

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 007 640**

51 Int. Cl.:

G01V 3/08 (2006.01)

G01V 3/165 (2006.01)

G01V 3/10 (2006.01)

G01R 33/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2019 PCT/EP2019/067476**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020 WO20002681**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2019 E 19733506 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024 EP 3814809**

54 Título: **Sistema de detección portátil con sensores magnetostáticos**

30 Prioridad:

28.06.2018 FR 1855907

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2025

73 Titular/es:

**MANNESCHI, ALESSANDRO (100.00%)
13, Via XXV Aprile
52100 Arezzo, IT**

72 Inventor/es:

MANNESCHI, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 007 640 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de detección portátil con sensores magnetostáticos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la detección de objetos objetivo, y más particularmente a la detección de objetos que comprenden elementos magnetizados o ferromagnéticos.

Antecedentes tecnológicos

El clima actual derivado de diversos atentados en lugares públicos ha dado lugar a la necesidad de detectar armas de tipo fusil de asalto en las entradas de lugares públicos, como estadios, salas de conciertos, grandes almacenes, etc.

10 En la actualidad, esta detección se lleva a cabo generalmente por personal de seguridad, equipado con detectores portátiles de mano que se desplazan a lo largo del cuerpo y alrededor de las pertenencias de las personas que desean entrar en los distintos lugares públicos en cuestión. Sin embargo, una inspección de este tipo lleva mucho tiempo y es tediosa, y el número de personas que desean entrar en los locales en cuestión suele ser demasiado elevado para que pueda llevarse a cabo satisfactoriamente.

15 También se ha propuesto instalar pórticos permanentes en las entradas de diversos lugares públicos. Estos pórticos son ideales cuando se requiere una instalación fija. Sin embargo, una instalación de este tipo requiere grandes obras, lo que la hace inadecuada para lugares públicos como estadios, salas de conciertos y grandes almacenes. Además, los pórticos no se pueden mover. Sin embargo, en lugares públicos, es necesario poder liberar espacio para permitir una salida de emergencia sin obstáculos, lo que hace deseable el uso de sistemas portátiles.

20 Por lo tanto, se propuso utilizar barreras individuales portátiles que comprenden sensores magnetostáticos. Estas barreras constan generalmente de un poste fijado a una base y equipado con al menos un sensor magnetostático, por ejemplo tres sensores magnetostáticos distribuidos a lo largo de la altura del poste. Cada sensor está configurado para generar una señal (tensión) indicativa de la intensidad de un campo electromagnético detectado. Estas barreras se utilizan en las cárceles para detectar si los presos llevan objetos magnéticos, en particular teléfonos móviles. Para conseguirlo, la sensibilidad de los sensores magnéticos puede ser muy alta, ya que los presos suelen estar
25 desprovistos de cualquier material metálico o magnético.

Con el fin de aumentar la sensibilidad de estas barreras, también se ha propuesto utilizarlas por pares de manera que formen una puerta. La sensibilidad del sensor disminuye exponencialmente con la distancia. La ventaja de estas barreras es que son portátiles y no requieren obras para su instalación. Además, como los fusiles de asalto actuales están fabricados con metal ferromagnético y son de gran tamaño, la perturbación del campo electromagnético terrestre que provocan es lo suficientemente grande como para ser detectada por estos sensores.
30

Sin embargo, a diferencia de las prisiones, las personas suelen llevar objetos metálicos que pueden incluir elementos magnetizados o ferromagnéticos, y en la mayoría de los casos teléfonos inteligentes (smartphones) con chips magnetizados. El campo magnético autónomo de los smartphones es sustancialmente comparable con la perturbación del campo electromagnético de la Tierra causada por el paso de un fusil de asalto. Por tanto, el paso de estas personas activa sistemáticamente la alarma de barrera, aunque no haya fusiles de asalto. Por lo tanto, es necesario poder distinguir entre teléfonos inteligentes y fusiles de asalto para garantizar la capacidad de las barreras para detectar estas armas.
35

Por lo tanto, se propuso en el documento WO 2017/141022 añadir un espaciador a cada una de las barreras, con el fin de guiar a la persona inspeccionada y hacerla pasar por el medio de la puerta formada por las barreras, donde la sensibilidad de la puerta formada por un par de barreras es más uniforme. Como la sensibilidad de los sensores magnetostáticos es inversamente proporcional a la distancia, los sensores son más sensibles cerca de las barreras que en el centro. Este exceso de sensibilidad cerca de las barreras provoca una tasa casi total de falsas alarmas. Así pues, la presencia de los separadores impide que las personas a inspeccionar se acerquen demasiado a las barreras y se queden en el centro de la puerta, donde la sensibilidad es menor y sería más uniforme.
40

45 Sin embargo, tal aumento de la distancia entre las barreras corre el riesgo de hacer que la puerta sea sensible a las interferencias ambientales en la medida en que la señal a esta distancia de las barreras es más débil y, por tanto, se aproxima a las señales generadas por los elementos circundantes. Además, las barreras resultantes son más difíciles de transportar, ya que son mucho más pesadas y voluminosas que las originales. Por último, cuando hay que crear varias puertas, como en la entrada de estadios o grandes salas de conciertos, el conjunto formado por cada par de barreras es muy voluminoso y limita el número de puertas que se pueden crear.
50

El documento WO 2011/020148 describe un sistema de detección de un objeto objetivo que comprende detectores separados que incluyen al menos un sensor magnético configurado para generar una señal indicativa de una intensidad de un campo magnético detectado, y una unidad de procesamiento 20 configurada para recibir las señales generadas por los sensores magnéticos. Este documento se refiere en particular al campo de los detectores de bobina, combinados con otra tecnología de detección para mejorar la detección.
55

El documento US 2018/012465 describe un sistema de detección que comprende detectores que tienen cada uno al menos un sensor magnético configurado para generar una señal indicativa de una intensidad de un campo magnético detectado y, para cada detector, una unidad de procesamiento configurada para recibir las señales indicativas de una intensidad de un campo magnético detectado por los sensores. En la medida en que el campo magnético producido en un detector es inversamente proporcional al cubo de la distancia de sensibilidad r de un detector, los dos detectores del sistema de este documento están separados por una longitud igual a la mitad de su distancia de sensibilidad. De este modo, los detectores son independientes y sus sensibilidades pueden reducirse.

El documento US 2006/197523 describe un sistema de detección de objetos que comprende una pluralidad de detectores que comprenden cada uno una pluralidad de gradiómetros y un procesador configurado para recoger las señales generadas por los gradiómetros. El procesador calcula un valor medio de las señales recogidas para obtener una medida del ruido de fondo. A continuación, esta media se resta de las señales generadas por los gradiómetros para eliminar el ruido.

El documento WO 2011/020148 describe un sistema de inspección para detectar una amenaza dentro de un objeto, comprendiendo el sistema una cinta transportadora para mover dicho objeto en una primera dirección a través de un volumen de detección, al menos dos subsistemas de inspección posicionados a lo largo de la primera dirección, en donde al menos un subsistema de inspección transmite pulsos electromagnéticos al objeto y en donde ambos subsistemas de inspección detectan campos electromagnéticos generados por el objeto. Un ordenador recibe datos indicativos de los campos electromagnéticos detectados, genera una señal basada en los datos y compara las señales con umbrales predeterminados.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es, por tanto, proporcionar un sistema de detección que pueda instalarse y desinstalarse rápidamente, por ejemplo en la entrada de lugares públicos, que sea capaz de discriminar de forma fiable objetos pequeños que comprendan elementos magnéticos, como smartphones, y detectar fusiles de asalto por una huella razonable.

Para ello, la invención proporciona un sistema según la reivindicación 1.

Algunos aspectos preferidos pero no limitantes del sistema de detección descrito anteriormente se definen en las reivindicaciones 2 a 5.

Según un segundo aspecto, la invención también proporciona un procedimiento según la reivindicación 6.

Ciertos aspectos preferidos pero no limitantes del procedimiento de detección descrito anteriormente se definen en las reivindicaciones 6 a 15.

Breve descripción de los dibujos

Otras características, finalidades y ventajas de la presente invención resultarán más claras a partir de la descripción detallada que sigue, y a la vista de los dibujos adjuntos dados a modo de ejemplos no limitativos y en los que:

La figura 1 es una ilustración sinóptica de un ejemplo de detector que puede utilizarse en un sistema de detección según la invención.

La figura 2 ilustra un ejemplo de realización de un sistema de detección conforme a la invención, que comprende dos detectores.

La figura 3 ilustra un ejemplo de realización de un sistema de detección según la invención que comprende tres detectores que juntos forman dos puertas, con una persona que está siendo inspeccionada dentro de una de las puertas.

La figura 4 ilustra un ejemplo de realización de un sistema de detección según la invención, que comprende m detectores que forman un conjunto de $m - 1$ puertas.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas generales de un ejemplo de procedimiento de detección según la invención.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra las subetapas de corrección del valor de la señal.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de un ejemplo de procedimiento de detección según la invención en el caso en que el sistema de detección comprende al menos cuatro detectores ($n - 2$, $n - 1$, n y $n + 1$).

La figura 8a ilustra la intensidad de la señal de un sistema de detección según la técnica anterior y que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm.

La figura 8b ilustra la intensidad de la señal de un sistema de detección según una realización de la invención que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm y que comprende una unidad de procesamiento configurada para calcular un valor medio de las señales generadas por los sensores de los dos detectores.

La figura 8c ilustra la intensidad de la señal de un sistema de detección 1 según una realización de la invención que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm y que comprende una unidad de

procesamiento configurada para calcular un valor medio corregido de las señales generadas por los sensores de los dos detectores.

Descripción detallada de una realización

5 Un sistema 1 para detectar un objeto objetivo, y en particular un objeto que comprende un material ferromagnético de gran volumen tal como un fusil de asalto, dicho sistema comprende:

- al menos un primer y un segundo detector 10, 20 formando juntos una puerta,
- al menos una unidad de procesamiento 6 y
- al menos una interfaz de comunicación 7.

10 Cada detector 10, 20 comprende al menos un sensor magnético 5. Por sensor magnético (o magnetostático) se entiende aquí un sensor pasivo configurado para detectar un campo magnético que rodea naturalmente a los objetos que contienen hierro o cualquier otro elemento ferromagnético, a diferencia, por ejemplo, de un bobinado inductivo.

15 Más precisamente, el primer detector 10 comprende al menos un primer sensor magnético 5, preferiblemente al menos dos, por ejemplo tres primeros sensores magnéticos 5, mientras que el segundo detector 20 comprende al menos un segundo sensor magnético 5. Preferiblemente, el segundo detector 20 y el primer detector 10 tienen cada uno el mismo número de sensores 5.

Cada sensor magnético 5 está configurado para detectar un campo magnético y generar una señal indicativa de una intensidad del campo magnético así detectado. En una realización, la señal es una tensión cuyo valor es proporcional a la intensidad del campo magnético detectado.

20 En una realización, cada sensor magnético 5 está configurado para detectar una intensidad de campo magnético a lo largo de tres ejes ortogonales.

