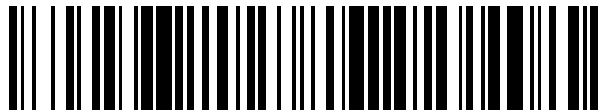


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 045**

51 Int. Cl.:

**G08B 13/24** (2006.01)

**G01V 3/08** (2006.01)

**G01V 3/38** (2006.01)

**G08B 29/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2014 PCT/EP2014/059769**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14184192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14724415 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2997557**

54 Título: **Sistema y método de prevención de robo con detección de campo magnético**

30 Prioridad:

**14.05.2013 DK 201370261**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.11.2017**

73 Titular/es:

**ALERT SYSTEMS APS (100.0%)  
Agern Alle 24  
2970 Hørsholm , DK**

72 Inventor/es:

**FALKENBERG, VERNER y  
PEDERSEN, DENNIS**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 641 045 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 y método de prevención de robo con detección de campo magnético

5 El robo, también conocido como hurto, es un problema para muchos minoristas, especialmente para aquellos que venden aquellos productos de consumo tales como prendas de ropa que son relativamente fáciles de esconder bajo un abrigo, en un bolso o similares.

10 Los sistemas convencionales, en los que los dependientes unen una etiqueta electromagnética a los productos, por ejemplo, a los productos más caros, son ampliamente conocidos. Están colocadas antenas cerca de la(s) entrada(s)/salida(s) a/desde la tienda o la zona comercial y están acopladas a un circuito eléctrico que detecta etiquetas que pasan unidas a los productos. Normalmente, las etiquetas se retiran cuando los productos se pagan en la caja. Por lo tanto, cuando se detecta el paso de una etiqueta entre las antenas es habitualmente un evento relacionado con un robo.

A pesar del hecho de que tales sistemas están ampliamente instalados, en la mayoría de establecimientos, por ejemplo, aquellos que venden prendas de ropa o incluso aquellos que venden alimentos, el robo es aún un problema enorme para los minoristas.

15 **Sumario**

Se observa que la gente que pretende realizar un robo entra a la tienda o zona comercial con un imán configurado para desbloquear el bloqueo que une la etiqueta mencionada anteriormente a los productos. Entonces, en la tienda, retiran la etiqueta de los productos y dejan atrás la etiqueta. Entonces, sacan los productos de la tienda sin activar ninguna alarma de los sistemas de alarma convencionales.

20 Un objeto de la invención reivindicada es detectar automáticamente cuándo un imán de este tipo entra en la tienda o la zona comercial.

25 Sin embargo, un imán de este tipo, por ejemplo, un imán de desbloqueo, se confunde fácilmente con otros objetos magnéticos presentes e incluso que se mueven aproximadamente en y alrededor de una zona comercial. Entonces, un problema es que la detección automática genera fácilmente o bien falsas alarmas o bien no detecta un imán cuando debería. Respecto a esto, debe observarse que los vendedores y los clientes detestan seriamente las falsas alarmas que se arriesgan a ser acusados erróneamente de robo. El documento WO 2011/044915 da a conocer un sistema antirrobo basado en etiqueta en el que la introducción sin autorización de un imán de desbloqueo en la zona comercial se determina por medio de dos magnetómetros de 3 ejes y una unidad de control. Los carritos de compra metálicos pueden discriminarse con la ayuda de un detector de metales.

30 El documento WO 2007/101317 da a conocer un sistema EAS para la detección de la introducción de materiales magnéticos en las instalaciones protegidas detectando una perturbación de campo de CC en la puerta de entrada de EAS. La presente invención se define mediante las reivindicaciones independientes adjuntas. Se proporciona un sistema de prevención de robo electrónico, que comprende: un primer magnetómetro de eje múltiple dispuesto en una primera estación y configurado para emitir una primera señal de vector que representa el movimiento de un primer vector de campo magnético; un segundo magnetómetro de eje múltiple dispuesto en una segunda estación y configurado para emitir una segunda señal de vector que representa el movimiento de un segundo vector de campo magnético; y un procesador de señal. El procesador de señal está acoplado para recibir las señales de vector primera y segunda, y configurado para:

- 40 - estimar una primera rotación del primer vector de campo magnético y una segunda rotación del segundo vector de campo magnético;
- generar una señal indicadora que comprende la indicación de una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido; y
- determinar si enviar o inhibir una señal de alarma que avisa sobre un posible evento relacionado con un robo en respuesta a al menos la señal indicadora.

