

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 552**

51 Int. Cl.:

G01V 3/10 (2006.01)

G01N 27/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2012** **E 12155954 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016** **EP 2629121**

54 Título: **Detector de metales para cadenas de producción y de embalaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.08.2016

73 Titular/es:

METTLER-TOLEDO SAFELINE LIMITED (50.0%)
Montfort Street
Salford ManchesterM50 2XD, GB y
TNA AUSTRALIA PTY LIMITED (50.0%)

72 Inventor/es:

BUTTERWORTH, DAREN;
TAYLOR, ALFRED ALEXANDER y
ALCHIN, DARREN KEN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 579 552 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

Detector de metales para cadenas de producción y de embalaje

5 La invención se refiere a un detector de metales industrial para las industrias alimentaria, de bebidas, farmacéutica, plástica, química, del embalaje y otras. El propósito principal de los detectores de metales del tipo descrito en el presente documento es detectar la presencia de metal en un artículo, un material a granel, o en general cualquier objeto que está siendo examinado. Dichos detectores de metales se usan ampliamente y están integrados en cadenas de producción y de embalaje, por ejemplo para detectar la contaminación de alimentos por partículas o componentes metálicos procedentes de maquinaria de procesamiento averiada durante el proceso de fabricación, que constituye un problema fundamental de seguridad en la industria alimentaria. El tipo genérico de detector de metales al que se refiere esta invención y que se conoce como un sistema de tres bobinas equilibradas con una disposición de bobina circundante puede describirse como un portal a través del cual se mueven los artículos y materiales bajo inspección, por ejemplo embalajes individuales montados sobre una cinta transportadora horizontal a través de un portal vertical, o un flujo de material a granel en caída libre a través de un conducto o embudo vertical que pasa a través de un portal dispuesto horizontalmente.

El portal está configurado, en general, como una caja metálica en forma de estuche con una abertura de entrada y una abertura de salida. La parte operativa del detector de metales es un sistema de tres bobinas eléctricas enrolladas alrededor de un portador o soporte de bobina hueco común hecho de un material no metálico, que está dispuesto dentro de la caja metálica. La sección transversal de abertura del soporte de bobina coincide con el tamaño y la forma de las aberturas de entrada y de salida y se alinea con ellas, de modo que el soporte de bobina y las aberturas de entrada y de salida formen un túnel que define una zona de detección a través de la cual la cinta transportadora u otro medio de transporte mueve los artículos o materiales bajo inspección. La sección transversal de abertura de este túnel de la zona de detección es generalmente rectangular o circular, pero también podría tener cualquier otra forma.

En detectores de metales del estado de la técnica de este tipo, las bobinas son exactamente paralelas entre sí, en consecuencia, sus planos paralelos son ortogonales a su eje central común. La bobina central, también llamada bobina transmisora, está conectada a un oscilador de alta frecuencia y, de este modo, genera un campo electromagnético alterno primario que, a su vez, induce una primera y una segunda tensión alterna, respectivamente, en las dos bobinas a ambos lados de la bobina central, que también se denominan la primera y la segunda bobina receptora. Las primera y segunda bobinas receptoras están conectadas en serie entre sí, pero con sus bobinados conectados en oposición entre sí. En otras palabras, el alambre de la bobina discurre de forma continua desde un primer terminal de salida a través de los bobinados de la primera bobina receptora, a continuación en sentido opuesto de dirección de rotación a través de los bobinados de la segunda bobina receptora hasta un segundo terminal de salida. Además, las primera y segunda bobinas receptoras están ubicadas equidistantes desde la bobina transmisora. Por lo tanto, son en todos los aspectos imágenes especulares una de la otra en relación con el plano central de la bobina transmisora, y, por lo tanto, la primera y la segunda tensión alterna inducidas en ellas por el campo electromagnético alterno primario se cancelarán entre sí. En otras palabras, la simetría especular de este detector de metales del estado de la técnica tiene el resultado de que la tensión captada entre los primer y segundo terminales de salida será nula.

Disposiciones de bobinas equilibradas simétricas también pueden consistir en múltiples bobinas transmisoras y/o múltiples bobinas receptoras que están dispuestas de tal manera que se consiga un llamado estado de equilibrio nulo. Por lo tanto, la primera bobina receptora puede formar una o más bobinas receptoras en el lado de entrada, y la segunda bobina receptora una o más bobinas receptoras en el lado de salida. Del mismo modo, la bobina transmisora puede estar diseñada como una o más bobinas transmisoras.

50 Sin embargo, si una pieza de metal pasa a través de la disposición de bobinas, el campo electromagnético es alterado, dando origen a una señal de tensión dinámica por los terminales de salida de las bobinas receptoras conectadas en serie.

La caja metálica que rodea a la disposición de bobinas sirve para impedir que señales eléctricas aerotransportadas o artículos y maquinaria metálica cercana interfieran en el correcto funcionamiento del detector de metales. Además, la caja metálica añade resistencia y rigidez al conjunto, lo cual es absolutamente esencial, dado que incluso dislocaciones microscópicas de las bobinas unas con respecto a otras y con respecto a la caja pueden alterar el sistema de detección que es sensible a señales en el intervalo de nanovoltios.