Cada detector 10, 20 comprende además un poste 3, configurado para ser colocado en un suelo por ejemplo a través de una base 4. Preferiblemente, la altura del poste 3 es sustancialmente igual a la altura media de una persona 2, por ejemplo, entre 1,70 m y 2,0 m.

25 El conjunto formado por el poste 3 y su base 4 es portátil, es decir, no está anclado permanentemente en el suelo y puede ser transportado por un operario. En caso necesario, cada detector 10, 20 puede equiparse con un asa para facilitar su transporte. En particular, el asa puede fijarse a la base 4.

Los sensores magnéticos 5 están distribuidos sobre la altura del poste 3 para asegurar la detección de objetos objetivo entre los pies y la cabeza de las personas 2 que se inspeccionan. Por ejemplo, cada poste 3 puede estar equipado con tres sensores magnéticos 5, distribuidos entre la base 4 y el extremo libre del poste 3.

30 Finalmente, dentro del mismo sistema de detección 1, los sensores magnéticos de los detectores 10, 20 se colocan de dos en dos a la misma altura de manera que formen pares de sensores 5 enfrentados.

35 El sistema 1 comprende además al menos una unidad de procesamiento 6 configurada para recibir señales indicativas de una intensidad de campo magnético generada por el primer sensor magnético 5 y/o el segundo sensor magnético 5. A continuación, la unidad de procesamiento 6 determina un valor medio de las señales generadas por los sensores magnéticos 5 de los detectores primero y segundo 10, 20 y, cuando dicho valor medio es superior a un valor umbral predeterminado, envía instrucciones para emitir una alarma.

En una realización, la unidad de procesamiento 6 determina un valor medio aritmético de las señales, que corresponde a la suma de los valores de las señales dividida por el número de señales.

40 Alternativamente, la unidad de procesamiento 6 determina un valor medio geométrico de las señales, que corresponde a la raíz cuadrada del producto de las señales.

En una realización, la unidad de procesamiento 6 puede estar integrada en uno de los detectores primero 10 y segundo 20. Preferiblemente, cada detector 10, 20 comprende una unidad de procesamiento 6 integrada. Por integrada, se entenderá que la unidad de procesamiento 6 forma parte del detector 10, 20 y no es un elemento separado al que esté conectado el sistema 1.

45 En esta realización, la unidad de procesamiento 6 puede, por ejemplo, estar fijada al poste 3 del detector asociado, o alternativamente en su base 4.

En una variante de esta realización, la unidad de procesamiento 6 puede colocarse a distancia de los detectores primero y segundo 10, 20. A continuación, los detectores 10, 20 le comunican las señales generadas por sus sensores magnéticos 5 para que las procese a través de su interfaz de comunicación 7.

50 En una realización, la unidad de procesamiento 6 puede comprender:

- un convertidor analógico-digital A/D, configurado para convertir una señal analógica (tensión) generada por un sensor magnético 5 en una señal digital
- un procesador de señales digitales DSP (acrónimo inglés de Digital Signal Processor), configurado para procesar la señal digital convertida, y
- 5 • un sistema de gestión de microcontrolador SMM (acrónimo inglés de System Management Microcomputer), configurado para recibir la señal digital producida por el DSP y compararla con el valor umbral predeterminado.

El SMM está conectado a al menos un transmisor 8 configurado para generar una señal de alarma, por ejemplo un transmisor acústico 8 configurado para generar una señal acústica y/o una luz configurada para generar una señal óptica (LED, lámpara intermitente, etc.). El transmisor 8 puede estar incluido en el detector 10, 20, o alternativamente ser llevado por un operador (auriculares, etc.) en cuyo caso la unidad de procesamiento 6 envía las instrucciones para generar una alarma al transmisor remoto 8 a través de la interfaz de comunicación 7 del detector 10, 20 correspondiente.

El SMM está conectado además a una interfaz UART asíncrona con el fin de permitir una conexión de la unidad de procesamiento 6 a un ordenador (o equivalente) para autorizar diversas acciones, incluyendo un control del programa de detección, un diagnóstico de uno o más detectores, la carga de actualizaciones, etc.

Por último, el SMM está conectado a una interfaz hombre máquina HMI (acrónimo inglés de Human Machine Interface).

Cada detector 10, 20 del sistema de detección 1 comprende además una interfaz de comunicación 7 configurada para permitir a uno de los detectores 10, 20 del sistema 1 comunicarse con otro de los detectores 20, 10 del sistema 1 y transmitirle la señal generada por su sensor o sensores magnéticos 5. Para cada detector 10, 20, la interfaz de comunicación 7 puede conectarse al DSP (como se muestra en la figura 1) de la unidad de procesamiento 6 de este detector 10, 20, o a su SMM y transmisores de alarma 8.

La interfaz de comunicación 7 comprende preferentemente una interfaz inalámbrica para facilitar la instalación del sistema de detección 1, por ejemplo una interfaz del tipo Wi-Fi, Bluetooth, por comunicación óptica, radioeléctrica, infrarroja o incluso inductiva, etc. Alternativamente, la interfaz de comunicación 7 puede estar cableada.

En su caso, el sistema de detección 1 puede comprender un número mayor de detectores para formar un conjunto de puertas, estando formada cada puerta por dos detectores adyacentes. Preferiblemente, los detectores del mismo sistema de detección 1 son sustancialmente idénticos por pares.

Por ejemplo, el sistema de detección 1 puede comprender un tercer detector 30 que comprende al menos un tercer sensor magnético 5 configurado para detectar un campo magnético y generar una señal indicativa de una intensidad del campo magnético así detectado.

De manera similar a los detectores primero y segundo 10, 20, el tercer detector 30 puede comprender una pértiga 3 fijada a una base 4 y equipada con el/los tercer(es) sensor(es) magnético(s) 5, así como una interfaz de comunicación 7 y, en su caso, una unidad de procesamiento 6.

Para formar varias puertas, la invención propone colocar el primer detector 10, el segundo detector 20 y el tercer detector 30 uno al lado del otro de manera que formen dos puertas. Más concretamente, la primera puerta está formada por el primer detector 10 y el segundo detector 20, mientras que la segunda puerta está formada por el segundo detector 20 y el tercer detector 30. En el sistema, el mismo detector (aquí, el segundo detector 20) se utiliza, por tanto, para formar dos puertas separadas, lo que permite reducir significativamente el espacio ocupado por el sistema de detección 1 en comparación, por ejemplo, con el sistema propuesto en el documento WO 2017/141022. El sistema también es más fácil de configurar.

Como se verá más adelante, dicha configuración está habilitada por el hecho de que la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20, que está situada entre el primer detector 10 y el segundo detector 20, puede configurarse tanto para procesar las señales generadas por el sensor o sensores magnéticos 5 del tercer detector 30 como para comunicarse con el primer detector 10, de modo que el sistema de detección 1 es capaz de determinar la puerta dentro de la cual se ha detectado un objeto objetivo, a pesar de que los sensores magnéticos 5 realizan una detección escalar y no vectorial.

Más concretamente, la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20 está configurada para:

- (i) calcular un valor medio (corregido si es necesario) o un valor corregido de las señales generadas por los sensores magnéticos segundo y tercero 5 y,
- (ii) cuando dicho valor calculado sea superior al valor umbral predeterminado, transmitir a la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 a través de la interfaz de comunicación 7 una señal indicativa de una intensidad de campo magnético detectada por el segundo o los segundos sensores magnéticos 5, así como el valor calculado.

Por supuesto, un operador también puede utilizar cuatro detectores según la invención para formar dos puertas, no siendo obligatoria la asociación del segundo detector 20 para la detección de objetos objetivo.

5 Cada detector 10, 20 puede comprender además medios de identificación y una memoria con el fin de permitir la asociación y la comunicación con los otros detectores del sistema de detección 1 así como la implementación del procedimiento de detección S. Por ejemplo, a cada detector 10, 20, 30 puede asignarse una dirección, que puede fijarse cuando se fabrica el detector 10, 20, 30 o programarse cuando se emparejan los detectores 10, 20, 30 que forman el sistema de detección 1. En una realización, la dirección de cada detector 10, 20, 30 es fija, es decir, no puede modificarse, para limitar los errores de manipulación del sistema de detección 1 y facilitar el servicio posventa.

10 Una dirección de ejemplo puede comprender una cadena de caracteres que puede estar formada en particular por un número determinado de pares hexadecimales, por ejemplo ocho.

Al emparejar los detectores, 10, 20, 30 del sistema de detección 1, la dirección de los detectores con los que un detector dado forma una puerta se almacena en la memoria de dicho detector dado. Por ejemplo, en el caso de un sistema de detección 1 que comprende los detectores primero 10, segundo 20 y tercero 30, cuando el sistema de detección 1 está configurado:

- 15
- la dirección del segundo detector 20 se almacena en la memoria del tercer detector 30
 - la dirección del primer y tercer detectores 30 se almacena en la memoria del segundo detector 20 cuando se parametriza el sistema de detección 1, y
 - la dirección del segundo detector 20 se almacena en la memoria del primer detector 10.

20 Ahora se describirá un ejemplo de un procedimiento de detección S que utiliza un sistema de detección 1 según la invención y que comprende dos detectores 10, 20.

25 Para facilitar la lectura de la descripción, el sistema de detección 1 comprende un primer detector 10 y un segundo detector 20 que tienen dos primeros sensores magnéticos 5 y dos segundos sensores magnéticos 5, respectivamente. El primer y el segundo sensor magnético 5 forman dos pares de sensores magnéticos 5, cada par compuesto por un primer sensor 5 y un segundo sensor 5. Preferiblemente, un par comprende un primer sensor magnético 5 y un segundo sensor magnético 5 colocados cerca de un extremo libre del polo 3 del primer detector 10 y del segundo detector 20, mientras que el otro par comprende un primer sensor magnético 5 y un segundo sensor magnético 5 colocados cerca de su base 4.

Los dos detectores son idénticos y comprenden cada uno una unidad de procesamiento 6 y una interfaz de comunicación 7.

30 Por supuesto, la invención se aplica mutatis mutandis en el caso de que los detectores comprendan un número diferente de sensores magnéticos 5. En particular, los detectores podrían comprender un solo sensor magnético 5, o más de dos sensores magnéticos 5 (por ejemplo, tres sensores magnéticos 5). Además, el segundo detector 20 puede no incluir una unidad de procesamiento 6, o alternativamente la unidad de procesamiento 6 puede colocarse a distancia de los detectores en lugar de estar alojada en el primer detector 10.

35 En una etapa preliminar, los detectores primero y segundo 10, 20 se emparejan para asociarlos y se configuran para asignar a cada uno una función en el procedimiento de detección S. Por ejemplo, el primer detector 10 puede configurarse como detector maestro mientras que el segundo detector 20 se configura como detector esclavo. Por detector maestro de una puerta determinada se entiende el detector cuya unidad de procesamiento 6 está configurada para calcular el valor medio y/o el valor corregido de la señal, mientras que por detector esclavo se entiende el otro detector de dicha puerta determinada.