45 De ese modo, por ejemplo, cuando las estaciones se ubican en cada lado respectivo de una entrada a una zona comercial, el sistema de prevención de robo electrónico puede proporcionar una indicación de si un objeto magnético en forma de imán de desbloqueo para una etiqueta antihurto se mueve al interior de una zona comercial. Se avisa entonces al personal de la tienda de que existe un riesgo de que esté a punto de tener lugar un robo.

50 Los magnetómetros de eje múltiple pueden ser, por ejemplo, del tipo magnetoresistente. Puede ser una unidad integrada de tipo de dos o tres ejes, o puede tener la forma de uno, dos o tres magnetómetros de eje único. Las señales de vector emitidas desde los magnetómetros de eje múltiple comprenden una componente de señal de cada eje o bien de forma digital o bien de forma analógica. Un magnetómetro de dos ejes da una señal de vector bidimensional y uno de tres ejes da una señal de vector tridimensional. Las componentes de señal de una señal de vector se emiten en paralelo o de forma multiplexada. Cada componente de señal corresponde a una dimensión

respectiva de la señal de vector.

5 La señal de vector representa el movimiento a lo largo del tiempo de un vector de campo magnético y depende de la señal magnética detectada por el magnetómetro. El vector magnético se mueve en un vector espacio y su rotación puede estimarse (calcularse) con respecto a sus dimensiones. Existen diversos métodos disponibles en el campo de la matemática de vectores para calcular la rotación.

La rotación en el mismo sentido o rotación en sentido contrario puede representarse mediante la señal indicadora de forma binaria o mediante un valor discreto o analógico que indica un grado estimado de rotación. La señal indicadora puede comprender también una indicación de la fiabilidad de la rotación estimada.

10 En algunas realizaciones, la señal de alarma se envía y/o inhibe en respuesta a varias señales indicadoras, de las que al menos una es la señal indicadora mencionada anteriormente que comprende la indicación de una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido.

15 El término estación designa generalmente cualquier alojamiento o plataforma adecuado para instalar el magnetómetro en una zona comercial. En caso de que el alojamiento contenga el magnetómetro, no debe aislar magnéticamente el magnetómetro al menos en algunas direcciones. Una cubierta adecuada puede ser una cubierta de plástico. El magnetómetro puede instalarse en una plataforma de la estación que puede ser de un material magnéticamente de protección.

En las realizaciones, el procesador de señal está configurado para:

- seleccionar un primer y un segundo rastro de la primera y la segunda señal de vector, respectivamente; y
- calcular una proyección del primer rastro y el segundo rastro a un plano de vector común;

20 en el que la estimación de la primera rotación y la segunda rotación se calcula con respecto al plano de vector común.

25 El rastro es una parte o sección de la señal de vector. En el caso de que la señal de vector sea una señal digital, el rastro es una secuencia de muestras para cada dimensión de la señal de vector, es decir una secuencia de muestras de vector. El rastro comprende una parte de la señal de vector en la que la intensidad de la señal de vector supera un valor umbral. La intensidad puede estimarse como la longitud del vector (también designada norma del vector).

30 El cálculo de la proyección puede iniciarse cuando la intensidad supera el valor umbral o cuando la intensidad cae por debajo del umbral de nuevo o cuando se ha recibido una cantidad predefinida de muestras de vector con una intensidad que supera el umbral. Alternativamente, el rastro se selecciona a partir de un punto de inicio en el que una derivada calculada a partir de la señal de vector presenta un comportamiento determinado, por ejemplo, en el que una primera derivada tiene un máximo local. Una primera derivada puede calcularse como  $dS/dt$ , donde  $dS$  es un cambio en la intensidad,  $S$ , a lo largo del intervalo de tiempo  $dt$ . El punto final puede calcularse de la misma manera. Por tanto, la proyección puede calcularse muestra por muestra a medida que llegan o sobre un segmento de múltiples muestras.

35 En algunas realizaciones, la proyección del primer rastro y el segundo rastro a un plano de vector común se logra disponiendo los magnetómetros con sus ejes en paralelo, mediante lo que se reduce una proyección a un plano común para seleccionar dos componentes de vector (es decir, dos dimensiones) a la vez. Alternativamente, puede calcularse una proyección matemática.

40 La proyección a múltiples planos de vectores orientados de manera diferente es posible seleccionando para cada plano dos componentes de vector respectivas. De ese modo, la señal indicadora que indica una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido puede calcularse a partir de las proyecciones a uno o más de los planos de vector comunes. Esto mejora la probabilidad de estimar correctamente la rotación del vector de campo magnético.