60 Un asunto preocupante en los detectores de metales de la descripción anterior es su sensibilidad a metal estacionario y, aún más, a metal en movimiento en áreas fuera de la zona de detección y, en particular, incluso muy fuera de la caja del detector de metales. Esto se debe al hecho de que el campo electromagnético generado por la bobina transmisora se extiende fuera de las aberturas de entrada y de salida a una distancia de hasta dos o tres veces la longitud de la zona de detección. Si hay piezas metálicas estacionarias o móviles dentro de este intervalo, por ejemplo el marco de soporte u otros componentes de un transportador, la interacción del campo electromagnético con las piezas metálicas en su alcance producirá una señal de salida no deseada de las bobinas

receptoras que interfiere con las señales de detección reales que se originan a partir de contaminantes metálicos en el material bajo inspección que se desplaza a través del detector de metales. Por lo tanto, a menos que se tomen medias de diseño especiales, un gran espacio antes de la abertura de entrada y después de la abertura de salida del detector de metales debe mantenerse libre de todo metal. El área que debe mantenerse libre de metal se denomina en general la "zona libre de metal" o ZLM.

Una explicación más detallada de este requisito de una zona libre de metal y un medio para reducir o incluso eliminar la zona libre de metal en el tipo de detector de metales descrito anteriormente en el presente documento se presenta en el documento EP 0 536 288 B1, que se incorpora por el presente como referencia en la presente divulgación. Uno de los posibles medios para reducir o eliminar la ZLM descrita en el documento EP 0 536 288 B1 tiene la forma de bridas o collarines metálicos que pueden formar una pieza integral con los bordes de las aberturas de entrada y de salida de la caja del detector de metales. Estas bridas o collarines actúan como bobinas de cortocircuito en las que una corriente es inducida por el campo electromagnético alterno de la bobina transmisora. La corriente inducida, a su vez, genera un campo electromagnético secundario que puede, en ciertas condiciones, anular el campo primario de la bobina transmisora más allá de cierta distancia antes de la bobina de entrada y después de la bobina de salida, incluso en la medida en que el campo primario fuera de las aberturas de la caja está casi totalmente suprimido y las zonas libres de metal antes de la abertura de entrada y después de la abertura de salida se reducen eficazmente a cero y puede conseguirse una "zona libre de metal cero" (ZLMC).

Un detector de metales que usa el concepto de ZLMC de la descripción anterior es esencialmente ventajoso para situaciones donde el espacio es limitado, tales como con un sistema transportador corto o cuando el detector de metales está instalado en una trayectoria de flujo vertical por ejemplo para inspeccionar objetos que caen dentro de una rampa desde una máquina de pesaje hasta una máquina de fabricación de bolsas.

En el último caso mencionado de una disposición vertical, la rampa que guía los objetos o materiales que caen bajo inspección a través del detector de metales tiene, en muchos casos, forma de embudo o incluye secciones en forma de embudo. Un embudo o en general un conducto con una sección transversal que se estrecha progresivamente, como, por ejemplo, se desvela en el documento US 6822171, no coincide con la zona de detección cilíndrica a través de un detector de metales del tipo descrito anteriormente. Por lo tanto, si el conducto en forma de embudo se hace coincidir con la abertura de entrada de la caja del detector de metales, hacia la abertura de salida habrá un espacio de aire vacío de anchura creciente entre la circunferencia cónica del embudo y la pared interna cilíndrica de la zona de detección. Esta disposición puede considerarse subóptima en términos de sensibilidad del detector y uso del espacio. Más directamente, apunta a la necesidad de un detector de metales cuyas aberturas de entrada y de salida y zona de detección se adapten a un perfil cónico, en forma de embudo de un canal o rampa que guía el movimiento de los objetos o materiales, a través del detector de metales. Una solución a esa necesidad puede proporcionarse mediante una configuración asimétrica de todo el detector de metales, en el que no solamente la abertura de salida es más pequeña que la abertura de entrada de la caja, sino que también las bobinas que se suceden entre sí en secuencia, es decir la bobina receptora del lado de entrada, la bobina transmisora, y la bobina receptora del lado de salida, tendrán que ser progresivamente más pequeñas. Al mismo tiempo, las ventajas del sistema de bobinas equilibrado y del concepto de diseño de ZLMC deben mantenerse preferentemente.

Es, por lo tanto, el objetivo de la presente invención proporcionar un detector de metales, por ejemplo del tipo genérico descrito en el párrafo introductorio, con una caja configurada de forma asimétrica y un sistema de bobina detectora mientras se mantienen al menos las propiedades funcionales de un sistema de bobinas equilibrado.

Este objetivo es cumplido por un detector de metales que tiene las características nombradas en la reivindicación de patente independiente 1. Diversas realizaciones y mejoras de la invención se presentan en las reivindicaciones dependientes.

El detector de metales de acuerdo con la presente invención tiene una caja metálica con una abertura de entrada y una abertura de salida y, dispuesto dentro de la caja metálica, un sistema de bobinas con al menos una bobina transmisora y al menos una primera y al menos una segunda bobina receptora. Las aberturas de entrada y de salida y las primera y segunda bobinas receptoras encierran una zona de detección similar a un túnel a través de la cual los objetos bajo inspección son transportados a lo largo de una trayectoria de transporte que entra en el detector de metales a través de la abertura de entrada y sale del detector de metales a través de la abertura de salida.