40 En una primera etapa S1, al menos uno de los sensores magnéticos primero y segundo 5 genera una señal indicativa de la intensidad de un campo magnético.

45 En la práctica, cuando un campo magnético es detectado por uno de los sensores magnéticos 5 del sistema de detección 1, todos los sensores magnéticos 5 de dicho sistema generan una señal representativa de la intensidad del campo magnético detectado, siendo únicamente diferente la intensidad de la señal de cada sensor 5.

50 Las señales generadas por los sensores magnéticos primero y segundo 5 se transmiten a la unidad de procesamiento 6, en su caso a través de las interfaces de comunicación 7 del primer detector 10 y/o del segundo detector 20. En nuestro ejemplo, dado que el primer detector 10 es el detector maestro e incluye la unidad de procesamiento 6, las señales de los segundos sensores magnéticos 5 se transmiten al primer detector 10 a través de la interfaz de comunicación 7 del segundo detector 20, mientras que las señales de los primeros sensores magnéticos 5 pueden serle transmitidas directamente por los primeros sensores magnéticos 5.

Durante una etapa S2, la unidad de procesamiento 6 del detector maestro calcula entonces un valor medio de las señales generadas por cada par de sensores magnéticos 5. Así pues, la unidad de procesamiento 6 calcula un primer

ES 3 007 640 T3

valor medio correspondiente al primero de los pares de sensores magnéticos primero y segundo 5, y un segundo valor medio correspondiente al segundo de los pares.

5 Por supuesto, cuando los detectores comprenden cada uno solamente un único sensor 5, la unidad de procesamiento 6 calcula solamente un único valor medio en la etapa S2 correspondiente al valor medio de las señales de estos dos sensores magnéticos 5.

Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de procesamiento 6 puede calcular un valor medio aritmético de las señales o, alternativamente, un valor medio geométrico.

10 En una realización alternativa, en lugar de calcular un valor medio de las señales de cada par de sensores magnéticos 5, la unidad de procesamiento 6 puede implementar una etapa S3 de corrección de las señales generadas por cada uno de los sensores magnéticos 5 aplicando un coeficiente de atenuación a dichas señales.

Esta etapa de corrección S3 permite así atenuar las señales generadas por los sensores magnéticos 5 del sistema de detección 1 aplicando a las señales un coeficiente de corrección en función del valor de dichas señales. Más concretamente, el objetivo de la corrección es atenuar la señal cuando el objeto objetivo está cerca de uno de los detectores 10, 20, donde la sensibilidad es mayor, con el fin de reducir su peso en la detección.

15 Para ello, en las subetapas S31 y S32, para cada par de sensores magnéticos 5, la unidad de procesamiento 6 determina el valor máximo y el valor mínimo de entre las señales generadas por el primer sensor magnético 5 y el segundo sensor magnético 5 en un instante dado.

20 Durante una tercera subetapa S33, la unidad de procesamiento 6 calcula una relación entre el valor máximo y el valor mínimo así determinados, a continuación, durante una cuarta subetapa S34, compara la relación con umbrales determinados y deduce de ahí el valor del coeficiente de atenuación a aplicar al valor de las señales.

Por ejemplo, la unidad de procesamiento 6 puede en particular comparar la relación con un primer umbral y con un segundo umbral, siendo el segundo umbral mayor que el primer umbral, y deducir el coeficiente de atenuación a partir del mismo. Por tanto, el coeficiente de atenuación puede ser igual a:

- un primer valor cuando la relación está por debajo del primer umbral,
- un segundo valor inferior al primer valor cuando la relación es superior al segundo umbral, y
- un valor entre el primer valor y el segundo valor cuando la relación se encuentra entre el primer umbral y el segundo umbral. En particular, el coeficiente de atenuación puede ser una función lineal dependiente de la relación cuando dicha relación se encuentra entre el primer umbral y el segundo umbral.

30 Utilizando la relación entre el valor máximo y el valor mínimo, es posible determinar si el objeto objetivo que genera un campo magnético o perturba el campo electromagnético terrestre está situado cerca de uno de los detectores. En este caso, el valor de la relación es superior al segundo umbral y el coeficiente de atenuación aplicado es igual al segundo valor, que es inferior al primero. Por el contrario, cuando el objeto objetivo está centrado entre los dos detectores, la sensibilidad de la puerta en esta zona es menor. Esto significa que la relación entre los valores máximos y mínimos también es menor. Por tanto, el coeficiente de atenuación puede ser mayor y la atenuación resultante menor.

35 Esto da una uniformidad virtual relativa entre los dos detectores.

Como ejemplo no limitativo, el primer umbral puede ser igual a 30, el segundo umbral puede ser igual a 60, el primer valor puede ser igual a 1, el segundo valor puede ser igual a 0,1 y el coeficiente de atenuación puede definirse mediante la siguiente función cuando la relación se encuentra entre el primer umbral y el segundo umbral:

$$40 \quad - 0,03 \cdot R + 1,9$$

donde R es el valor de la relación.

En otras palabras, el coeficiente de atenuación puede ser igual a 1 cuando la relación es inferior a 30, 0,1 cuando la relación es superior a 60, y $- 0,03 \cdot R + 1,9$ cuando la relación está comprendida entre 30 y 60.

45 En otra realización alternativa, la unidad de procesamiento 6 puede tanto calcular un promedio de las señales para cada par de sensores magnéticos 5 (etapa S2) como implementar una etapa para corregir dichas señales (etapa S3).

Para ello, tras calcular la media de las señales de cada par de sensores magnéticos 5 (etapa S2), la unidad de procesamiento 6 puede aplicar un coeficiente de atenuación a los valores medios así calculados (etapa S3).

50 Alternativamente, la unidad de procesamiento 6 puede aplicar primero el coeficiente de atenuación a las señales de cada par de sensores magnéticos 5 (etapa S3) y luego calcular un promedio de las señales corregidas de cada par de sensores magnéticos 5 (etapa S2, aplicado a las señales corregidas y no a las señales generadas por los sensores magnéticos 5).

El coeficiente de atenuación puede ser el mismo que el descrito anteriormente (igual al primer valor, al segundo valor o una función de la relación, dependiendo del valor de la relación).

En una quinta etapa S5, la unidad de procesamiento 6 compara el valor calculado con un valor umbral predeterminado.

5 El valor calculado utilizado por la unidad de procesamiento 6 durante la quinta etapa S5 puede ser el valor medio de las señales generadas por los pares de sensores magnéticos 5 y obtenidas en la etapa S2, o bien el valor medio corregido mediante la aplicación de un coeficiente de atenuación tras la etapa S3. Cuando el valor medio, o el valor medio corregido si procede, es superior al valor umbral predeterminado, durante una sexta etapa S6, la unidad de procesamiento 6 envía instrucciones para emitir una alarma (óptica, acústica, etc.) a al menos uno de los transmisores 8. Preferiblemente, la unidad de procesamiento 6 envía instrucciones de transmisión de alarmas a los transmisores 8 del primer detector 10 y del segundo detector 20 (a través de las interfaces de comunicación 7), de modo que se transmitan una o varias alarmas a ambos lados de la puerta. Alternativamente, sólo el transmisor o transmisores 8 de uno de los detectores 10, 20 pueden recibir las instrucciones de transmisión de la unidad de procesamiento 6.

15 En una realización alternativa, cuando la unidad de procesamiento 6 sólo determina un valor corregido de las señales, sin promediarlas, es la suma de los valores corregidos de las señales (y no su media) la que se compara durante la etapa S5 con el valor umbral predeterminado. Por supuesto, las señales generadas por los sensores 5 pueden sumarse primero antes de aplicarles la etapa de corrección S3.

20 Alternativamente, en lugar de calcular la suma de los valores corregidos de las señales, la unidad de procesamiento 6 puede determinar el valor máximo de las señales corregidas y comparar, en la etapa S5, el valor máximo así determinado con el valor umbral. Como se ha descrito anteriormente, es posible determinar primero el valor máximo de las señales generadas por los sensores 5 y, a continuación, aplicar la etapa de corrección S3 a este valor máximo.

25 En esta realización, la unidad de procesamiento 6 compara la suma de los valores corregidos (respectivamente, el valor corregido máximo) de las señales procedentes del mismo par de sensores magnéticos 5 con el valor umbral predeterminado. Cuando esta suma (respectivamente, este valor máximo corregido) es superior al valor umbral predeterminado, durante la sexta etapa S6, la unidad de procesamiento 6 envía instrucciones para enviar una alarma (óptica, audible, etc.) a al menos uno de los transmisores 8. Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de procesamiento 6 puede enviar instrucciones para enviar una alarma a los transmisores 8 del primer detector 10 y/o del segundo detector 20.

Las figuras 8a, 8b y 8c ilustran la intensidad de señal medida para cuatro sistemas de detección en función de la distancia desde el detector o detectores.

30 La figura 8a ilustra el caso de un sistema de detección según la técnica anterior que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm. En esta figura, la intensidad indicada corresponde al valor máximo de las señales generadas por los sensores de los dos detectores.

35 La figura 8b ilustra el caso de un sistema de detección 1 según una realización de la invención que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm y que comprende una unidad de procesamiento. En esta figura, la intensidad indicada corresponde al valor medio de las señales generadas por los sensores de los dos detectores.

La figura 8c ilustra el caso de un sistema de detección 1 según una realización de la invención que comprende dos detectores separados por una distancia de 130 cm y que comprende una unidad de procesamiento. En esta figura, la intensidad indicada corresponde al valor medio corregido de las señales generadas por los sensores de los dos detectores.

40 De esta figura se desprende claramente que el cálculo del valor medio y, en su caso, la aplicación del coeficiente de atenuación durante la etapa de corrección del valor medio, permiten normalizar la intensidad de la señal entre los dos detectores del sistema de detección, en comparación con la simple determinación de los valores máximos de las señales (figura 8a).

Ejemplo

45 La tabla siguiente es un ejemplo comparativo de detección del mismo objeto objetivo por tres configuraciones del sistema de detección 1, a saber (i) un sistema de detección 1 que comprende un solo detector, (ii) un sistema de detección 1 conforme a una primera realización de la invención y que comprende dos detectores separados 130 cm con cálculo del valor medio de las señales y (iii) un sistema de detección 1 conforme a una segunda realización de la invención y que comprende dos detectores separados 130 cm con cálculo del valor medio de las señales y corrección de dicho valor medio para determinar si debe activarse una alarma.

55 En este ejemplo, la sensibilidad SE de las tres configuraciones del sistema de detección se ha establecido en 85% (correspondiente a 1400 mV). En otras palabras, la sensibilidad se ha ajustado para que el valor umbral predeterminado sea igual a 1400 mV. Los sistemas se parametrizaron para que, con esta sensibilidad, el paso de una esfera de 75 mm de diámetro a una altura de un metro del suelo no genere una alarma cuando pase a 65 cm del detector único (primera configuración (i)) o en medio de los dos detectores (segunda y tercera configuraciones (ii) (iii)).

ES 3 007 640 T3

En otras palabras, el diámetro de 75 mm es un diámetro límite para la detección por parte de los sistemas probados. De hecho, la perturbación del campo electromagnético de una esfera de hierro de 75 mm de diámetro corresponde aproximadamente a la perturbación causada por la presencia de un fusil de asalto AK47 en el centro de la puerta.

	Diámetro límite [mm]	Diámetro límite [mm]	Diámetro límite [mm]
Distancia entre la esfera y uno de los detectores [cm].	(i) Detector único	(ii) Sistema de dos detectores con cálculo del valor medio	(iii) Sistema de dos detectores con cálculo del valor medio y corrección del valor medio
10	11	18	35
15	18	23	50
20	23	30	60
25	30	35	64
30	35	40	69
35	40	50	75
40	45	55	64
45	50	60	64
50	60	62	62
55	64	64	64
60	69	69	69
65	75	75	75

5 En esta tabla, "diámetro límite [mm]" corresponde al diámetro mínimo en milímetros por encima del cual el sistema de detección 1 bajo prueba emite una señal de alarma.

10 Las pruebas demuestran que, en el caso en que el sistema de detección 1 comprende dos detectores que forman una puerta (configuraciones (ii) y (iii)) y la unidad de procesamiento 6 calcula el valor medio de las señales generadas por los sensores magnéticos 5 de estos detectores, es capaz de distinguir los objetos cuyo campo magnético es equivalente al de una esfera de hierro de aproximadamente 62 mm de los objetos más pequeños, como los teléfonos inteligentes, incluso si el objeto se encuentra a 50 cm de uno de los detectores (lo que, en la práctica, ya está bastante lejos del centro del pasillo, ya que los detectores están separados 130 cm durante esta prueba).

15 En el caso en el que la unidad de procesamiento 6 del sistema de detección 1 aplica adicionalmente una etapa S2 de corrección al valor medio de las señales (configuración (iii)), el sistema de detección 1 es capaz adicionalmente de discriminar objetos objetivo cuyo campo magnético es equivalente al de una esfera de aproximadamente 64 mm, y esto incluso si el objeto objetivo está a 25 cm de uno de los detectores (es decir, muy cerca del mismo, estando los detectores separados 130 cm durante esta prueba).

20 Los sistemas de detección según la invención (configuraciones (ii) y (iii)) son por lo tanto capaces de discriminar objetos de pequeño tamaño, incluso si estos comprenden elementos magnéticos (tales como smartphones) de objetos objetivo de gran volumen, tales como rifles de asalto, incluso si el paso de la persona 2 inspeccionada no está centrado entre los detectores.

La invención también se aplica al caso en el que el sistema de detección 1 comprende un número de detectores mayor o igual a tres para formar una pluralidad de puertas y en el que dos puertas adyacentes que comparten el mismo

detector. A continuación, se describirá un ejemplo de procedimiento para detectar un objeto objetivo utilizando un sistema de detección 1 de este tipo.

5 Para facilitar la lectura de esta realización, el sistema de detección 1 comprende tres detectores que comprenden cada uno dos sensores magnéticos 5 (figura 3). En otras palabras, el sistema de detección 1 comprende un primer, un segundo y un tercer detector 10, 20, 30, que comprenden dos primeros, dos segundos y dos terceros sensores magnéticos 5, respectivamente. El segundo detector 20 forma una primera puerta con el primer detector 10 y una segunda puerta con el tercer detector 30. Por lo tanto, el segundo detector 20 está situado entre el primer detector 10 y el tercer detector 30.

10 Los tres detectores son idénticos y, por lo tanto, cada uno comprende una unidad de procesamiento 6 y una interfaz de comunicación 7. Por supuesto, la unidad de procesamiento 6 podría colocarse alternativamente a distancia de los detectores y no estar integrada con éstos. En este caso, las señales generadas por los sensores magnéticos 5 de un detector determinado se transmiten a la unidad de procesamiento remoto 6 a través de las interfaces de comunicación 7 de los detectores para que ésta les aplique el algoritmo de detección y, a continuación, transmita las eventuales instrucciones de generación de alarmas a los transmisores 8 de los detectores, a través de sus respectivas interfaces de comunicación 7.

15 Por supuesto, la invención se aplica mutatis mutandis en el caso de que el sistema comprenda sólo dos detectores juntos formando una sola puerta o un número mayor de detectores (por ejemplo, n detectores, siendo n un número entero) juntos formando n - 1 puertas. Los detectores también podrían comprender un único sensor magnético 5, o más de dos sensores magnéticos 5 (por ejemplo, tres sensores magnéticos 5).

20 En una etapa preliminar, los detectores primero, segundo y tercero 10, 20, 30 se emparejan para asociarlos y se configuran para asignar a cada uno una función en el procedimiento de detección S. Por ejemplo, para la primera puerta, el primer detector 10 puede configurarse como detector maestro mientras que el segundo detector 20 se configura como detector esclavo. Para la segunda puerta, el segundo detector 20 está configurado como detector maestro, mientras que el tercer detector 30 está configurado como detector esclavo. Durante el emparejamiento, los medios de identificación de cada detector del sistema (normalmente su dirección) también se rellenan y almacenan en la memoria de cada uno de los detectores adyacentes. De este modo, los medios de identificación del primer detector 10 se informan en el segundo detector 20, mientras que los medios de identificación del segundo detector 20 se informan en el primer detector 10, de modo que puedan emparejarse. Del mismo modo, los medios de identificación del segundo detector 20 se introducen en el tercer detector 30, mientras que los medios de identificación del tercer detector 30 se introducen en el segundo detector 20.

25 En una primera etapa, al menos uno de los sensores magnéticos primero, segundo y tercero 5 detecta un campo magnético y genera una señal indicativa de la intensidad del campo magnético así detectado.

30 En la práctica, todos los sensores magnéticos 5 de una misma puerta generan, de forma continua o periódica, una señal representativa de la intensidad de un campo magnético, siendo únicamente diferente la potencia de la señal generada por cada sensor 5.

35 A continuación, se describe un ejemplo en el que una señal es generada por los dos segundos sensores magnéticos 5 y los dos terceros sensores magnéticos 5 para ilustrar las etapas del procedimiento S.

40 La señal generada por los sensores magnéticos 5 se transmite entonces a la unidad de procesamiento 6 del detector maestro de la puerta en cuestión, si es necesario a través de interfaces de comunicación 7. En el ejemplo descrito, la señal generada por los terceros sensores magnéticos 5 se transmite a través de la interfaz de comunicación 7 del tercer detector 30 a la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20. La señal generada por los segundos sensores magnéticos 5 se transmite directamente a la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20 (aunque se transmitiría a través de su interfaz de comunicación 7 si la unidad de procesamiento 6 fuera externa).

45 En una segunda etapa, la unidad de procesamiento 6 del detector maestro de la puerta en cuestión, en este caso el segundo detector 20, calcula un valor medio $PGS[2, 3]$ de las señales generadas para cada par de sensores magnéticos 5. Así pues, la unidad de procesamiento 6 calcula un primer valor medio correspondiente al primero de los pares de sensores magnéticos segundo y tercero 5 y un segundo valor medio correspondiente al segundo de los pares.

50 Por supuesto, cuando los detectores comprenden cada uno solamente un único sensor 5, la unidad de procesamiento 6 calcula solamente un único valor medio correspondiente al valor medio de las señales de estos dos sensores magnéticos 5.

Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de procesamiento 6 puede calcular un valor medio aritmético de las señales o, alternativamente, un valor medio geométrico.

55 En una realización alternativa, en lugar de calcular un valor medio de las señales de cada par de sensores magnéticos 5, la unidad de procesamiento 6 puede implementar una etapa de corrección de las señales generadas por cada uno de los sensores magnéticos 5 aplicando un coeficiente de atenuación a dichas señales, calculando a continuación un

ES 3 007 640 T3

- valor correspondiente a la suma de los valores de las señales así corregidas (o alternativamente determinando el valor máximo de las señales corregidas, para cada par de sensores 5). Como esta etapa de corrección ya se ha descrito anteriormente en relación con las subetapas S31 a S35, no se detallará más aquí. En otra realización, la unidad de procesamiento 6 puede tanto calcular un valor medio de las señales para cada par de sensores magnéticos 5 como implementar una etapa para corregir dichas señales, como se ha descrito anteriormente, con el fin de obtener un valor medio corregido.
- De forma similar a lo que ya se ha descrito, la etapa de corrección S2 puede aplicarse o bien a las señales generadas por los sensores 5, o bien a la suma de las señales (o a su valor máximo), o bien al valor medio de las señales.
- Durante una tercera etapa, cuando uno de los valores calculados PGS[2, 3] en la segunda etapa es superior al valor umbral predeterminado, la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20 transmite a la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10, por una parte, dicho valor calculado PGS[2, 3] y, por otra parte, las señales generadas por sus segundos sensores magnéticos 5.
- Durante la cuarta etapa, simultáneamente con la tercera etapa, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 calcula un valor PGS[1, 2] a partir de las señales generadas para cada par de sensores magnéticos 5 de la primera puerta. El cálculo del valor realizado por la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 es el mismo que el realizado por la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20. En otras palabras, cuando uno de los detectores maestros calcula un valor medio (o, respectivamente, un valor medio corregido, un valor correspondiente a la suma de los valores corregidos o un valor máximo corregido), los demás detectores maestros realizan el mismo cálculo (respectivamente, el cálculo del valor medio, un valor medio corregido, un valor correspondiente a la suma de los valores corregidos o un valor máximo corregido).
- Aquí, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 calcula, por ejemplo, un primer valor medio correspondiente a un primero de los pares de sensores magnéticos primero y segundo 5, y un segundo valor medio correspondiente al segundo par con el fin de obtener valores medios de las señales.
- Cuando el valor PGS[1, 2] calculado por el primer detector 10 es menor que el valor umbral predeterminado, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 no envía instrucciones de generación de alarma a los transmisores 8 del primer detector 10 o del segundo detector 20.
- Por otra parte, cuando el valor PGS[1, 2] calculado por el primer detector 10 es superior al valor umbral predeterminado, en una quinta etapa, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10, como detector maestro de la primera puerta, determina si el objeto objetivo ha sido detectado por la primera puerta (formada por los detectores primero y segundo 10, 20) o por la segunda puerta (formada por los detectores segundo y tercero 20, 30).
- Para ello, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 compara los valores PGS[2, 3] calculados (valores medios con o sin corrección, suma o valor máximo corregido) por el segundo detector 20 y los valores PGS[1, 2] calculados por el primer detector 10.
- Para ello, en una primera subetapa, la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 multiplica el valor PGS[2, 3] calculado a partir de las señales generadas por los sensores segundo y tercero 5 por un coeficiente de seguridad predefinido K_s : $K_s * PGS[2, 3]$. El coeficiente de seguridad K_s es mayor o igual que 1, por ejemplo 1,5 o 2.
- Paralelamente, en una segunda subetapa, la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 10 multiplica el valor PGS[1, 2] calculado a partir de las señales generadas por los sensores primero y segundo 5 por el coeficiente de seguridad predefinido K_s : $K_s * PGS[1, 2]$.
- En una tercera subetapa, el primer detector 10 compara el valor PGS[1, 2] con el valor $K_s * PGS[2, 3]$ que ha calculado a partir de las señales generadas por los sensores primero y segundo 5. Si el valor PGS[1, 2] calculado a partir de las señales generadas por los detectores primero y segundo 5 es inferior al valor $K_s * PGS[2, 3]$ obtenido multiplicando el coeficiente de seguridad K_s por el valor calculado a partir de las señales generadas por los detectores segundo y tercero 5 (es decir, si $PGS[1, 2] < K_s * PGS[2, 3]$), la unidad de procesamiento 6 del primer detector 10 suprime o no envía instrucciones de generación de alarma a los transmisores 8 de los detectores primero y segundo 10, 20.
- Paralelamente, en una cuarta subetapa, el segundo detector 20 compara el valor PGS[2, 3] con el valor $K_s * PGS[1, 2]$ obtenido multiplicando K_s por el valor de las señales generadas por los sensores primero y segundo 5. Si el valor PGS[2, 3] calculado a partir de las señales generadas por los detectores segundo y tercero 5 es inferior al valor $K_s * PGS[1, 2]$ obtenido multiplicando el coeficiente de seguridad K_s por el valor calculado a partir de las señales generadas por los detectores primero y segundo 5 (es decir, si $PGS[2, 3] < K_s * PGS[1, 2]$), la unidad de procesamiento 6 del segundo detector 20 suprime o no envía instrucciones de generación de alarma a los transmisores 8 de los detectores segundo y tercero 20, 30. De lo contrario, si $PGS[2, 3] > K_s * PGS[1, 2]$, el segundo detector 20 envía instrucciones de transmisión de alarma a los transmisores 8 del segundo detector 20 y del tercer detector 30.
- Un operador puede entonces identificar fácilmente qué puerta (en este caso, la segunda) ha detectado un objeto objetivo.