En las realizaciones, el procesador de señal está configurado además para:

- 45
- calcular una diferencia entre el primer y el segundo vector;
  - evaluar la diferencia para generar una señal indicadora, que indica la distancia a un objeto magnético; y para
  - incluir la señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

50 De ese modo, puede mejorarse la fiabilidad de la señal de alarma. Esto no es una tarea fácil dado que las zonas comerciales pueden estar ubicadas cerca de calles en las que pueden pasar de largo o incluso aparcar coches, camiones y otros vehículos con propiedades magnéticas diferentes desconocidas. Cuando se calcula la diferencia o la norma de la diferencia y se compara con un valor umbral y/o el primer y/o segundo vector o la norma de la misma es posible distinguir objetos magnéticos en las proximidades de los magnetómetros de objetos más distantes. La

diferencia es la mayor cuando un objeto magnético está ubicado entre los magnetómetros y la menor cuando el objeto magnético está ubicado a una distancia mayor.

En las realizaciones, el procesador de señal está configurado además para:

- 5 - generar una señal que representa la intensidad de un campo magnético detectado por al menos uno de los magnetómetros a partir de los valores de vector primero y/o segundo;
- estimar la duración de un periodo de tiempo durante el que se satisface un criterio sobre la intensidad del campo magnético;
- generar una señal indicadora que representa si la duración del periodo de tiempo pertenece a una primera distribución o a una segunda distribución y/o a una distribución adicional; y para
- 10 - incluir la señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

De ese modo, puede mejorarse la fiabilidad de la señal de alarma. Aunque una señal de este tipo no es fiable en sí misma, contribuye a decidir si enviar o no la señal de alarma. Lo anterior se basa en la observación de que un carro de la compra, que puede manifestarse como imán, tarda en general más tiempo en pasar entre un conjunto de magnetómetros que, por ejemplo, un imán de desbloqueo, dado que ambos pasarán dentro de un rango de velocidades de aproximadamente una velocidad de paso normal en una zona comercial y dado que el carro de la compra tiene un tamaño más grande y por tanto tarda más tiempo en pasar.

La duración puede calcularse de diferentes maneras, por ejemplo, como el periodo durante el que la intensidad magnética supera un umbral o detectando que se supera el umbral y examinando entonces la intensidad en el transcurso de un periodo de tiempo predeterminado. Alternativa o adicionalmente, puede realizarse calculando una derivada de la intensidad, por ejemplo, una primera derivada  $dS/dt$  y examinando entonces el desfase temporal desde un primer valor de extremo hasta el siguiente.

En las realizaciones, la rotación de un vector desde una o más situaciones de tiempo hasta otra o más situaciones de tiempo se evalúa frente a un criterio de monotonía.

De ese modo, es posible detectar si el movimiento se refiere a un objeto que se aproxima que entra también en la puerta entre las estaciones o a una aproximación, pero no un objeto que entra, que sólo está pasando de largo. Además, es posible mejorar la distinción entre imanes de desbloqueo y al menos algunos tipos de carros de la compra. De ese modo, puede mejorarse la fiabilidad de la señal de alarma.

La rotación puede calcularse, por ejemplo, a partir del denominado producto escalar de vectores. El criterio de monotonía depende de la tasa de muestreo. Para algunas tasas de muestreo, el criterio de monotonía es una rotación de menos de 90 grados entre dos muestras de vector.

En las realizaciones:

- la primera estación comprende una antena transmisora y un transmisor electrónico que están configurados para transmitir una señal de radiofrecuencia; y
- 35 - la segunda estación comprende una antena receptora y un receptor electrónico que están configurados para recibir la señal de radiofrecuencia;
- el sistema comprende un circuito configurado para detectar un cambio predefinido en la señal de radiofrecuencia, producido por la presencia de un objeto que interfiere electromagnéticamente en un espacio entre la ubicación de la primera y la segunda estación, y para emitir una señal indicadora que indica si existe una presencia de un objeto metálico de este tipo, y
- 40 - la señal indicadora se incluye para determinar si enviar o no la señal de alarma.

El cambio predefinido en la señal de radiofrecuencia puede ser un cambio de modulación de amplitud que disminuye la amplitud, por ejemplo, en un 0,1-2% o en del 0,1 al 5% debido a la presencia de un objeto metálico como un carro de la compra o que aumenta la amplitud debido a la presencia de un objeto de plástico, como un carro de la compra fabricado de plástico.

Por tanto, esta señal indicadora se genera en respuesta a la señal detectada por la antena receptora. En algunas realizaciones, una caída o disminución en la señal de la antena receptora puede contribuir a o combinarse con otras señales indicadoras para fomentar la generación de alarma y un aumento o salto en la amplitud de la señal de la antena receptora puede, también o alternativamente, contribuir a o combinarse con otras señales indicadoras para fomentar la generación de alarma. Esto es conveniente dado que se ha observado que los carros de la compra fabricados principalmente de metal producen una caída en amplitud mientras que los carros de la compra fabricados principalmente de plástico o con una cesta de plástico producen un salto en la amplitud.

También se proporciona un método informático implementado de detección de un evento relacionado con un robo, que comprende:

- adquirir primeros valores de vector que representan el movimiento de un primer vector de campo magnético por medio de un primer magnetómetro de eje múltiple dispuesto en una primera estación;
- 5 - adquirir segundos valores de vector que representan el movimiento de un segundo vector de campo magnético por medio de un segundo magnetómetro de eje múltiple dispuesto en una segunda estación;
- estimar una primera rotación del primer vector y una segunda rotación del segundo vector;
- generar una señal indicadora que comprende la indicación de una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido;
- 10 - determinar si enviar o inhibir una señal de alarma que avisa sobre un posible evento relacionado con un robo en respuesta a al menos la señal indicadora.

En las realizaciones, el método comprende:

- seleccionar un primer y un segundo rastro de la primera y la segunda señal de vector, respectivamente; y
- calcular una proyección del primer rastro y el segundo rastro a un plano de vector común;
- 15 en el que se calcula la estimación de la primera rotación y la segunda rotación con respecto al plano de vector común.

En las realizaciones, el método comprende:

- calcular una diferencia entre el primer y el segundo vector;
- evaluar la diferencia con respecto al primer y/o segundo vector para generar una señal indicadora, que indica la distancia a un objeto magnético; e
- 20 - incluir la señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

En las realizaciones, el método comprende:

- generar una señal que representa la intensidad de un campo magnético detectado por al menos uno de los magnetómetros a partir de los valores de vector primero y/o segundo;
- 25 - estimar la duración de un periodo de tiempo durante el que se satisface un criterio sobre la intensidad del campo magnético;
- generar una señal indicadora que representa si la duración del periodo de tiempo pertenece a una primera distribución o a una segunda distribución y/o a una distribución adicional; e
- incluir la señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

- 30 En las realizaciones, se evalúa la rotación de un vector desde un valor hasta otro frente a un criterio de monotonía.

En las realizaciones, el método comprende que:

- la primera estación comprende una antena transmisora y un transmisor electrónico que están configurados para transmitir una señal de radiofrecuencia; y
- 35 - la segunda estación comprende una antena receptora y un receptor electrónico que están configurados para recibir la señal de radiofrecuencia;
- el sistema comprende un circuito configurado para detectar un cambio predefinido en la señal de radiofrecuencia, producido por la presencia de un objeto metálico en un espacio entre la ubicación de la primera y segunda estación, y para emitir una señal indicadora que indica si existe una presencia de un objeto metálico de este tipo, y
- la señal indicadora se incluye para determinar si enviar o no la señal de alarma.

- 40 También se proporciona un sistema de procesamiento de datos que tiene almacenado en el mismo medios de código de programa adaptados para provocar que el sistema de procesamiento de datos realice las etapas del método anterior, cuando dichos medios de códigos de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.

- 45 También se proporciona un producto de programa informático que comprende medios de código de programa adaptados para provocar que un sistema de procesamiento de datos realice las etapas del método anterior, cuando

dichos medios de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.

**Breve descripción de las figuras**

Una descripción más detallada sigue a continuación con referencia a los dibujos, en los que:

la figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de prevención de robo con magnetómetros;

5 la figura 2 muestra un diagrama de flujo para procesar las señales de vector de los magnetómetros;

las figuras 3a, 3b, 3c y 3d representan la intensidad y las proyecciones de rastros de vectores; y

la figura 4 muestra un diagrama de bloques de un componente para detectar el campo eléctrico para el sistema de prevención de robo.

**Descripción detallada**

10 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de prevención de robo con magnetómetros. Los magnetómetros se muestran como magnetómetros de tres ejes y se designan con los números de referencia 102 y 103 y las señales emitidas respectivas lvs y rvs. Los ejes se designan x, y y z. En esta realización, los magnetómetros son del tipo magnetoresistente y emiten las señales lvs y rvs de forma analógica. Sin embargo, los magnetómetros también pueden ser de otros tipos. Cada uno de los magnetómetros emite una señal con tres  
15 dimensiones, por ejemplo, como tres señales analógicas paralelas. Una señal de este tipo se denomina como una señal de vector; tiene una componente de señal para cada dimensión. La señal de vector de un magnetómetro representa el campo magnético detectado por el magnetómetro. Pueden disponerse magnetómetros convencionales en un envase con una indicación de la orientación de los ejes a lo largo de los que se detecta el campo magnético. Preferiblemente, los magnetómetros 102 y 103 se disponen con sus ejes en paralelo o sustancialmente en paralelo.  
20 De ese modo, pueden compararse y/o procesarse más fácilmente de manera conjunta señales de ejes paralelos de los magnetómetros respectivos.

En realizaciones alternativas, las señales se emiten desde el magnetómetro como tres señales digitales paralelas o multiplexadas. Los magnetómetros pueden tener cada uno sólo dos ejes o más de tres ejes o uno de ellos puede tener dos ejes mientras que el otro tiene tres ejes.

25 Los magnetómetros están dispuestos en una estación respectiva ubicada en cada lado, izquierdo y derecho, de un camino de entrada (ilustrado mediante líneas discontinuas) a una zona comercial.

Un sentido hacia el interior de la zona comercial y de paso entre las estaciones respectivas se muestra mediante la flecha 112. Un sentido de paso de largo se muestra mediante la flecha 111. Por tanto, una persona que entra en la zona comercial seguirá el sentido 112, mientras que una persona que pasa de largo en una zona de paso, por  
30 ejemplo, en una acera en frente de la zona comercial seguirá el sentido 111.

Sólo se muestran dos estaciones y un único camino de entrada; sin embargo, en las realizaciones están dispuestas más de dos estaciones para cubrir una entrada amplia o para cubrir múltiples caminos de entrada. Por tanto, para cada entrada existe al menos una estación dispuesta en los lados izquierdo y derecho de una entrada. En algunas realizaciones, una estación aloja un magnetómetro de eje múltiple, mientras que en otras una estación aloja tanto un  
35 magnetómetro de eje múltiple izquierdo como uno derecho para un camino de entrada respectivo. En algunas realizaciones, un único magnetómetro de eje múltiple sirve tanto como un magnetómetro izquierdo como uno derecho. En algunas realizaciones, cuando se envía una alarma, tal como se describe adicionalmente a continuación, se envía con una designación o indicación visual del paso, de entre múltiples pasos o caminos de entrada, en el que se produce un evento de activación de alarma, por ejemplo, visualizando un número en un  
40 elemento de visualización.

El término estación designa generalmente cualquier alojamiento o plataforma adecuado para instalar el magnetómetro en una zona comercial.

Tal como se describirá a continuación, las señales lvs y rvs (señales de vector izquierda y derecha) se procesan como un par de señales de vector. En el caso de que se usen más de dos magnetómetros, por ejemplo, para cubrir  
45 múltiples pasos o caminos de entrada, pueden usarse múltiples procesadores de señal para cada par de señales o puede configurarse un procesador de señal para procesar más de dos señales.

Un procesador de señal de este tipo se designa con 101 y recibe las señales lvs y rvs que se introducen a un conversor de analógico a digital 104, ADC. El ADC puede tomar muestras de las señales a una tasa de muestreo relativamente alta, por ejemplo, de 8 kHz que se diezma hasta una tasa de muestreo más baja (no mostrada) tal  
50 como se conoce en la técnica. Las señales digitales resultantes se introducen en un filtro de paso bajo 105, LPF, con una frecuencia de corte de aproximadamente 10 Hz. La frecuencia de corte puede ser tan baja como de aproximadamente 4, 5 ó 6 Hz y tal alta como de 15, 20, 30 ó 40 Hz. El envío del filtro de paso bajo 105 se alimenta a la entrada de filtro de paso bajo 106, y en paralelo con el mismo a complementos respectivos 109 y 110 que restan el envío desde LPF, 106, del envío desde LPF, 105.

- El LPF, 106 tiene una frecuencia de corte de aproximadamente 0,8 Hz, pero puede ser más baja (digamos de aproximadamente 0,4 ó 0,6 Hz) y más alta (digamos de aproximadamente 1,0 ó 1,6 Hz). El LPF 106, está configurado para eliminar o disminuir una parte sustancialmente estacionaria de la señal de vector atribuida al campo magnético terrestre que se detecta por los magnetómetros. El LPF 105 y el LPF 106 implementan en combinación un filtro de paso de banda configurado para suprimir partes de señal que se considera que se mueven demasiado rápido o demasiado lento para originarse a partir del movimiento en las proximidades de los magnetómetros de imanes que pueden usarse para actividades relacionadas con un robo. Por tanto, también podría usarse una implementación de paso de banda.
- Las señales emitidas desde los complementos 109 y 110 se designan LVS y RVS, respectivamente. LVS y RVS se introducen a un procesador de vectores, VEC PROC, 107. Por tanto las señales lvs y rvs se procesan para dar señales LVS y RVS, respectivamente. Este procesamiento puede considerarse un procesamiento previo y se realiza para seis componentes de señal cuando se usan dos magnetómetros de tres ejes. Debido a la tasa de muestreo relativamente baja, un procesador de señal de propósito general es en general suficientemente rápido para permitir el procesamiento de señales multiplexadas o simultáneas de las componentes de señal.
- El procesador de vectores realiza las operaciones descritas en más detalle a continuación en conexión con el diagrama de flujo. El procesador de vectores 107, emite una o más señales indicadoras, RT y ST y/o CT y/o D, que proporcionan medidas de propiedades de campo magnético o campo electromagnético en las proximidades de los magnetómetros. Estas medidas se considera que se correlacionan con eventos relacionados con un robo o eventos no relacionados con un robo, en los que el primero puede usarse para fomentar el envío de una señal de alarma y en los que el último puede usarse para inhibir el envío de una alarma.
- Un detector 108, DTC, recibe una o más de las señales RT y ST y/o CT y/o D y determina si enviar una señal de alarma o no. Esto se describe también en más detalle a continuación.
- La figura 2 muestra un diagrama de flujo para procesar señales de vector de magnetómetros. Las señales de vector LVS y RVS se introducen en una primera parte del diagrama de flujo 228, lo que en algunas realizaciones se realiza mediante el procesador de señal de vector 107. Otra parte del diagrama de flujo 208 en algunas realizaciones se realiza mediante el detector 108. Sin embargo, pueden usarse otras implementaciones. En general, pueden implementarse 228 (107) y 208 (108) mediante una única unidad de procesador de señal (por ejemplo, en forma de un denominado procesador de señal de circuito integrado).
- En la etapa 201, se reciben las señales LVS y RVS muestra por muestra y se calcula la longitud  $|LVS|$  y  $|RVS|$  del vector representada por la señal. En caso de que la longitud de una y/o ambas de ellas supere(n) un valor umbral TH, el procesamiento puede continuar hasta la siguiente etapa 202 y se inicia un denominado rastro de vectores como una secuencia de vectores. El rastro finaliza cuando  $|LVS|$  y/o  $|RVS|$  cae(n) por debajo del umbral de nuevo. El procesamiento puede continuar alternativamente cuando se recibe un número predefinido de muestras que supera el umbral o cuando se graba un rastro completo.
- En la siguiente etapa 202, se calcula la continuidad de la secuencia de vectores. Una medida de continuidad se calcula para identificar si el vector rota monótonamente en el mismo sentido sobre dos o más muestras. La medida de continuidad puede calcularse, por ejemplo, como el denominado producto escalar de dos vectores consecutivos cualesquiera de la misma señal LVS o RVS. La medida se calcula a lo largo de un número de muestras, por ejemplo, desde una primera hasta una muestra siguiente de desde un primer grupo de muestras hasta un grupo siguiente.
- El número de muestras a lo largo del que se considera presente la continuidad se emite como señal indicadora CT. La CT se introduce entonces para la evaluación en la etapa 210 que implementa una función de mapeo. Por debajo de un número predefinido de muestras, la continuidad no está presente y se emite un valor de '0', mientras que por encima de un número predefinido de muestras, la continuidad está presente y se emite un valor de '1'. Esta función de mapeo se ilustra mediante el sistema coordinado en el recuadro 210, en el que el número de muestras se representa a lo largo del eje de abscisas y los valores emitidos a lo largo del eje de ordenadas. Por consiguiente, a la continuidad persistente a lo largo de más de un número predefinido de muestras se le otorgará un valor más grande que la falta de o la interrupción de tal continuidad. Esto se refleja en el envío, que también se designa mediante una señal indicadora, en la etapa 210.
- El envío de la etapa 210 se suma de manera ponderada por medio de complementos y ponderadores, tales como el complemento 223 y el ponderador, w1, 217. La suma total calculada mediante los complementos 223, 224, 225, 226 y 227 se introduce en un detector de umbral 216 que emite una señal de control de alarma, ACS, si la suma total supera un umbral predefinido. La señal de control de alarma puede acoplarse a una unidad de alarma que da una señal de alarma de audio y/o visual. La señal de control de alarma también puede grabarse en un registro, por ejemplo, en una base de datos para una inspección posterior.
- El envío proporcionado por las etapas 202, 210 y 217 con respecto a la continuidad da una contribución a ACS que indica si un objeto magnético pasa entre los magnetómetros o pasa sólo hasta la mitad y entonces se retorna de nuevo. El cálculo de la continuidad puede anularse en el instante en el que se detecta la no continuidad o un número

predefinido de muestras tras esta. El cálculo de la continuidad puede retomarse en cualquier momento, incluyendo el instante en el que se detecta la no continuidad.

La intensidad de LVS y RVS se proporciona también como señal indicadora ST, que puede calcularse o recuperarse en la etapa 203, cf. el cálculo en la etapa 201 a continuación. La señal indicadora ST se introduce en la etapa 211 que calcula también una función de mapeo con un valor o valores de ST como su entrada. Esta función de mapeo se ilustra mediante dos sistemas de coordenadas F1 y F2 en la parte superior e inferior del recuadro 211. Un valor de intensidad grande de ST da un valor relativamente grande de F1, mientras que F2 emite un valor más bajo, por ejemplo, justo por encima de '0'. Por medio del complemento 228, el envío desde F1 se resta y el envío desde F2 se suma. El resultado de la suma realizada mediante el complemento 228 es un valor introducido en el ponderador, w2, 218, y luego introducido en el complemento 223. Este valor contribuye a ACS tal como se describe a continuación. Pueden concebirse otras maneras de implementar la función de mapeo o una función de mapeo alternativa usando técnicas de procesamiento señal convencionales.

El envío proporcionado por las etapas 203, 211, 228 y 218 da, con respecto a la intensidad, una contribución a ACS que indica la intensidad del objeto y puede usarse para distinguir, por ejemplo, imanes de desbloqueo de carros de la compra de metal, en los que los carros de la compra de metal presentan en general un campo magnético más intenso alrededor del carro. Por tanto, un valor de ST grande conduce la entrada al detector de umbral 216 hasta un valor más pequeño para inhibir el envío de una alarma. Al contrario: una señal más débil, pero aún por encima del umbral TH (cf. la etapa 201), conduce la entrada al detector de umbral 216 hasta un valor mayor.

Además, se estima una duración de la(s) señal(es) de vector durante la que presenta(n) una intensidad suficiente y se usa como señal indicadora, D. La duración puede estimarse a partir de un punto de inicio cuando la intensidad de señal supera un nivel umbral a un punto final cuando la intensidad de señal cae por debajo del nivel umbral o de otro nivel umbral. Alternativamente, la duración puede estimarse como el desfase temporal entre dos valores extremos de una derivada primera o adicional de la(s) señal(es) de vector.

La señal indicadora D se introduce en la etapa 212 que calcula también una función de mapeo con un valor o valores de D como su entrada. Esta función de mapeo se ilustra en dos sistemas de coordenadas F3 y F4 en la parte superior e inferior del recuadro 212. Un valor más bajo de D da un valor grande de F3, por ejemplo, cercano a '1', mientras que F4 emite un valor más bajo, por ejemplo, justo por encima de '0'. Por medio del complemento 229, el envío desde F3 se resta y el envío desde F4 se suma. El resultado de la suma realizada mediante el complemento 229 es un valor introducido en el ponderador, w3, 219, e introducido entonces en el complemento 224. Este valor contribuye a ACS tal como se describe a continuación.

Por tanto, sólo si el valor de duración es de aproximadamente una duración más corta predefinida, es decir no demasiado baja o demasiado alta, la medida de duración conducirá el envío de una señal de alarma. Si la duración es de aproximadamente una duración más larga predefinida, la función de mapeo F3 da como resultado un valor positivo, por ejemplo, '1' que se resta por el complemento 220 y por tanto conduce la entrada al detector de umbral 216 a un valor más pequeño para inhibir el envío de una alarma. Este puede ser el caso cuando un carro de la compra está presente.

Una estimación de la rotación de las señales de vector se calcula y se usa como señal indicadora, RT. Tal como se mencionó anteriormente, se adquiere un rastro de las señales de vector LVS y RVS. Los rastros se denominan como TLVS y TRVS, respectivamente. Los rastros comprenden una secuencia de muestras de LVS y RVS respectivas, en la que la intensidad de una muestra de vector (por ejemplo, definida por su longitud) supera un valor umbral (cf. etapa 201). En la etapa 205, los rastros se proyectan a un plano bidimensional común. En el caso en el que los magnetómetros estén alineados mutuamente con sus ejes en paralelo o sustancialmente en paralelo, la proyección se reduce para usar sólo dos de las tres dimensiones de una muestra de vector. En realizaciones preferidas, los rastros se proyectan de esta manera a tres planos ortogonales. En la etapa 206, la rotación de los vectores de campo magnético, tal como se define por los rastros, se estima en cada plano. Por tanto, se hacen dos proyecciones para cada plano, una para cada rastro TLVS y TRVS. Un método de estimación de la rotación se proporciona además a continuación en conexión con los rastros adquiridos.

Como alternativa a proyectar los rastros a diferentes planos que reduce la estimación de rotación a uno o más métodos de estimación bidimensional, pueden aplicarse también métodos de estimación tridimensional u otros métodos de estimación, por ejemplo, que comprenden estimar en primer lugar un plano bidimensional en el que o en el que sustancialmente rota un vector magnético y estimar entonces la rotación en el plano bidimensional estimado.

El envío desde la etapa 206 es una señal RT que representa la rotación o las rotaciones. En la etapa 213, RT se convierte en una señal binaria con el valor '0' si la rotación de TLVS y TRVS es en el mismo sentido; y de '1' si la rotación de TLVS y TRVS es una rotación en sentido contrario. Sin embargo, pueden concebirse otras maneras de codificar una o más señales emitidas, RT. Por tanto, si se produce una situación de sentido contrario, por ejemplo, si un imán pasa entre los dos magnetómetros, se emite un valor '1' desde la etapa 213 hasta el ponderador, w4, 220, que a su vez emite el valor ponderado al complemento 225. A su vez, esto conduce la entrada al detector de umbral 216 a un valor mayor para fomentar el envío de una alarma.



La etapa 207 calcula la longitud, dTLR, del vector de diferencia entre TLVS y TRVS en casos de muestra.

La señal dTLR es también una señal indicadora y se introduce en la etapa 214 que calcula una función de mapeo con un valor o valores de dTLR como su entrada.

5 Esta función de mapeo se ilustra en dos sistemas de coordenadas F5 y F6 en la parte superior e inferior del recuadro 214. Un valor más bajo de dTLR da un valor grande de F5, por ejemplo, cercano a '1', mientras que F6 emite un valor más bajo, por ejemplo, justo por encima de '0'. Por medio del complemento 230, el envío desde F5 se resta y el envío desde F6 se suma. El resultado de la suma realizada mediante el complemento 230 es un valor introducido en el ponderador, w5, 221, y entonces introducido en el complemento 226. Este valor contribuye a ACS tal como se describe a continuación. Más particularmente de manera que, cuando un vector de TLVS y un vector de TRVS son sustancialmente el mismo (sustancialmente del mismo sentido y sustancialmente de la misma longitud), dTLR es corta, el valor de F5 domina y, debido a que la resta se realiza mediante el complemento 230, se inhibe una señal de alarma. Este evento puede producirse cuando el campo magnético detectado está dominado por un objeto intenso, pero relativamente remoto, que debe activar una alarma. En cambio, direcciones diferentes de un vector en TLVS y un vector en TRVS indican un objeto próximo que debe activar una alarma. El hecho de que una alarma se active depende del/de los valor(es) de las otras señales indicadoras tal como se describe a continuación.

Además, en la etapa 209 se mide un cambio en un campo eléctrico. El hardware para medir un cambio de este tipo se describe adicionalmente a continuación. El envío de la etapa 209 es una señal indicadora con el valor absoluto de un cambio en la intensidad de un campo magnético. Por tanto, una caída o un aumento en la amplitud de un campo magnético se representa mediante un valor más grande. La función de mapeo realizada en la etapa 215 da un valor cercano a '0' si no existe cambio y un valor cercano a '1' si existe un cambio. La etapa 215 emite un valor al ponderador, w6, 222, según su función de mapeo. El envío desde el ponderador w6, 222, se alimenta entonces al complemento 227 para provocar o inhibir el envío de una alarma.

En general, pueden concebirse otras maneras de implementar la(s) función(es) de mapeo usando técnicas de procesamiento de señal convencionales. Las funciones elegidas para las funciones de mapeo pueden seleccionarse para adecuarse a aspectos de implementación, el cálculo de las medidas, diferentes intervalos numéricos, etc. Los ponderadores y las funciones de mapeo también pueden calibrarse.

Las figuras 3a, 3b, 3c y 3d representan la intensidad y las proyecciones de rastros de vectores.

La figura 3a muestra un gráfico de la intensidad de vectores, 301, en TLVS y de vectores, 302, TRVS. