinentes.

60 Ventajosamente, se prevé un segundo sensor 141.

Segundo sensor

65 Preferentemente, la cara sensible del segundo sensor 141 es paralela a la banda del primer transportador 120 y está opuesta a la cara inferior CINF del mismo.

Por ejemplo el segundo sensor 141 es idéntico en todos los puntos al primer sensor 140.

Asimismo, el segundo sensor 141 está blindado por un blindaje. El segundo sensor 141 puede integrarse en una carcasa blindada 1411 de manera similar al blindaje del primer sensor 140.

5 Se puede prever proteger la superficie sensible del segundo sensor 141 por un elemento de protección 1412 y blindar al menos otra cara, incluso todas las otras caras del sensor. Por ejemplo se puede prever una placa, en concreto de metal, por ejemplo inoxidable, para proteger de golpes eventuales y de ensuciamientos.

10 El elemento de protección 1412 puede ser igualmente un blindaje. Tradicionalmente, en este caso, se prevé que el coeficiente de atenuación del blindaje de la superficie sensible del segundo sensor 141 sea inferior al del blindaje de las otras caras de dicho segundo sensor 141. Se puede prever que la carcasa 1411 comprenda además flancos (no representados), facultativos, que permitan reducir el ángulo sólido del segundo sensor 141 y proteger de radiaciones parásitas laterales.

15 Preferentemente, la cara sensible del segundo sensor 141 es paralela y está opuesta a la cara sensible del primer sensor 140

20 Preferentemente, el segundo sensor 141 está configurado para medir exclusivamente el ruido de fondo y la actividad de un eventual residuo de materia contaminada 101 que ha permanecido aglomerado en la cara inferior CINF del primer transportador 120, es decir de modo que la actividad radiológica de la materia contaminada 101 medida por el primer sensor 140 en la cara superior CSUP del primer transportador 120 no se detecte simultáneamente por el segundo sensor 141.

25 El segundo sensor 141 está dispuesto con respecto a la cara inferior CINF del primer transportador 120 en una posición predeterminada en la que preferentemente la totalidad de la anchura del transportador esté cubierta por el ángulo sólido de mira del mismo. Por ejemplo, para un ángulo sólido predeterminado, se puede ajustar la altura H2 entre la superficie inferior del primer transportador 120 y la superficie sensible de dicho segundo sensor 141. Se puede prever ajustar previamente el segundo sensor 141 a esta altura predeterminada H2, o permitir a un operario posicionar el segundo sensor 141 en esta posición de funcionamiento, por unos medios de fijación previamente ajustados y no ilustrados.

30 La altura H2 puede ser diferente de la altura H1. El ángulo sólido de mira del segundo sensor 141 puede ser diferente del ángulo sólido de mira del primer sensor 140.

35 Blindaje del primer transportador

Puede bastar con una fracción, de un residuo, de materia contaminada (de unos micrómetros de diámetro equivalente) para emitir una radiación eventualmente visible por el primer sensor 140 o el segundo sensor 141.

40 Preferentemente, se prevé un blindaje 1201 del primer transportador 120, en este caso concreto en forma de placa. El blindaje está dispuesto entre la cara superior CSUP y la cara inferior CINF del primer transportador 120 y está opuesto a la superficie sensible del primer sensor 140. Cuando el primer sensor 140 y el segundo sensor 141 están opuestos, como se ilustra en la figura 3, se puede usar un único blindaje común 1201. Tradicionalmente, si el segundo sensor 141 está apartado con respecto al primer sensor 140, se prevé preferentemente blindar el primer transportador 120 con un segundo blindaje (no ilustrado), en frente del segundo sensor 141 y dispuesto entre la cara superior CSUP y la cara inferior CINF del primer transportador 120.

45 El blindaje 1201 permite limitar la detección de la actividad radiológica de la materia contaminada 101 en la cara superior CSUP del primer transportador 120 por el segundo sensor 141. Recíprocamente, permite limitar la detección de la actividad radiológica de un residuo de la materia contaminada 101 aglomerado en la cara inferior CINF del primer transportador 120 por el primer sensor 140. El blindaje 1201 permite aislar por tanto cada sensor 140, 141.

50 El blindaje 1201 del primer transportador 120 puede estar interpuesto entre el ángulo sólido de mira del primer sensor 140 y entre el ángulo sólido de mira del segundo sensor 141.

55 Se puede prever que el primer sensor 140 y el segundo sensor 141 sean simétricos con respecto a un plano de simetría paralelo al transportador 120, en este caso concreto horizontal y que pasa por el blindaje del primer transportador 120, lo que permite a un volumen menor usar un solo blindaje del transportador 120. Sin embargo, la simetría no es obligatoria. Se puede prever que la altura H1 sea diferente de la altura H2, que la forma de las carcasas 1401 y 1411 sea diferente o incluso que los ángulos de mira de los sensores 140 y 141 sean diferentes.

60 El blindaje de cada sensor 140, 141 y del primer transportador 120 permite una atenuación en función del caudal de dosis natural (cósmica y terrestre) y artificial (materia contaminada). Dicho de otra manera, el ruido de fondo natural por radiaciones cósmicas o terrestres está integrado en las medidas. La detección de una actividad radiológica por el segundo sensor 141 corresponde a una contaminación de la cara inferior CINF de la banda del primer transportador 120 por un residuo de materia contaminada 101 o a una anomalía.

Por ejemplo, se puede prever como blindaje de cada sensor 140, 141 y del primer transportador 120 un conjunto de placas de material denso (acero, plomo, tungsteno...). La naturaleza o el espesor del material puede elegirse por ejemplo en función del nivel de actividad radiológica ambiente o medida, o de un coeficiente de atenuación determinado. Por ejemplo, se pueden prever placas de acero de 5 cm de espesor.

5 De este modo, el o los blindajes permiten reducir las radiaciones relacionadas con el contexto de implementación (radiación cósmica, terrestre, o de materias contaminadas próximas), que corren el riesgo de crear un ruido de fondo estático pero eventualmente variable en el tiempo, en particular si un almacenaje de materias contaminadas se aprovisiona en la proximidad.

10 Limpieza de banda

Se puede prever limpiar la banda del primer transportador 120, incluso en continuo.

15 Se pueden prever unos medios de lavado con agua incluso si son bastante complejos de implementar.

Se puede prever raspar mecánicamente la banda del primer transportador 120, lo que minimiza el riesgo de presencia de residuos de materia contaminada en la cara inferior CINF y limita la acumulación de la materia en la misma. A tal efecto, se prevén unos medios conocidos de raspado de banda, por ejemplo una placa suspendida apoyada sobre resortes.

20 Funcionamiento

Los sensores 140, 141 se conocen por el experto en la materia.

25 Se prevé preferentemente un funcionamiento en flujo continuo, lo que permite clasificar grandes volúmenes de materia contaminada.

30 En funcionamiento, la materia contaminada 100 se extrae de la tolva de alimentación 110 por el primer transportador 120, en su cara superior. Pasa debajo del limitador 150 luego en el ángulo sólido de mira del primer sensor 140 en el que se mide la actividad radiológica. El paso en tiempo de las mediciones de actividad radiológica es preferentemente inferior a un segundo y superior o igual a 0,1 segundo.

35 La materia contaminada 100 se vierte a continuación desde el primer transportador 120 en la cara superior del segundo transportador 121. El segundo transportador 121 está inclinado y permite transportar la materia contaminada 100 a una altura superior a la del punto de alimentación A, determinándose dicha altura en función de diversos factores, y en particular siendo preferentemente a la altura del pecho, lo que facilita el montaje/desmontaje, la limpieza y el mantenimiento, por ejemplo de 1 a 1,5 m con respecto al suelo. La materia contaminada 100 se vierte a continuación por gravedad en un dispositivo de clasificación, en este caso concreto una tolva pendular 130, que puede bascular de manera selectiva entre dos posiciones.

40 Las velocidades de desplazamiento del primer transportador 120 y del segundo transportador 121 pueden depender de su anchura. Por ejemplo, la anchura del primer transportador 120 y del segundo transportador 121 es sustancialmente la misma, del orden de 1 metro.

45 Preferentemente, la relación de las velocidades de desplazamiento del primer transportador 120 y del segundo transportador 121 es constante en el tiempo. La velocidad de desplazamiento de un transportador depende preferentemente de su anchura. A modo meramente ilustrativo, la velocidad de desplazamiento del primer transportador 120 puede estar comprendida entre 0,1 y 1 m/s.

50 Sumisión

55 En el punto de clasificación B, como se ha expuesto anteriormente, en función de la posición de la tolva pendular 130, la materia contaminada 100 se vierte en salida de la misma, o bien en un primer transportador de evacuación 122, o bien en un segundo transportador de evacuación 123. Por ejemplo, se prevé que el primer transportador de evacuación 122 se use para extraer materias cuya actividad radiológica sea inferior al valor umbral, y que el segundo transportador de evacuación 123 se use para extraer materias cuya actividad radiológica sea superior al valor umbral.

60 Se prevé que la posición de la tolva pendular 130, es decir su movimiento de báscula, se someta al menos a la medida del primer sensor 140.

65 Tradicionalmente, el valor de la medida del primer sensor 140 se compara con un valor umbral guardado en una memoria y preferentemente configurable. En función del resultado del comparado, la tolva pendular 130 se orienta de manera selectiva, en este caso concreto mediante basculamiento, en una posición si el resultado del comparado



es positivo, y orientada en otra posición, en este caso concreto en la otra posición, si el resultado del comparado es negativo. El valor umbral se llama también consigna de clasificación.

5 Si una fracción o un residuo de materia contaminada ionizante 101 permanece pegada a la banda transportadora del primer transportador 120, su radiación corre el riesgo de medirse por el primer sensor 140 en cada paso, por tanto de hacer sus medidas no relevantes.

10 Es la razón por la que se puede prever una medida diferencial que consiste en sustraer el valor de una medida del segundo sensor 141 del de una medida del primer sensor 140. De este modo, la posición de la tolva pendular 130, es decir su movimiento de báscula, puede someterse además a la medida del segundo sensor 141, en este caso concreto a través de esta medida diferencial.

Medida diferencial

15 En función de la posición del segundo sensor 141 y del entorno, el segundo sensor 141 puede medir sustancialmente el mismo ruido de fondo, relacionado con las mismas fuentes que las del primer sensor. En la práctica, no siempre es el caso.

20 Se puede prever que la medida diferencial entre el primer sensor 140 y el segundo sensor 141 solo se implemente si la medida del primer sensor 140 se vuelve superior al valor umbral.

Preferentemente, se prevé que la medida diferencial se efectúe de la manera siguiente:

25 El primer sensor 140 y el segundo sensor 141 efectúan cada uno medidas, preferentemente en continuo.

En el primer transportador 120, se define un conjunto de posiciones P conocidas, por ejemplo gracias a un codificador, en este caso concreto una rueda codificadora.

30 En la figura 4, solo se ilustran dos posiciones sucesivas P1 y P2, la distancia que separa una primera posición P1 y una segunda posición P2 en el primer transportador 120 correspondiendo preferentemente al paso de medida del primer sensor 140 en el sentido de desplazamiento. A modo ilustrativo, el paso de medida en distancia puede ser del orden de unos centímetros.

35 La cara superior CSUP del primer transportador 120 comprende materia 100 cuya actividad se mide por el primer sensor 140 y se guarda en una memoria acoplada a un calculador. Se asocia entonces la posición P correspondiente a esta medida para crear un primer par valor de la medida del primer sensor 140 / posición P en una memoria.

40 En funcionamiento, la materia contaminada se desplaza en el primer transportador 120, luego se vierte en el segundo transportador 121. Las posiciones P (P1 luego P2) pasan entonces en la cara inferior CINF del primer transportador 120.

45 De manera similar, el segundo sensor 141 mide y guarda en una memoria acoplada al calculador la actividad de la eventual materia 101 residual en la cara inferior CINF del primer transportador 120.

Se asocia entonces la posición P correspondiente a esta medida para crear un segundo par valor de la medida del segundo sensor 141 / posición P en una memoria.

50 El paso de medida en distancia del segundo sensor 141 puede ser distinto al del primer sensor 140.

55 Se conoce entonces el valor de la medida del primer sensor 140 y el del segundo sensor 141 para una misma posición P dada. La medida diferencial puede efectuarse entonces. A tal efecto, a partir del primer y del segundo par de valores, la medida de la actividad radiológica para una posición P dada por el segundo sensor 141 guardada en una memoria acoplada al calculador se sustrae de la medida guardada efectuada por el primer sensor 140 para la misma posición P.

60 A modo de ejemplo, si la medida efectuada por el primer sensor 140 es superior al valor umbral pero la medida diferencial es inferior al valor umbral, entonces ello significa por una parte que han permanecido probablemente pegados residuos al primer transportador 120, y por otra parte que el volumen de materias contaminadas correspondiente que llegan a la tolva comprende de hecho materias cuya actividad es inferior al valor umbral. Por consiguiente, la tolva pendular 130 se bascula hacia el transportador de evacuación correspondiente, en este caso concreto el primer transportador de evacuación 122. Si la tolva pendular 130 estuviera ya en esta posición, se mantiene en ella.

65 En el segundo transportador 121, de manera similar, se define un conjunto de posiciones P' conocidas, por ejemplo gracias a un codificador, en este caso concreto una rueda codificadora. Existe una correspondencia entre una

posición P dada en el primer transportador 120 y una posición P' correspondiente en el segundo transportador 121. Por ejemplo, figura 5, la materia en posición P1 en el primer transportador 120 se vierte en posición P1' en el segundo transportador 121, y lo mismo para P2 y P2'.

5 Como se conocen las posiciones P', se puede someter la posición de la tolva pendular 130 a la distancia D1' que separa dicha posición P1' de una posición de referencia P'ref, correspondiente por ejemplo al extremo del segundo transportador, es decir correspondiente a la posición de la tolva pendular 130 en el punto de clasificación B o un punto aguas arriba. Por ejemplo, si la tolva pendular 130 se bascula hacia el primer transportador de evacuación 122 pero la medida, eventualmente diferencial, implica que deba bascularse hacia el segundo transportador de evacuación 123, se prevé que la tolva pendular 130 se bascule cuando la posición P1' alcance la posición de referencia P'ref.

Preferentemente, se prevé una perspectiva mayorada, véase la figura 6, que permite limitar los riesgos de contaminación. A tal efecto:

- 15
- cuando la medida, eventualmente diferencial, se vuelve superior al valor umbral, se puede prever que la tolva pendular 130 se bascule con antelación, es decir cuando la posición P1' alcance una posición de referencia P'ref1 aguas arriba de P'ref;
  - 20 - cuando la medida, eventualmente diferencial, se vuelve inferior al valor umbral, se puede prever que la tolva pendular 130 se bascule con retraso, es decir cuando la posición P1' alcance una posición de referencia P'ref2 aguas abajo de P'ref.

De este modo, es posible que materia no contaminada se clasifique y se considere como contaminada pero no en el sentido contrario.

25 Como se ha descrito anteriormente, se prefiere someter la posición de la tolva pendular 130 en función de las posiciones P, P'.

De manera alternativa, como se conocen igualmente la longitud y la velocidad de desplazamiento del segundo transportador 121, se puede calcular, gracias al calculador, el momento en el que la posición P1' está en el extremo aguas abajo (lado tolva pendular 130) del segundo transportador 121 y someter la posición de la tolva pendular 130 en función del tiempo.

35 El calculador es un medio de sumisión del posicionamiento del dispositivo de clasificación 130 en función de los datos procedentes de los sensores 140 y 141. El calculador puede ser cualquier tipo de herramienta informática programable, un procesador, un microprocesador, una unidad central, etc.

La ventaja de una sumisión en función de la posición más bien que en función del tiempo reside por ejemplo en el hecho de que si los transportadores 120, 121 deben pararse, la posición permanece conocida, por tanto solo el tiempo de llegada de la materia contaminada a la tolva pendular 130 cambia.

40 Por otra parte, como se conocen las posiciones P en el primer transportador 120, se conoce la anchura del transportador 120, la materia contaminada cubre sustancialmente toda esta anchura y se conoce su altura y es sustancialmente igual a la altura del limitador mecánico 150, se puede calcular el volumen de una muestra de materia contaminada que pasan debajo del primer sensor 140. Este volumen de muestra puede elegirse además, por ejemplo haciendo variar la altura del limitador mecánico 150 o el valor del ángulo sólido del primer sensor 140. Ocurre lo mismo para el segundo sensor 141.

#### Alimentación de energía

50 Preferentemente, se prevé un grupo electrógeno que permita alimentar de energía eléctrica todo o parte del conjunto de los transportadores 120, 121, 122, 123, de los sensores 140, 141 y del calculador, y un compresor que permita alimentar la tolva pendular 130 de aire comprimido. Se pueden prever igualmente armarios de potencia de regulación y de mando eléctrico.