El detector de metales de la presente invención se distingue de la técnica anterior conocida por el hecho de que las áreas de sección transversal de la abertura de entrada y la abertura de salida difieren entre sí y que la zona de detección tiene un perfil de sección transversal que cambia continuamente desde la abertura de entrada hasta la abertura de salida. En consecuencia, dado que el sistema de bobinas encierra la zona de detección y, por lo tanto, se adapta al perfil de sección transversal variable de la zona de detección, la al menos una primera bobina receptora, la al menos una bobina transmisora y la al menos una segunda bobina receptora difieren en tamaño entre sí.

Las primera y segunda bobinas receptoras en un detector de metales de la presente invención no son, por lo tanto, simétricas entre sí con respecto a un plano definido por la al menos una bobina transmisora, sino que

5 independientemente de dicha asimetría, las primera y segunda bobinas receptoras y la al menos una bobina transmisora están en un estado de equilibrio donde las primera y segunda tensiones mencionadas anteriormente se cancelan entre sí cuando no hay ningún metal presente en dichos objetos bajo inspección, es decir la al menos una primera bobina receptora y la al menos una segunda bobina receptora están situadas con respecto a dicha al menos una bobina transmisora a una distancia diferente.

10 Dado que las disposiciones de bobinas en equilibrio también pueden consistir en múltiples bobinas transmisoras y/o múltiples bobinas receptoras que están dispuestas de tal manera para conseguir un llamado estado de equilibrio nulo, en el contexto de la siguiente descripción y las reivindicaciones del concepto de la invención, la expresión "bobina transmisora" y/o "bobina receptora" significarán "al menos una bobina transmisora" y/o "al menos una bobina receptora".

15 Con respecto a esta trayectoria de transporte, la primera bobina receptora puede estar dispuesta delante de la bobina transmisora, y la segunda bobina receptora está dispuesta después de la bobina transmisora.

En realizaciones preferidas de la invención, las primera y segunda bobinas receptoras y la bobina transmisora están enrolladas alrededor de un soporte de bobina común que es hueco, está hecho de un material no metálico aislante eléctricamente, y cuyo interior se adapta al perfil de sección transversal variable de la zona de detección.

20 Preferentemente, las primera y segunda bobinas receptoras están conectadas en serie entre sí, tienen un pequeño número igual de espiras (normalmente una única espira), y están enrolladas con el sentido de rotación opuesto una con respecto a otra.

25 Dado que el detector de metales de la presente invención carece de la simetría del sistema de bobinas que es común a detectores de metales de la técnica anterior, se ha descubierto una nueva manera de equilibrar las tensiones inducidas de las primera y segunda bobinas receptoras. Se descubrió que la más pequeña de las bobinas receptoras debe estar más cerca de la bobina transmisora para igualar las tensiones inducidas en las bobinas receptoras desiguales.

30 En una realización ejemplar, la bobina transmisora está situada en un plano central entre la abertura de entrada y la abertura de salida y las bobinas receptoras están dispuestas, cada una, a una distancia diferente desde la bobina transmisora, es decir asimétricamente con respecto a su posición desde dicho plano central. Como alternativa, la al menos una bobina transmisora está situada descentrada entre la abertura de entrada y la abertura de salida, mientras que las bobinas receptoras están dispuestas, cada una, a una distancia diferente desde la bobina transmisora pero no necesariamente de dicho plano central.

35 En una realización preferida de la invención, la zona de detección tiene la forma de un embudo, de modo que el área de sección transversal del flujo disminuye de forma continua desde la abertura de entrada hasta la abertura de salida. El embudo puede estar conformado, por ejemplo, como un cono truncado invertido, una sección de un hiperboloide u otra superficie de revolución, una pirámide truncada invertida, y otras superficies continuas, así como multifacetadas de simetría rotacional.

40 En una realización preferida, la caja metálica está diseñada para seguir aproximadamente la forma del embudo a una distancia sustancialmente uniforme. Por ejemplo, si la zona de detección tiene forma de cono, la caja podría, del mismo modo, ser un cono truncado, concéntrico con y paralelo al soporte de bobina. Como alternativa, un sistema de bobinas cónico podría instalarse en una caja con la forma de una pirámide truncada cuyo eje central coincide con el eje central del soporte de bobina y cuyas paredes pueden estar inclinadas al mismo o a un ángulo diferente que la pared de la circunferencia del soporte de bobina.

45 Preferentemente, el espacio entre el soporte de bobina y la caja está relleno con un medio de encapsulado, por ejemplo un polímero termoendurecible tal como un compuesto de epoxi. Esto ayuda a asegurar el soporte de bobina y los bobinados de bobina así como cualesquiera componentes electrónicos contra choques y vibraciones y también para excluir la humedad.

50 Como los detectores de metales comparables más estrechamente de la técnica anterior, una realización preferida del detector de metales de la presente invención comprende medios para cancelar el campo primario más allá de una distancia desde el sistema de bobinas. Los medios para cancelar el campo primario están configurados preferentemente en forma de bridas o collarines metálicos que están conectados a o forman una pieza integral con los bordes de las aberturas de entrada y de salida de la caja metálica del detector de metales.