Obsérvese que la aplicación de un coeficiente de seguridad K_s al comparar los valores calculados por los detectores situados a ambos lados de una puerta determinada proporciona un margen en la detección de objetos objetivo y reduce el riesgo de falsas alarmas.

5 Así, el envío al detector maestro de una puerta por parte del detector esclavo de esta puerta del valor calculado (valor medio con o sin corrección o suma de valores corregidos) para la puerta adyacente, para la que este mismo detector es maestro, permite determinar la localización del objeto objetivo que ha sido detectado. Hay que recordar que la detección por los sensores magnéticos 5 es escalar y que un detector que comparta dos puertas adyacentes (en este caso el segundo detector 20) no es capaz de determinar en qué lado se encuentra el objeto objetivo que ha detectado.

10 El procedimiento de detección S de la invención puede generalizarse a cualquier sistema de detección 1 que comprenda m detectores, donde m es mayor o igual a 4 de manera que se formen $m - 1$ puertas y donde dos puertas adyacentes tengan en común el mismo detector.

15 El procedimiento de detección S comprende entonces las mismas etapas que las descritas anteriormente para un sistema de detección de tres detectores 1. Sin embargo, en este caso, cuando un detector $n - 1$ ha calculado un valor $PGS[n - 1 ; n]$ mayor que el valor umbral predeterminado AT , el procedimiento de detección S comprende, además de las etapas de comparar este valor $PGS[n - 1 ; n]$ y el calculado por el detector $n - 2$ ($PGS[n - 2 ; n - 1]$), una etapa de comparación de este valor $PGS[n - 1 ; n]$ con el calculado por el detector n ($PGS[n ; n + 1]$) para determinar la puerta dentro de la cual se ha detectado un objeto objetivo (véase la figura 7). Si es necesario, el coeficiente de seguridad K_s ($K_s \geq 1$) se aplica al valor $PGS[n ; n + 1]$ en la etapa de comparación.

20 Por ejemplo, el detector $n - 1$ calcula un valor dado $PGS[n - 1 ; n]$, típicamente un valor medio (posiblemente corregido), a partir de los valores de las señales generadas por los sensores magnéticos 5 de los detectores n y $n - 1$. El sensor $n - 1$ (como sensor esclavo) envía entonces este valor calculado $PGS[n - 1 ; n]$ al sensor $n - 2$ (como sensor maestro) junto con los valores de las señales generadas por sus sensores magnéticos 5. A continuación, el detector $n - 2$ calcula un valor $PGS[n - 2 ; n - 1]$, en este caso un valor medio (eventualmente corregido), a partir de los valores de las señales generadas por los sensores magnéticos 5 de los detectores $n - 2$ y $n - 1$. Del mismo modo, el detector n (como detector esclavo del detector $n - 1$) calcula y envía el valor calculado $PGS[n ; n + 1]$ al detector $n - 1$ junto con los valores de las señales generadas por sus sensores magnéticos 5. Si el valor calculado por el detector $n - 2$ (como detector maestro) es mayor que el valor umbral predeterminado:

- el detector $n - 2$:

30

- multiplica el valor $PGS[n - 1 ; n]$ calculado y transmitido por el detector $n - 1$ por el coeficiente de seguridad K_s y
- compara el valor que ha calculado $PGS[n - 2 ; n - 1]$ con el valor que ha multiplicado $K_s * PGS[n - 1 ; n]$. Si el valor de $PGS[n - 2 ; n - 1]$ que ha calculado es inferior al valor calculado por el detector $n - 1$ y multiplicado por el coeficiente K_s (es decir, si $PGS[n - 2 ; n - 1] < K_s * PGS[n - 1 ; n]$), el detector $n - 2$ infiere que no debe generarse alarma por la puerta formada por los detectores $n - 2$ y $n - 1$. Por lo tanto, el detector $n - 2$ no envía instrucciones de generación de alarmas a los transmisores 8 de los detectores $n - 2$ y $n - 1$ (o, en su caso, cancela las instrucciones de transmisión de alarmas).

- el detector $n - 1$, en paralelo:

40

- multiplica el valor $PGS[n - 2 ; n - 1]$ calculado y transmitido por el detector $n - 2$ por el coeficiente de seguridad K_s y
- compara el valor que ha calculado $PGS[n - 1 ; n]$ con el valor que ha multiplicado $K_s * PGS[n - 2 ; n - 1]$.

45 Si el valor de $PGS[n - 1 ; n]$ que ha calculado es menor que el valor calculado por el detector $n - 2$ y multiplicado por el coeficiente K_s (es decir, si $PGS[n - 1 ; n] < K_s * PGS[n - 2 ; n - 1]$), el detector $n - 1$ deduce que no debe generarse alarma por la puerta formada por los detectores $n - 1$ y n . Por tanto, el detector $n - 1$ no envía instrucciones de generación de alarma a los transmisores 8 de los detectores $n - 1$ y n (o, en su caso, cancela las instrucciones de transmisión de alarma).

- multiplica el valor $PGS[n ; n + 1]$ calculado y transmitido por el detector n por el coeficiente de seguridad K_s y
- compara el valor que ha calculado $PGS[n - 1 ; n]$ con el valor que ha multiplicado $K_s * PGS[n ; n + 1]$.

50 Si el valor de $PGS[n - 1 ; n]$ que ha calculado es menor que el valor calculado por el detector n y multiplicado por el coeficiente K_s (es decir, si $PGS[n - 1 ; n] < K_s * PGS[n ; n + 1]$), el detector $n - 1$ infiere que no debe generarse alarma por la puerta formada por los detectores $n - 1$ y n . Por tanto, el detector $n - 1$ no envía instrucciones de generación de alarma a los transmisores 8 de los detectores $n - 1$ y n (o, en su caso, cancela las instrucciones de transmisión de alarma).

- el detector n , en paralelo:

- multiplica el valor $PGS[n - 1; n]$ calculado y transmitido por el detector $n - 1$ por el coeficiente de seguridad K_s y
- compara el valor que ha calculado $PGS[n; n+1]$ con el valor que ha multiplicado $K_s * PGS[n - 1; n]$.

5 Si el valor de $PGS[n; n + 1]$ que ha calculado es menor que el valor calculado por el detector $n - 1$ y multiplicado por el coeficiente K_s (es decir, si $PGS[n; n+1] < K_s * PGS[n-1; n]$), el detector n deduce que no debe generarse ninguna alarma por la puerta formada por los detectores n y $n + 1$. Por lo tanto, el detector n no envía instrucciones de generación de alarmas a los transmisores 8 de los detectores n y $n + 1$ (o, en su caso, cancela las instrucciones de transmisión de alarmas).

10 Obsérvese que cuando las puertas adyacentes no comparten un único detector y están formadas cada una por dos detectores distintos, la detección se realiza dentro de cada puerta por los pares de detectores. Los detectores de una puerta determinada no se comunican necesariamente con los detectores de una puerta adyacente. Cada puerta puede, en efecto, funcionar de forma independiente, ya que no es necesario determinar la puerta por la que ha pasado el objeto objetivo.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de detección de objetos objetivo (1) que comprende:
 - un primer detector (10) que comprende al menos un primer sensor magnético pasivo (5) configurado para generar una primera señal indicativa de la intensidad de un campo magnético detectado,
 - un segundo detector (20) distinto del primer detector (10) y que comprende al menos un segundo sensor magnético pasivo (5) configurado para generar una segunda señal indicativa de la intensidad de un campo magnético detectado, y
 - una unidad de procesamiento (6) configurada para recibir la primera señal generada por el primer sensor magnético pasivo (5) y la segunda señal generada por el segundo sensor magnético pasivo (5), y al menos una interfaz de comunicación (7), estando dicha interfaz configurada para transmitir la primera y/o segunda señal a la unidad de procesamiento (6), estando el sistema de detección (1) **caracterizado porque** la unidad de procesamiento (6) está configurada para determinar un valor medio de la primera señal y de la segunda señal, comparar dicho valor medio determinado con un valor umbral predeterminado y, cuando dicho valor medio es superior al valor umbral predeterminado, enviar instrucciones para generar una alarma.
2. Sistema de detección (1) según la reivindicación 1, en el que la unidad de procesamiento (6) está configurada para determinar un valor medio aritmético o geométrico de las señales primera y segunda.
3. Sistema de detección (1) según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que los detectores primero y segundo (10, 20) son portátiles.
4. Sistema de detección (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además un tercer detector (30) y en el que:
 - el tercer detector (30) comprende al menos un tercer sensor magnético pasivo (5) configurado para detectar un campo magnético y generar una tercera señal indicativa de una intensidad del campo magnético así detectado,
 - el primer detector (10) y el segundo detector (20) forman una primera puerta y el segundo detector (20) y el tercer detector (30) juntos forman una segunda puerta.
5. Sistema de detección (1) según la reivindicación 4, en el que:
 - una unidad de procesamiento (6) se aloja en cada uno de los detectores primero y segundo (10, 20) y
 - la unidad de procesamiento (6) alojada en el segundo detector (20) está configurada, por una parte, para calcular un valor medio de la segunda señal y de la tercera señal y, por otra parte, para transmitir a la unidad de procesamiento (6) del primer detector (10), a través de la interfaz de comunicación (7), una señal indicativa de una intensidad del campo magnético detectada por el segundo sensor magnético pasivo (5) y el valor medio de las señales así calculadas.
6. Procedimiento de detección (S) de un objeto objetivo utilizando un sistema de detección (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo dicho procedimiento de detección (S) las siguientes etapas:
 - S1: generación por el primer y segundo sensores magnéticos pasivos (5) de una primera y segunda señales indicativas de una intensidad de un campo magnético,
 - S2: cálculo de un valor medio de las señales primera y segunda generadas por los sensores magnéticos pasivos primero y segundo (5),
 estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende además las etapas siguientes:
 - S4: comparación del valor medio con un valor umbral predeterminado, y
 - S5: cuando el valor medio es superior al valor umbral preestablecido, enviar instrucciones para generar una alarma.
7. Procedimiento de detección (S) según la reivindicación 6, que comprende además, antes de la etapa S4, una etapa S3 de corrección del valor medio calculado en la etapa S2 para obtener un valor medio corregido aplicando un coeficiente de atenuación al valor medio de la etapa S2, utilizándose dicho valor medio corregido para llevar a cabo la etapa S4.
8. Procedimiento de detección (S) según la reivindicación 7, en el que la etapa de corrección S3 comprende las siguientes subetapas:
 - S31: determinación de un valor máximo de la señal generada por el primer sensor magnético pasivo (5) y el segundo sensor magnético pasivo (5),
 - S32: determinación de un valor mínimo de la señal generada por el primer sensor magnético pasivo (5) y el segundo sensor magnético pasivo (5),