#### Autonomía

60 El sistema de clasificación que comprende la tolva de alimentación 110 el primer transportador 120, posicionado con respecto a la tolva de alimentación 110, el segundo transportador 121, la tolva pendular 130 y el primer transportador de evacuación 122 y el segundo transportador de evacuación 123 en posición de transporte, está configurado ventajosamente para ser móvil y transportable en un contenedor de transporte (generalmente de 40 pies). En función del volumen del mismo, el grupo electrógeno puede transportarse en un segundo contenedor de transporte.

65 Gracias al grupo electrógeno, el sistema de clasificación puede desplegarse en cualquier lugar, independientemente de la accesibilidad de una toma de corriente.

En funcionamiento, el sistema de clasificación puede desplegarse directamente en el fondo del contenedor de transporte.

Ventajosamente, el sistema de clasificación puede desplegarse en solo varias horas.

5 Se puede prever una etapa de precibado de las materias contaminadas aguas arriba de la introducción de dichas materias en el primer transportador 120, lo que puede mejorar más la eficacia de la clasificación, por ejemplo por una etapa de filtrado mecánico (generalmente mediante barandilla o desbaste) en la entrada de la tolva de alimentación. En este caso concreto, se prevé una rejilla inclinada en la parte superior de la tolva de alimentación.

10 Gracias a la invención, es posible clasificar más de 100 toneladas de materias contaminadas por hora.

Inicialización

15 Se puede prever una etapa de inicialización o de calibración, en la que al menos el primer transportador está en vacío.

20 En un modo de realización, se prevé guardar en una memoria el valor de la medida de uno al menos de los sensores 140, 141, pudiendo el primer transportador 120 - no cargado de materia 100 - estar en funcionamiento o parado. Si está en funcionamiento, se prevé efectuar preferentemente las medidas en al menos una rotación completa de la banda del mismo.

25 En este modo de realización, no es necesario acoplar las medidas a las posiciones P. Se puede medir de este modo la radiación ambiente, generalmente terrestre y cósmica.

En otro modo de realización, se prevé guardar en una memoria el valor de la medida de uno al menos de los sensores 140, 141, acoplada a cada posición P del primer transportador 120 en vacío. Se puede medir de este modo además la radiación de eventuales residuos 101 en el primer transportador 120.

30 Se puede prever sustraer el valor de la medida de uno cualquiera de los dos modos de realización de la etapa de inicialización al valor de la medida del primer sensor cuando el primer transportador 120 está cargando, o a la medida diferencial como se ha presentado anteriormente.

35 La etapa de inicialización puede ser previa, por ejemplo durante una primera implementación, antes de que la materia 100 se extraiga por el primer transportador 120. Si el primer transportador ya ha transportado materias contaminadas, se prevé vaciarlo, incluso lavar el mismo.

40 Gracias a la etapa de inicialización, el ruido de fondo global puede estar integrado de este modo en las medidas cuando el primer transportador está cargando. Si materias contaminadas se almacenan a distancia de radiación del primer transportador y se aprovisionan regularmente, se prevé implementar preferentemente una etapa de inicialización en cada aprovisionamiento, lo que permite tomar en cuenta las evoluciones del ruido de fondo en el tiempo.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de clasificación en flujo continuo de materias contaminadas (100) que comprende etapas que consisten en:

- 5
- transportar materias contaminadas (100) de un punto de alimentación (A) a un punto de clasificación (B) por un primer transportador (120),
  - medir la actividad radioactiva de la materia contaminada transportada por un primer sensor (140) dispuesto entre el punto de alimentación (A) y el punto de clasificación (B), y cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador (120), y
  - 10 - clasificar las materias contaminadas (100) en el punto de clasificación (B), por un dispositivo de clasificación (130),

caracterizado por que comprende además etapas que consisten en:

- 15
- medir la actividad radioactiva de la materia contaminada por un segundo sensor (141):
  - O bien cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador (120) y dispuesta aguas arriba del punto de alimentación (A),
  - 20 - O bien cuya cara sensible está opuesta a la cara inferior (CINF) del primer transportador (120),
  - calcular una medida diferencial que consiste en sustraer el valor de una medida del segundo sensor (141) del de una medida del primer sensor (140), y
  - someter la etapa de clasificación al resultado del comparado entre un valor umbral y
  - 25
    - el valor de la medida del primer sensor (140), o
    - el valor de la medida diferencial.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además una etapa de comparado de la medida del primer sensor (140) con el valor umbral, implementándose la etapa de cálculo de la medida diferencial al menos cuando el valor de la medida del primer sensor (140) se vuelve superior al valor umbral.

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además etapas que consisten en:

- 35
- definir un conjunto de posiciones (P) conocidas en el primer transportador (120),
  - asociar a cada posición (P) una medida correspondiente del primer sensor (140) y una medida correspondiente del segundo sensor (141), y en el que
  - 40 - la etapa de medida diferencial consiste en sustraer el valor de la medida guardado por el segundo sensor (141) para una posición (P) dada del valor de la medida guardado por el primer sensor (140) para esta misma posición (P).

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además

- 45
- una etapa de inicialización que consiste en guardar en una memoria el valor de la medida de uno al menos de los sensores (140, 141), acoplado a cada posición (P) del primer transportador (120) en vacío, y
  - una etapa que consiste en sustraer el valor de la medida de la etapa de inicialización:
  - 50
    - o bien al valor de la medida del primer sensor (140) cuando el primer transportador (120) está cargando,
    - o bien a la medida diferencial.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa que consiste en limpiar la banda del primer transportador (120).

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de clasificación (130) puede adoptar de manera selectiva dos posiciones:

- 55
- una primera posición cuando la medida por el primer sensor (140), o la medida diferencial, es superior al valor umbral; y
  - 60 - una segunda posición cuando la medida por el primer sensor (140), o la medida diferencial, es inferior al valor umbral,

comprendiendo el procedimiento además al menos una de las etapas que consisten en:

- 65
- adoptar la primera posición con antelación cuando la medida por el primer sensor (140), o la medida diferencial, se vuelve superior al valor umbral, y

- adoptar la segunda posición con retraso cuando la medida por el primer sensor (140), o la medida diferencial, se vuelve inferior al valor umbral.

5 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de precibado de las materias contaminadas (100) aguas arriba de la introducción de dichas materias en el primer transportador (120).

10 8. Dispositivo de clasificación de materias contaminadas (100), susceptible de implementar el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que comprende:

- un primer transportador (120), sustancialmente horizontal,
- unos medios (150) mecánicos de regulación de la altura de las materias contaminadas (100) en el primer transportador (120),
- 15 - un primer sensor (140) blindado al menos parcialmente, y cuya cara sensible está opuesta a la cara superior (CSUP) del primer transportador (120),
- un segundo sensor (141) blindado al menos parcialmente, y cuya cara sensible está opuesta a la cara inferior (CINF) del primer transportador (120),
- 20 - un dispositivo de clasificación (130) gravitacional que puede adoptar de manera selectiva al menos dos posiciones, y
- un calculador, configurado para someter el posicionamiento del dispositivo de clasificación (130) al resultado del comparado entre un valor umbral y
  - el valor de una medida del primer sensor (140), o
  - el valor de una medida diferencial que consiste en sustraer el valor de una medida del segundo sensor (141) del de una medida del primer sensor (140).

9. Dispositivo según la reivindicación 8, que comprende además uno al menos de los elementos siguientes:

- 30 - un segundo transportador (121), en serie con el primer transportador (120), en el que la materia contaminada se vierte por gravedad,
- un dispositivo de almacenamiento y de alimentación (110), a partir del que las materias contaminadas (100) pueden verterse por gravedad en el punto de alimentación (A) del primer transportador (120).

35 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que el segundo transportador (121) está inclinado en un ángulo positivo con respecto al plano del primer transportador (120), para recoger las materias contaminadas (100) con respecto a la altura del punto de alimentación (A) y en el que el dispositivo de clasificación (130) comprende una tolva pendular.

40 11. Dispositivo de clasificación de materias contaminadas (100), según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que comprende además al menos uno de los elementos siguientes:

- 45 - una carcasa (1401) en la que está insertado el primer sensor (140), estando dicha carcasa (1401) blindada y protegiendo todas las caras de dicho primer sensor (140) con la excepción de la superficie sensible de dicho primer sensor (140), estando dicha superficie sensible de dicho primer sensor (140) protegida por un elemento de protección (1402) que protege de golpes eventuales y de ensuciamientos, en el que si dicho elemento de protección (1402) es un blindaje, entonces su coeficiente de atenuación es inferior al del blindaje de las demás caras de dicho primer sensor (140);
- 50 - una carcasa (1411) en la que está insertado el segundo sensor (141), estando dicha carcasa (1411) blindada y protegiendo todas las caras de dicho segundo sensor (141) con la excepción de la superficie sensible de dicho segundo sensor (141), estando dicha superficie sensible de dicho segundo sensor (141) protegida por un elemento de protección (1412) que protege de golpes eventuales y de ensuciamientos, en el que si dicho elemento de protección (1412) es un blindaje, entonces su coeficiente de atenuación es inferior al del blindaje de las demás caras de dicho segundo sensor (141).

55 12. Dispositivo de clasificación de materias contaminadas (100), según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que el primer transportador (120) comprende igualmente al menos uno de los elementos siguientes:

- 60 - un primer blindaje (1201) dispuesto entre la cara superior (CSUP) y la cara inferior (CINF) de dicho primer transportador (120) y que está opuesto a la superficie sensible del primer sensor (140), y
- un segundo blindaje dispuesto entre la cara superior (CSUP) y la cara inferior (CINF) de dicho primer transportador (120) que está opuesto a la superficie sensible del segundo sensor (141).

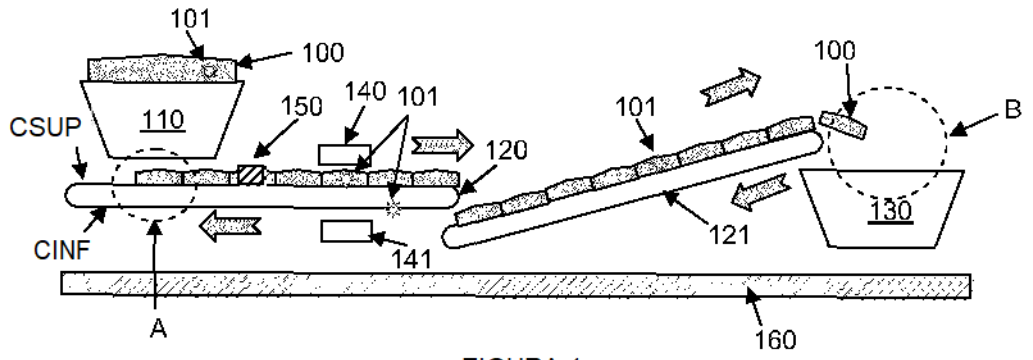


FIGURA 1

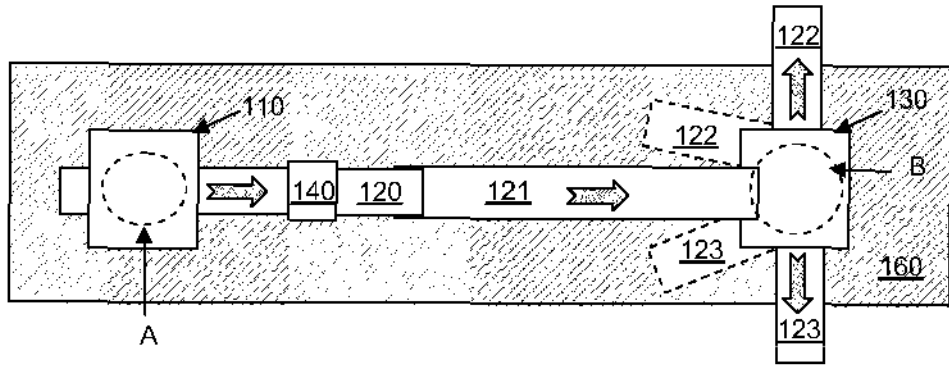


FIGURA 2

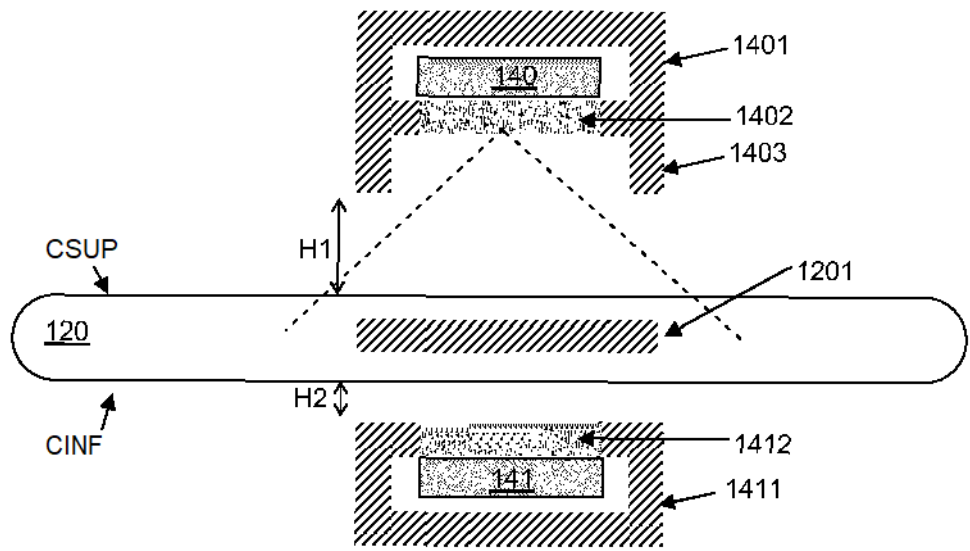


FIGURA 3

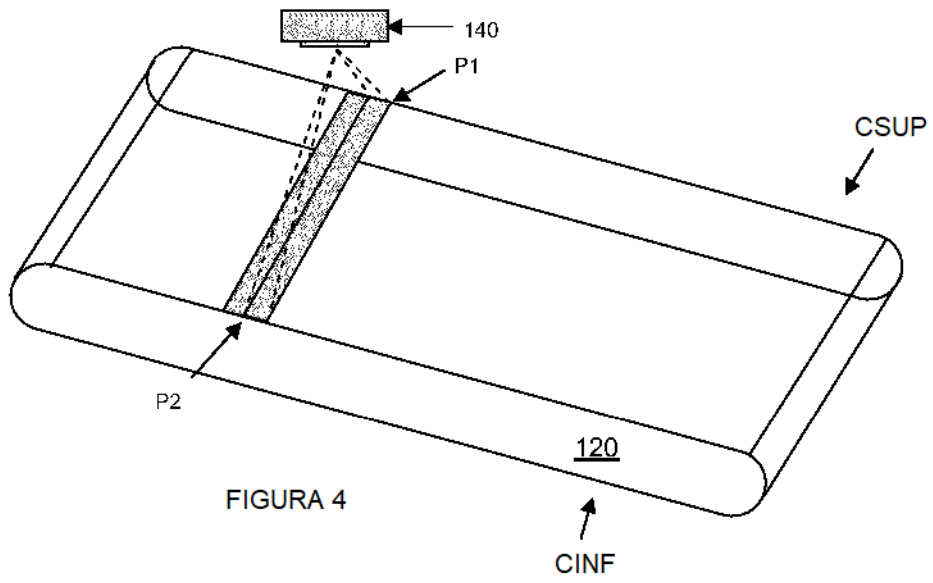


FIGURA 4

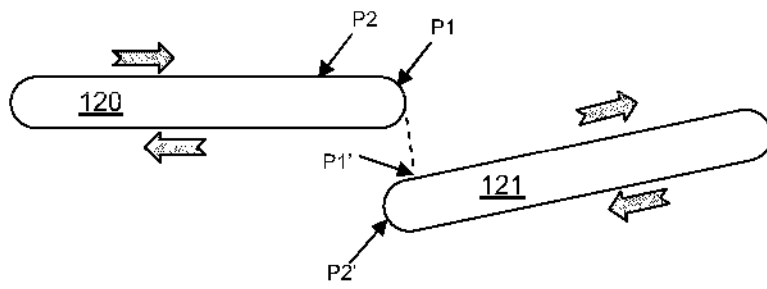


FIGURA 5

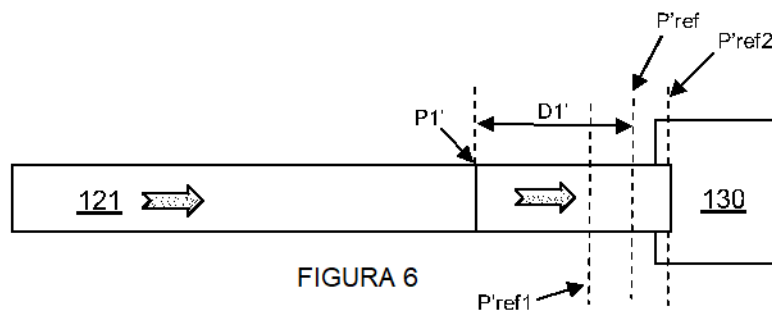


FIGURA 6