55 Las bridas o collarines realizan la función de bobinas de cortocircuito en las que una corriente alterna es inducida por el campo electromagnético primario de la bobina transmisora. Esta corriente inducida, a su vez, genera un campo electromagnético secundario que anula el campo primario de la bobina transmisora más allá de cierta distancia desde el sistema de bobinas pero no afecta al detector de metales en su función de detectar el metal contenido en objetos que se mueven a través de la zona de detección.

Preferentemente, los límites más allá de los cuales el campo primario de la bobina transmisora se anula están ubicados directamente en las aberturas de entrada y de salida de la caja. Por lo tanto, no existen zonas adyacentes al detector de metales que deben mantenerse libres de metal. En esta realización preferida, el detector de metales con una caja configurada de forma asimétrica y el sistema de bobina detectora combina las propiedades funcionales del sistema de bobinas equilibrado y el concepto de diseño de ZLMC.

Para producir un detector de metales de acuerdo con la invención con una caja configurada de forma asimétrica y un sistema de bobina detectora, se podría, por ejemplo, comenzar con un diseño provisional que cumple las especificaciones dimensionales dadas y representa una mejor estimación para cumplir especificaciones de rendimiento dadas. Basándose en este diseño inicial y usando una técnica de elementos finitos, el campo magnético podría determinarse numéricamente dentro de la zona de detección, así como en el espacio ambiente que rodea al detector de metales. Calculando adicionalmente la derivada temporal del flujo magnético a través de las bobinas receptoras, se podría estimar la tensión que se induciría en el circuito de la bobina receptora no solamente en ausencia de cualquier metal en la zona de detección, sino también con objetos de ensayo metálicos simulados moviéndose a través de la zona de detección. En un proceso de ciclos iterativos, se realizarían modificaciones a parámetros individuales del diseño provisional hasta que las discrepancias encontradas entre los resultados del modelo informático y las especificaciones diana dadas para el detector de metales se reduzcan suficientemente para cumplir las tolerancias dadas.

El detector de metales de acuerdo con la invención se explicará en lo sucesivo con más detalle a través de ejemplos y con referencias a los dibujos simplificados esquemáticamente, en los que:

La figura 1 muestra sistemas de inspección alimentados por gravedad con un dispositivo desviador (1A) y con una máquina de fabricación de bolsas de formado, llenado y sellado vertical (VFFS) (1 B) con detectores de metales del estado de la técnica;

La figura 2 representa una vista de sección de un detector de metales del estado de la técnica para aplicaciones tal como se ilustra en la figura 1;

La figura 3 representa una vista de sección de un detector de metales de acuerdo con la invención; y

La figura 4 representa una vista en perspectiva del detector de metales de la figura 3.

Las figuras 1 y 2, que se han tomado de una publicación de la compañía, "Reduction of Metal Contamination", Mettler-Toledo Safeline © 2008, ilustran en estado de la técnica en el campo al que pertenece la invención. El sistema de inspección 1 en la figura 1A sirve para detectar contaminaciones metálicas en un producto granular 2 tal como cacahuetes, arroz, microgránulos de plástico, leche en polvo, semillas de cacao, etc. El producto 2 pasa en caída libre a través de un detector de metales del estado de la técnica 3 (tal como se describe en detalle en el contexto de la figura 2) y a continuación entra en un sistema desviador 4. Siempre que no se detecte contaminación metálica, el desviador 5 en forma de un embudo fino permite al producto 2 continuar su caída en dirección vertical y seguir adelante a través de la cadena de producción (no mostrada en el dibujo). Si se descubre que está presente metal en el flujo de producto 2, y la señal de salida del detector de metales 3 hace que el desviador 5 cambie instantáneamente de posición, de modo que el flujo de producto 2 se desvíe a un destino diferente para producto rechazado.

En la máquina de fabricación de bolsas de formado, llenado y sellado vertical (VFFS) 10 de la figura 1 B, partes pesadas de un producto 11 a embalar en bolsas se liberan de una máquina de pesaje (no mostrada en el dibujo) en una rampa de descarga de la báscula 12 que dirige el producto a un embudo de plástico 13. El embudo 13 concentra el flujo en caída del producto 11 a la anchura de abertura de un detector de metales del estado de la técnica 14 (tal como se describe en detalle en el contexto de la figura 2). Un tubo de plástico 15 sigue guiando el producto en caída 11 a través del detector de metales 14 y hasta la máquina de fabricación de bolsas VFFS 10 (indicada solamente de forma simbólica).

La figura 2 muestra una vista de sección de un detector de metales 20 que es representativa del estado de la técnica encarnado por los detectores de metales 3, 14 de las figuras 1A y 1B, respectivamente. Las piezas principales del detector de metales 20, que incorpora el concepto de zona libre de metal cero (ZLMC) tal como se ha explicado anteriormente en el presente documento y con más detalle en el documento EP 0 536 288 B1, son la caja 21, el soporte de bobina 22 con la bobina transmisora 23 y las bobinas receptoras 24, 25, y las bridas de abertura 26, 27. Las bobinas 23, 24, 25 discurren en surcos del soporte de bobina 22 tal como se indica mediante el detalle agrandado 2a, y la dirección de rotación de los bobinados de bobina se invierte entre las bobinas receptoras 24 y 25. La caja 21 y las bridas de abertura 26, 27 deben estar hechas de metal para realizar su función de confinar el campo magnético primario generado por la bobina transmisora 23. El soporte de bobina 22, por otro lado, debe estar hecho de un material no conductor pero mecánicamente estable tal como, por ejemplo, un plástico reforzado con fibra. El soporte de bobina 22 y las bridas de abertura 26, 27 forman una zona de detección similar a un túnel cilíndrica 28 a través de la cual un producto bajo inspección (no mostrado en el dibujo) se mueve por ejemplo en caída vertical en la dirección del eje central 29 (indicada por una línea de rayas y puntos), entrando en el detector de metales 20 a

través de la abertura de entrada 30 y saliendo del detector de metales 20 a través de la abertura de salida 31. También se muestran bujes 32, 33 formados en la caja 21, que sirven para montar el detector de metales sobre una estructura de soporte. El perfil de sección transversal de la caja 21 y/o el soporte de bobina 22 y las bridas de abertura 26, 27 puede ser redondo, pero también podría tener cualquier otra forma, por ejemplo cuadrada o rectangular, según lo requerido por una aplicación dada para el detector de metales. Sin embargo, una propiedad fundamental del detector de metales 20 y todo el estado de la técnica que representa es la simetría especular del diseño con respecto al plano A-A de la bobina transmisora 23. Los planos de las bobinas receptoras 24, 25, con una distancia d entre sí, discurren paralelos a y a una distancia igual $d/2$ desde el plano A-A. Además de su simetría especular exacta, las bobinas receptoras 24, 25 están ajustadas con precisión eléctricamente para equilibrarse entre sí y producir una señal de salida nula cuando no está presente ninguna contaminación metálica en el producto que se mueve a través de la zona de detección.

Las bridas de abertura 26, 27 actúan como bobinas de cortocircuito en las que una corriente es inducida por el campo electromagnético primario alterno o pulsátil de la bobina transmisora 23. De acuerdo con la regla de Lenz, una corriente inducida siempre fluye en una dirección tal que se oponga al cambio de campo que causa. Por consiguiente, el campo electromagnético secundario generado por la corriente inducida de las bridas de abertura 26, 27 se opone al campo primario. Con bridas de abertura 26, 27 diseñadas y dimensionadas apropiadamente, el campo electromagnético secundario anula el campo primario de la bobina transmisora más allá de cierta distancia desde el sistema de bobinas - en particular delante de la entrada y después de la salida del detector de metales - pero no afecta al detector de metales en su función de detectar el metal contenido en objetos que se mueven a través de la zona de detección.

La figura 3 representa un detector de metales 420 de acuerdo con la invención en vista de sección con una zona de detección de forma cónica 428 entre aberturas de entrada y de salida 430, 431 de diferente diámetro. En la figura 4, la caja 421 del mismo detector de metales 420 se muestra en una vista en perspectiva. El detector de metales 420 en las figuras 3 y 4 y todos sus componentes son funcionalmente análogos al detector de metales 20 de la figura 2. La diferencia fundamental estriba en la forma cónica de la zona de detección 428 del detector de metales 420 en comparación con la zona de detección cilíndrica 28 del detector de metales 20. En adaptación a la zona de detección cónica 428, el soporte de bobina 422 y los interiores de las bridas de abertura 426, 427 están conformados y alineados entre sí como tres secciones de un cono truncado con un eje central 429. Las paredes laterales 435 de la caja 421 en las figuras 3 y 4 tienen forma de trapecio y están inclinadas al mismo ángulo que la pared cónica del soporte de bobina 422, pero esto representa una elección de diseño. La caja 421 también podría por ejemplo tener forma de estuche o cilíndrica. También se muestran bujes 432, 433 formados en la caja 421, que sirven para montar el detector de metales 420 sobre una estructura de soporte.

Con el soporte de bobina cónico 422, las bobinas receptoras 424, 425 pueden, por supuesto, ya no ser de igual tamaño, ni pueden ser iguales sus distancias desde la bobina transmisora 423. A modo de una explicación cualitativa, si las bobinas receptoras 424, 425 se colocaran a distancias iguales a ambos lados de la bobina transmisora 423, el flujo magnético que atraviesa las bobinas receptora más pequeñas 425 sería más pequeño que el flujo magnético que atraviesa las bobinas receptora más grandes 424. En otras palabras, el sistema de bobinas no estaría equilibrado. Este desequilibrio no puede corregirse incrementando el número de espiras en la bobina más pequeña 425, dado que la impedancia presentada al preamplificador en el circuito receptor necesita estar estrechamente controlada para mantener una relación de señal con respecto a ruido óptima, que determina la inductancia de las bobinas y, en particular, dicta un número bajo de espiras en las bobinas receptoras 424, 425, normalmente solamente una única espira tal como se indica en el detalle rodeado por un círculo 3a en la figura 3. Por lo tanto, para equilibrar las bobinas receptoras 424, 425, la bobina transmisora 423 necesita moverse más cerca de la bobina receptora más pequeña 425. En el ejemplo ilustrado, con una distancia d entre las bobinas receptoras, la bobina transmisora 423 se ha situado a una distancia $e < d/2$ desde la bobina receptora más pequeña 425. Por consiguiente, el diámetro de la bobina transmisora 423 es más pequeño que el diámetro promedio de las bobinas receptoras 424, 425, es decir $c < (a+b)/2$. Tal como se ha mencionado anteriormente, la posición exacta de la bobina transmisora 423 entre las bobinas receptoras 424, 425 así como los detalles geométricos de la carcasa y las bridas de abertura pueden determinarse con ayuda de un modelo informático a través de un proceso de modificaciones iterativas hasta que se han cumplido requisitos dados con respecto al equilibrado del sistema de bobinas, la cancelación del campo primario fuera del detector de metales, y la sensibilidad de detección a objetos metálicos que se mueven a través del detector de metales, dentro de tolerancias especificadas.

En el dibujo en perspectiva de la figura 4, la pared de la caja en forma de trapecio 435 en el lado que está enfrente del observador es desmontable, para permitir la instalación del soporte de bobina y, posiblemente, partes sensibles de los circuitos electrónicos asociados con el detector tales como, por ejemplo, un circuito preamplificador conectado a la salida de las bobinas receptoras 424, 425. Después de la instalación, el espacio vacío entre el soporte de bobina y las paredes de la caja se llena con un compuesto de encapsulado y la pared lateral desmontada 435 se coloca de vuelta en su sitio y se asegura.

Aunque la invención se ha descrito a través de la presentación de un ejemplo específico de una realización, es evidente que, basándose en el conocimiento proporcionado por la presente divulgación, la invención podría realizarse en numerosas otras variaciones.

Son concebibles ejemplos usando otras disposiciones de bobina en equilibrio simétrico del estado de la técnica que consisten en múltiples bobinas transmisoras y/o múltiples receptoras que están dispuestas de forma asimétrica para conseguir el estado de equilibrio nulo dentro de la configuración en forma de embudo.

- 5 También son concebibles otros ejemplos donde el embudo tiene la forma de un cono o pirámide inclinada, o donde los medios para reducir o eliminar la zona libre de metal son bobinas en o cerca de las aberturas de entrada y de salida que son alimentadas activamente mediante un circuito electrónico, en contraste con las bridas o collarines metálicos que son portadores pasivos de corrientes inducidas.
- 10 Lista de símbolos de referencia
- | | | |
|----|----------|--|
| | 1 | sistema de inspección |
| | 2 | producto granular |
| | 3 | detector de metales (técnica anterior) |
| 15 | 4 | sistema desviador |
| | 5 | desviador de forma de embudo |
| | 10 | máquina de fabricación de bolsas de formado, llenado y sellado vertical (VFFS) |
| | 11 | producto a embalar en bolsas |
| | 12 | rampa de descarga de la báscula |
| 20 | 13 | embudo de plástico |
| | 14 | detector de metales (técnica anterior) |
| | 15 | tubo de plástico |
| | 20 | detector de metales (técnica anterior) |
| | 21 | caja |
| 25 | 22 | soporte de bobina |
| | 23 | bobina transmisora |
| | 24, 25 | bobinas receptoras |
| | 26, 27 | bridas de abertura |
| | 28 | zona de detección |
| 30 | 29 | eje central |
| | 30 | abertura de entrada |
| | 31 | abertura de salida |
| | 32, 33 | bujes |
| | 420 | detector de metales |
| 35 | 421 | caja |
| | 422 | soporte de bobina |
| | 423 | bobina transmisora |
| | 424, 425 | bobinas receptoras |
| | 426, 427 | bridas de abertura |
| 40 | 428 | zona de detección |
| | 429 | eje central |
| | 430 | abertura de entrada |
| | 431 | abertura de salida |
| | 432, 433 | bujes |
| 45 | 435 | paredes laterales de la caja en forma de trapecio |

REIVINDICACIONES

1. Detector de metales (420), que comprende una caja metálica (421) con una abertura de entrada (430) y una
 5 abertura de salida (431) cuyas áreas de sección transversal difieren entre sí en tamaño, que comprende además
dentro de la caja (421) un sistema de bobinas que delimitan una zona de detección (428) que se extiende entre las
aberturas de entrada y de salida (430, 431) y a través de la cual los objetos bajo inspección pueden moverse a lo
largo de una trayectoria de desplazamiento que entra en el detector de metales (420) a través de la abertura de
10 entrada (430) y que sale del detector de metales (420) a través de la abertura de salida (431), teniendo dicha zona
de detección (428) un perfil de sección transversal que varía a lo largo de dicha trayectoria de desplazamiento,
caracterizado por que dicho sistema de bobinas comprende al menos una bobina transmisora (423) y al menos una
primera y al menos una segunda bobina receptora (424, 425), difiriendo dichas bobinas (423, 424, 425) en tamaño
15 entre sí, en el que la al menos una bobina transmisora (423), cuando es alimentada por una corriente eléctrica
alterna, genera un campo electromagnético primario que, a su vez, induce una primera tensión en la al menos una
primera bobina receptora (424) y una segunda tensión en la al menos una segunda bobina receptora (425) y en el
que la al menos una primera bobina receptora (424) y la al menos una segunda bobina receptora (425) están
situadas con respecto a dicha al menos una bobina transmisora (423) a una distancia desigual, de modo que las
primera y segunda tensiones se cancelen entre sí cuando no hay ningún metal presente en dichos objetos bajo
inspección.
- 20 2. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dicha al menos una primera
bobina receptora (424) está dispuesta aguas arriba y dicha al menos una segunda bobina receptora (425) está
dispuesta aguas abajo de la al menos una bobina transmisora (423) con respecto a dicha trayectoria de
desplazamiento.
- 25 3. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las primera y segunda
bobinas receptoras (424, 425) y la bobina transmisora (423) están enrolladas alrededor de un soporte de bobina
común (422) que es hueco, está hecho de un material no metálico aislante eléctricamente y cuyo interior se adapta a
dicho perfil de sección transversal variable de la zona de detección (428), y/o por que las primera y segunda bobinas
receptoras (424, 425) están conectadas en serie entre sí, pero sus bobinados están conectados según un sentido de
30 rotación opuesto unas con respecto a otras.
4. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado por que la bobina transmisora
(423) está situada descentrada entre las primera y segunda bobinas receptoras (424, 425).
- 35 5. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que la bobina transmisora (423)
está situada en un plano central entre la abertura de entrada (430) y la abertura de salida (431).
6. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que la bobina transmisora (423)
40 está situada descentrada entre la abertura de entrada (430) y la abertura de salida (431).
7. Detector de metales (420) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la bobina
transmisora (423) está dispuesta más cerca de la más pequeña de las primera y segunda bobinas receptoras (424,
425).
- 45 8. Detector de metales (420) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la zona de
detección (428) tiene la forma de un embudo.
9. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que dicho embudo está
50 conformado como un cono truncado invertido, una sección de un hiperboloide u otra superficie de revolución, una
pirámide truncada invertida, u otra superficie continua o multifacetada de simetría rotacional.
10. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que la caja metálica (421)
tiene una forma que es diferente de la forma del embudo.
- 55 11. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que la caja metálica (421)
sigue aproximadamente la forma del embudo, dejando un espacio de anchura sustancialmente uniforme entre el
soporte de bobina (422) y la caja (421).
12. Detector de metales (420) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 11, caracterizado por que el espacio
60 entre el soporte de bobina (422) y la caja (421) está relleno con un compuesto de encapsulado.
13. Detector de metales (420) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que dicho
detector de metales (420) comprende además medios para cancelar el campo primario más allá de una distancia
desde el sistema de bobinas.
- 65

14. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que los medios para cancelar el campo primario comprenden bridas o collarines metálicos (426, 427) que están conectados a o forman una pieza integral con los bordes de las aberturas de entrada y de salida (430, 431) de la caja (421) del detector de metales (420).

5

15. Detector de metales (420) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, caracterizado por que el campo primario de la bobina transmisora (423) se anula fuera de los confines de la carcasa y no alcanza el exterior de la abertura de entrada y la abertura de salida.

FIGURA 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

FIG. 1A

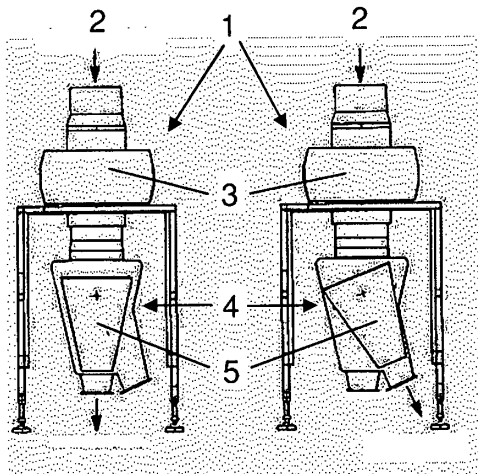


FIG. 1B

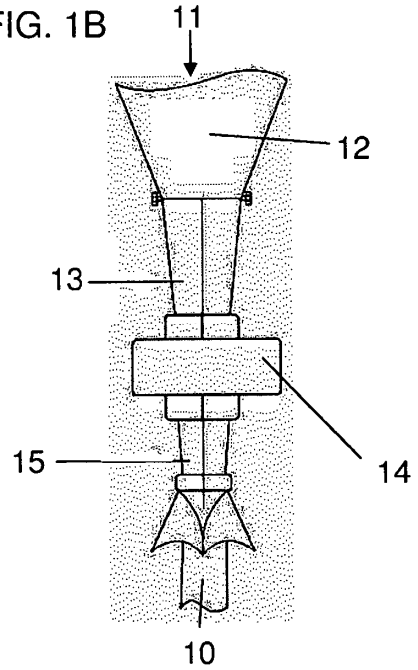


FIGURA 2 (TÉCNICA ANTERIOR)

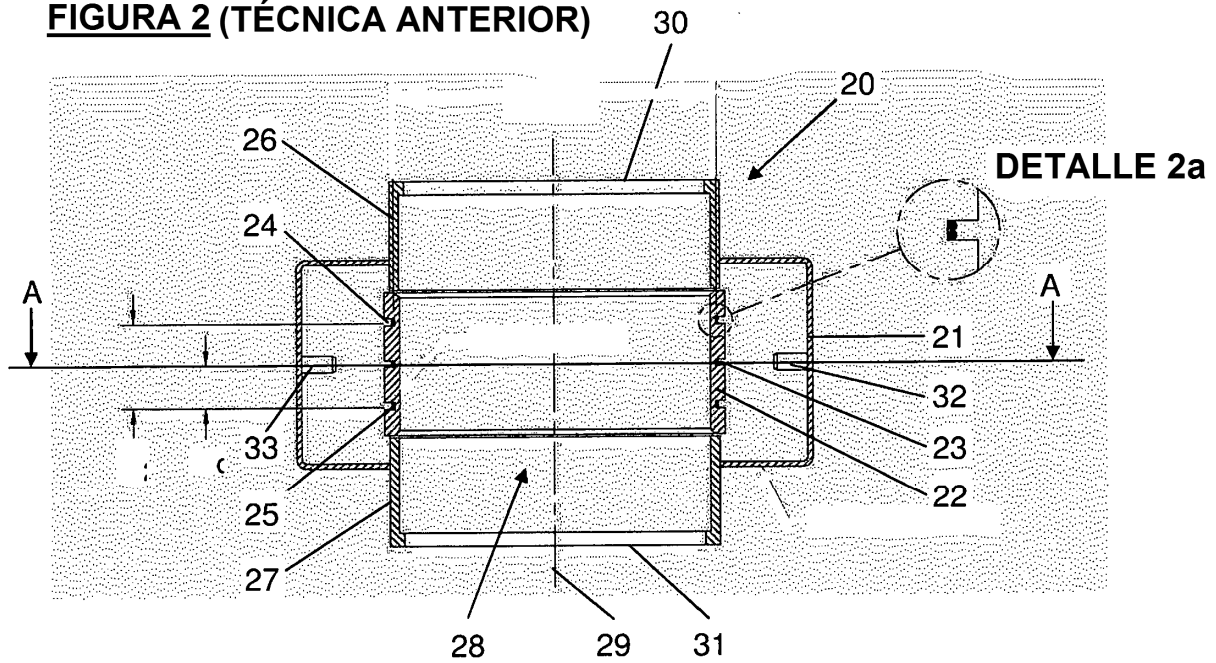


FIGURA 3

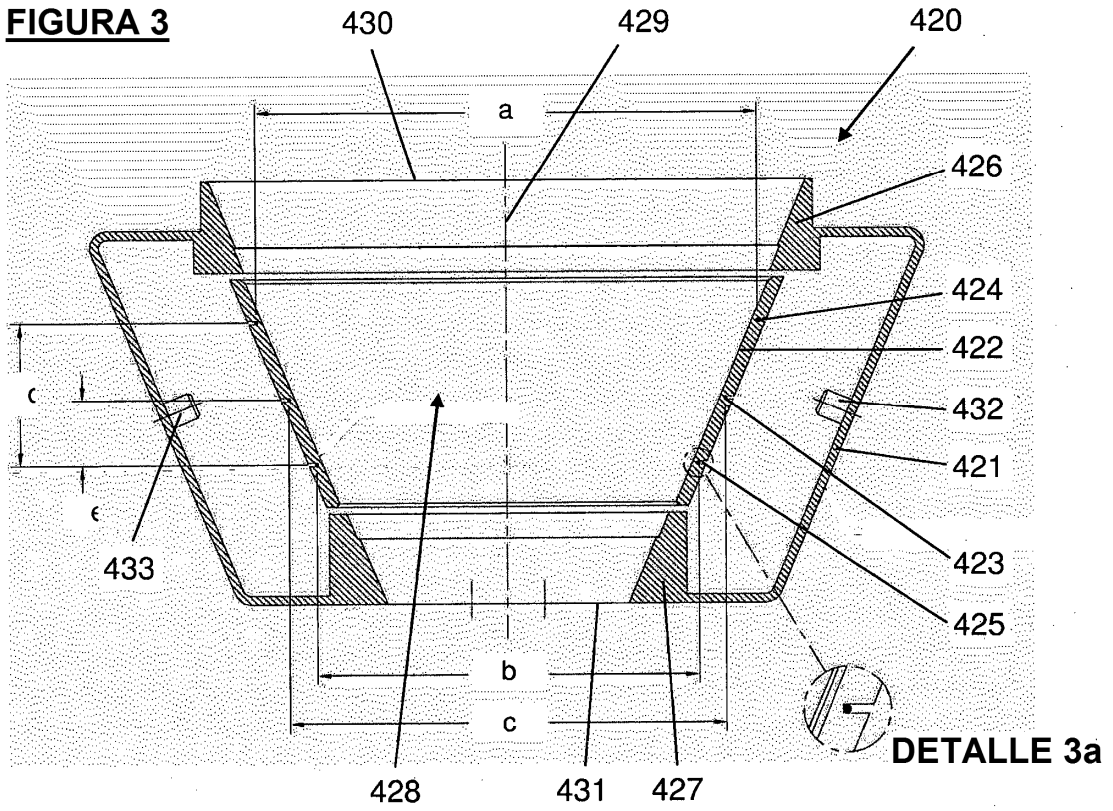


FIGURA 4