S32: cálculo de una relación entre los valores máximo y mínimo así determinados,
 S34: comparación de la relación con un primer umbral y un segundo umbral, siendo el segundo umbral superior al primer umbral, y
 S35: deducción del coeficiente de atenuación,
 5 siendo el coeficiente de atenuación igual a:

- un primer valor cuando la relación es inferior al primer umbral,
- un segundo valor diferente del primer valor cuando la relación es superior al segundo umbral, y
- un valor comprendido entre el primer valor y el segundo valor cuando la relación está comprendida entre el primer umbral y el segundo umbral.

10 9. Procedimiento de detección (S) según la reivindicación 8, en el que el coeficiente de atenuación es una función lineal que depende de la relación cuando dicha relación está comprendida entre el primer umbral y el segundo umbral, siendo el primer valor igual a 1, el segundo valor igual a 0,1 y estando el coeficiente de atenuación definido por la siguiente función cuando la relación está comprendida entre el primer umbral y el segundo umbral:

$$- 0,03 \cdot R + 1,9$$

15 donde R es el valor de la relación.

10. Procedimiento de detección (S) según una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el primer detector (10) comprende al menos dos primeros sensores magnéticos pasivos (5) y el segundo detector (20) comprende al menos dos segundos sensores magnéticos pasivos (5), estando cada primer sensor magnético pasivo (5) asociado a un segundo sensor magnético pasivo (5) dado de manera que formen un par, y en el que las etapas S1 a S4 se aplican a cada par.

11. Procedimiento de detección (S) según una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el sistema de detección (1) comprende además un tercer detector (30), comprendiendo dicho tercer detector (30) al menos un tercer sensor magnético pasivo (5) configurado para detectar un campo magnético y generar una tercera señal indicativa de una intensidad del campo magnético así detectado, comprendiendo además el procedimiento de detección (S):

- 25 - antes de la etapa S5 de generación de una alarma, una etapa para calcular un valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores magnéticos pasivos segundo y tercero (5); y
- una etapa para deducir, a partir del valor medio de las señales primera y segunda generadas por los sensores magnéticos pasivos primero y segundo (5) y a partir del valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores magnéticos pasivos segundo y tercero (5), la puerta o puertas formadas por el primer detector (10) y el segundo detector (20), por una parte, y el segundo detector (20) y el tercer detector (30), por otra, que han detectado el campo magnético.

12. El procedimiento de detección (S) según la reivindicación 11, en el que la etapa de deducir la puerta o puertas comprende las siguientes subetapas:

- 35 - multiplicación del valor medio calculado a partir de las señales segunda y tercera de los sensores pasivos segundo y tercero (5) por un coeficiente de seguridad (Ks),
- comparación del valor medio calculado a partir de las señales primera y segunda generadas por los sensores pasivos primero y segundo (5) con el valor medio calculado a partir de las señales segunda y tercera generadas por los sensores pasivos segundo y tercero (5) y multiplicado por el coeficiente de seguridad (Ks),
- 40 - multiplicación del valor medio calculado a partir de las señales primera y segunda de los sensores pasivos primero y segundo (5) por el coeficiente de seguridad (Ks),
- comparación del valor medio calculado a partir de las señales segunda y tercera generadas por los sensores pasivos segundo y tercero (5) con el valor medio calculado a partir de las señales de los sensores primero y segundo (5) y multiplicado por el coeficiente de seguridad (Ks).

13. Procedimiento de detección (S) según la reivindicación 12, en el que:

- 45 - la etapa S5 es implementada por los detectores primero y segundo (10, 20) sólo si el valor medio calculado a partir de las señales primera y segunda generadas por los sensores pasivos primero y segundo (5) es superior al valor medio calculado a partir de las señales segunda y tercera procedentes de los sensores segundo y tercero (5) multiplicado por el coeficiente de seguridad (Ks), y
- 50 - la etapa S5 sólo es implementada por los detectores segundo y tercero (20, 30) si el valor medio calculado a partir de las señales segunda y tercera generadas por los sensores segundo y tercero (5) es superior al valor medio calculado a partir de las señales primera y segunda generadas por los sensores primero y segundo (5) y multiplicado por el coeficiente de seguridad (Ks).

14. Procedimiento de detección (S) según la reivindicación 13, en el que el sistema de detección (1) comprende además un cuarto detector (n+1), comprendiendo dicho cuarto detector (n+1) al menos un cuarto sensor magnético pasivo (5) configurado para detectar un campo magnético y generar una cuarta señal indicativa de una intensidad del campo magnético así detectado, comprendiendo además el procedimiento de detección (S) las siguientes subetapas:

- cálculo de un valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores magnéticos pasivos tercero y cuarto (5),
- multiplicación del valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores magnéticos pasivos tercero y cuarto (5) por el coeficiente de seguridad (K_s),
- 5 - comparación del valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores pasivos segundo y tercero con el valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores magnéticos pasivos tercero y cuarto (5) multiplicado por el coeficiente de seguridad (K_s),
- comparación del valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores pasivos tercero y cuarto con el valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores magnéticos pasivos segundo y tercero (5) multiplicado por el coeficiente de seguridad (K_s) y
- 10 - deducción del par o pares de detectores del primero, segundo, tercero y cuarto detectores (10, 20, 30, $n + 1$) que hayan detectado el campo magnético.

15. Procedimiento de detección según la reivindicación 14, en el que:

- 15 - la etapa S5 sólo es implementada por los detectores segundo y tercero (20, 30) si el valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores pasivos segundo y tercero es superior al valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores magnéticos pasivos tercero y cuarto (5) multiplicado por el coeficiente de seguridad (K_s), y
- la etapa S5 sólo es implementada por los detectores tercero y cuarto (10, 20) si el valor medio de las señales tercera y cuarta generadas por los sensores pasivos tercero y cuarto es superior al valor medio de las señales segunda y tercera generadas por los sensores magnéticos pasivos segundo y tercero (5) multiplicado por el coeficiente de seguridad (K_s).
- 20

FIG. 1

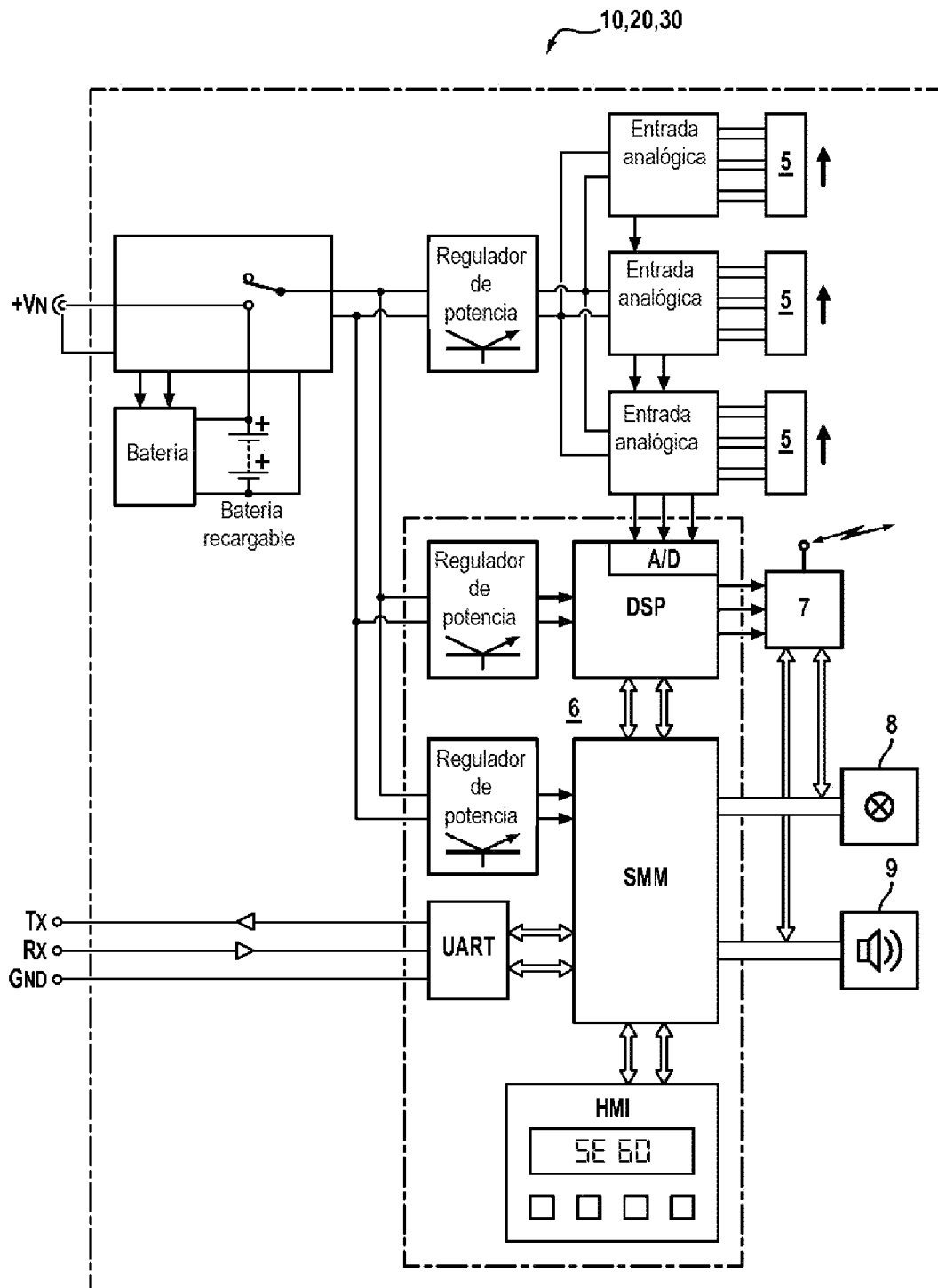


FIG. 2

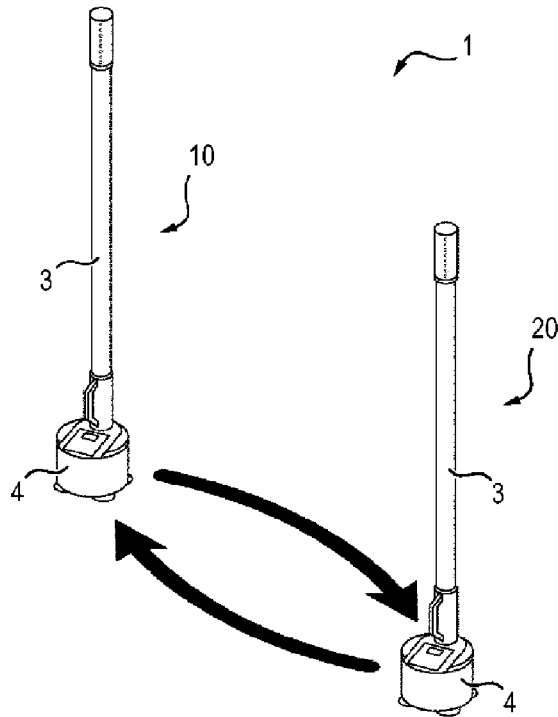
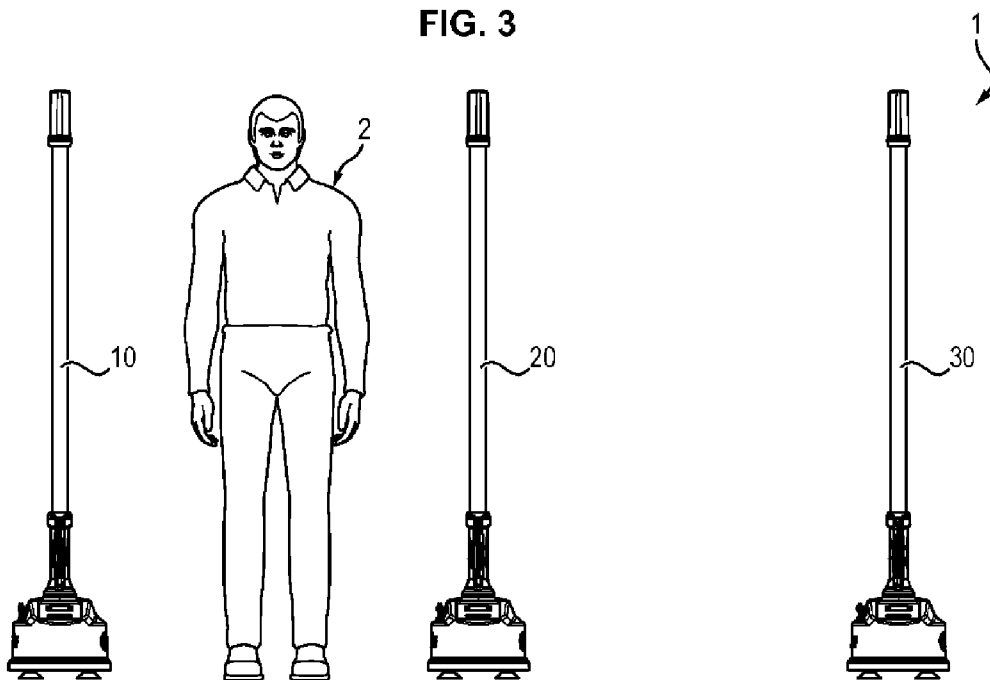


FIG. 3



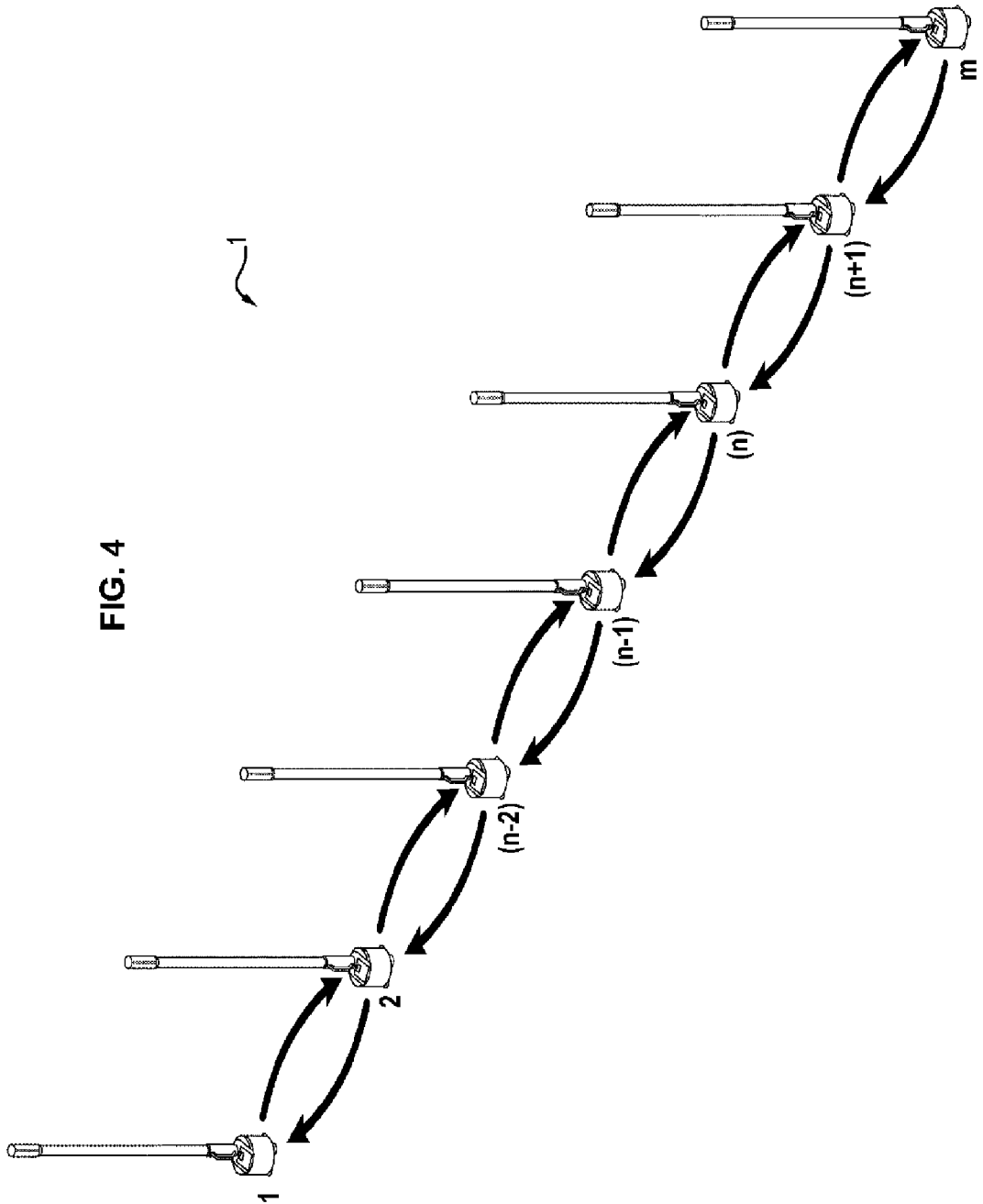


FIG. 4

FIG. 5

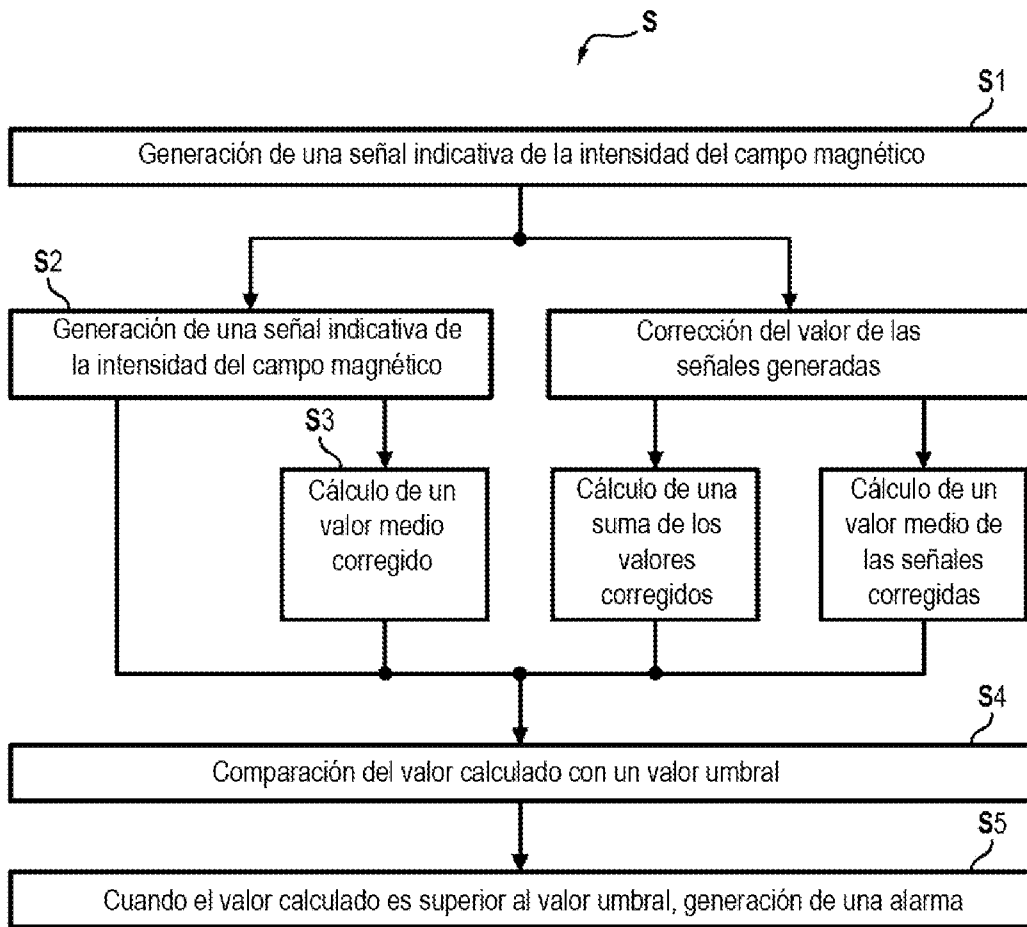


FIG. 6 S3

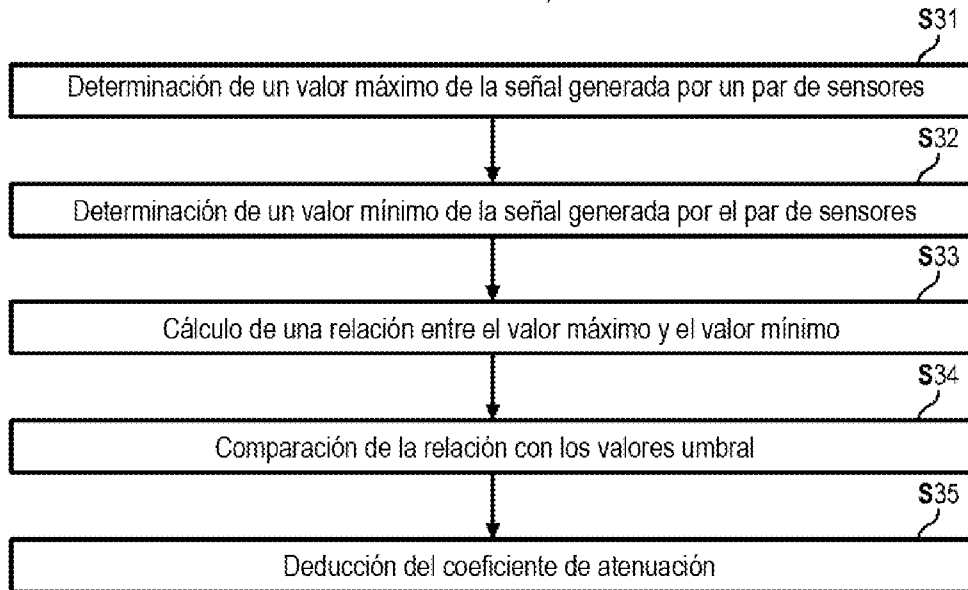


FIG. 7

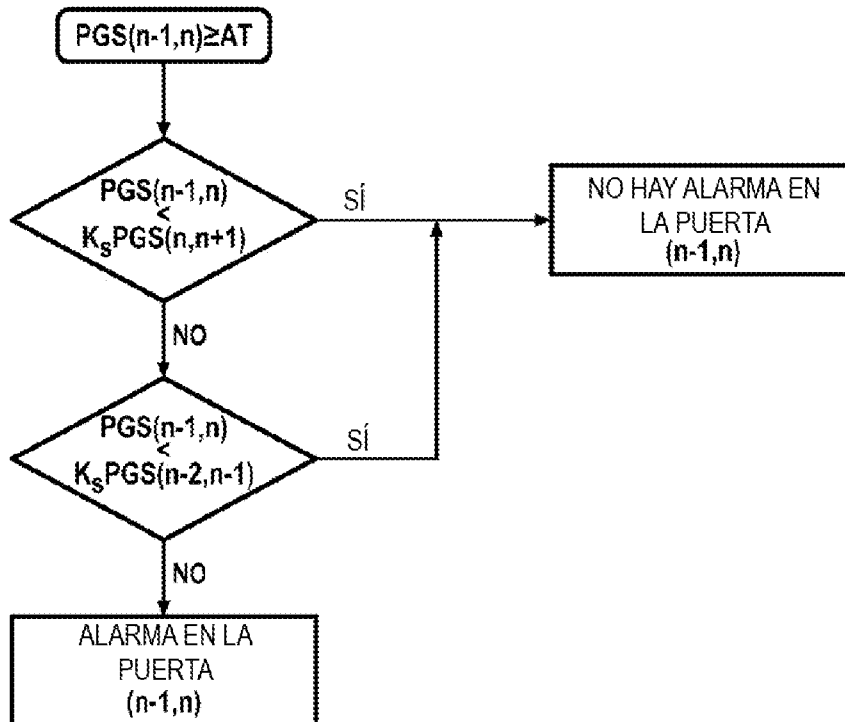


FIG. 8a

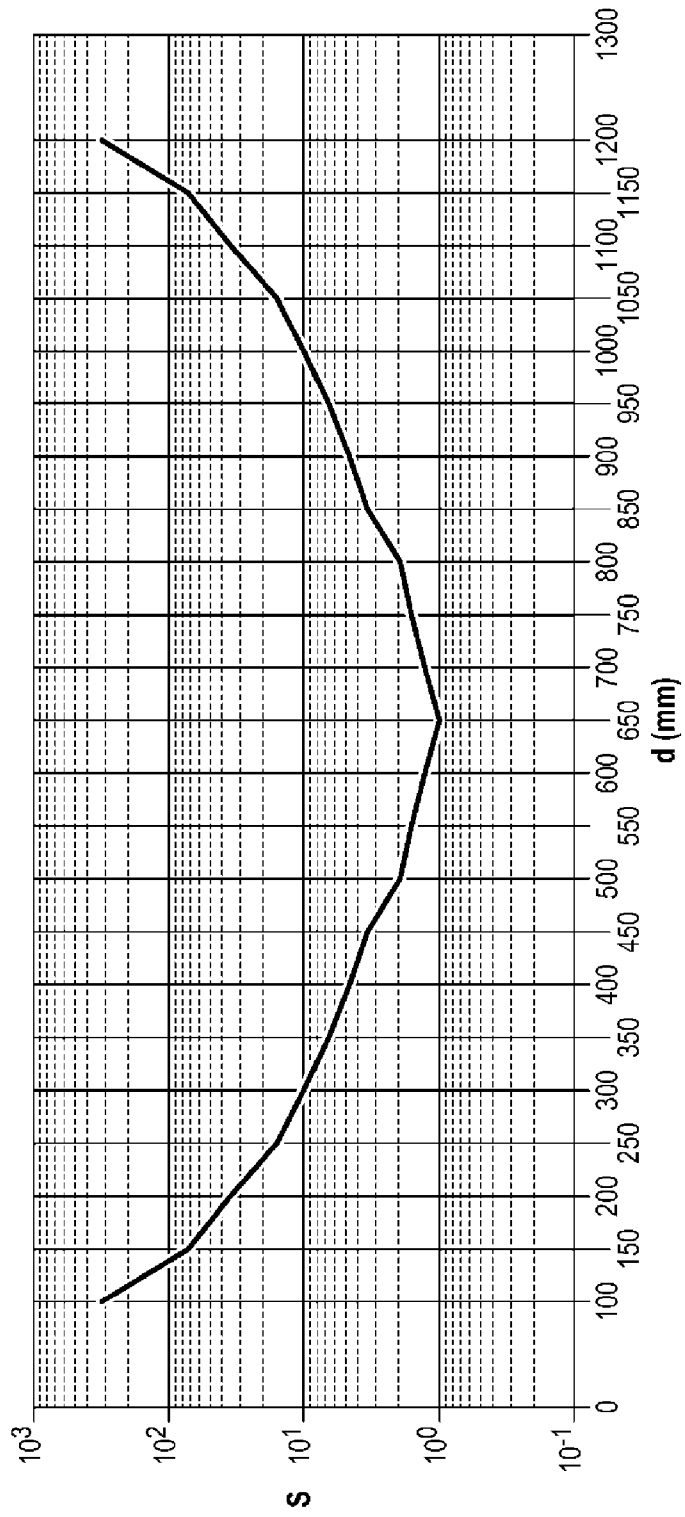


FIG. 8b

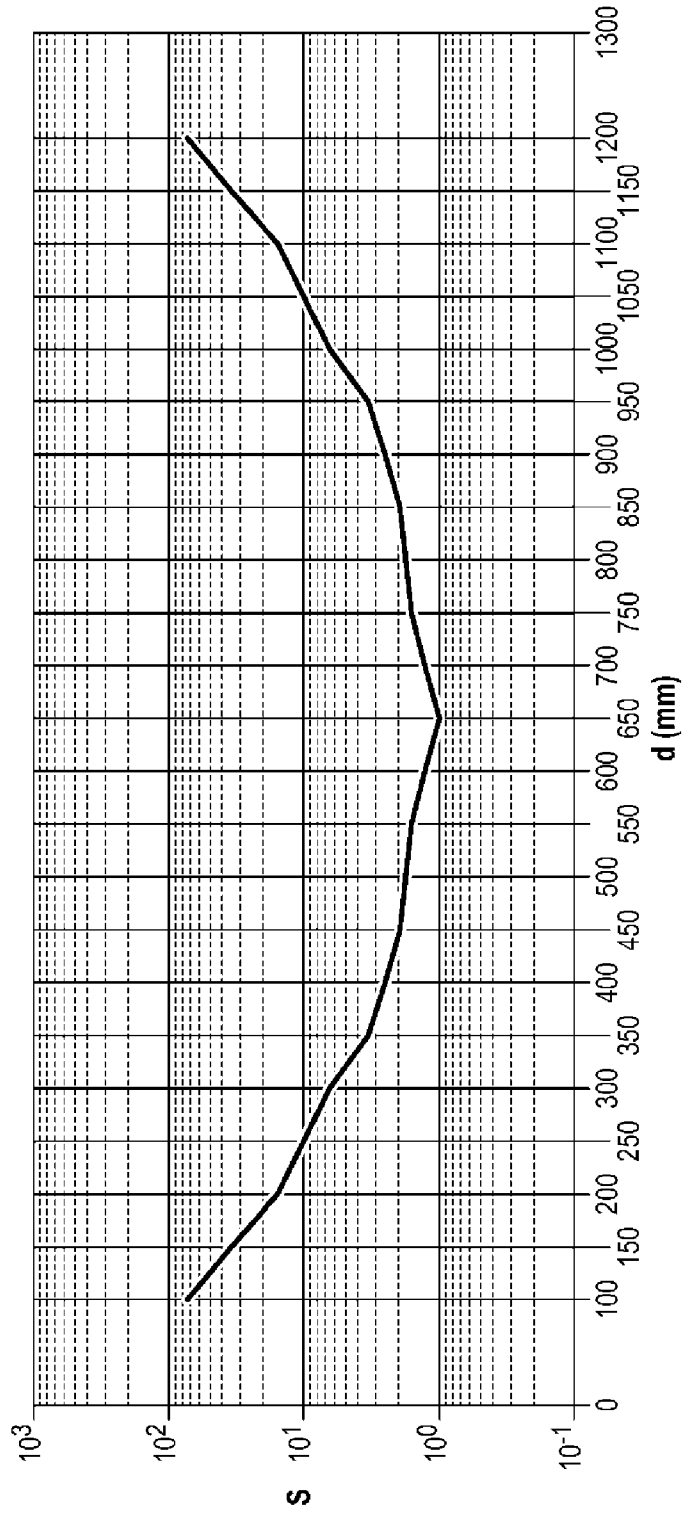


FIG. 8c

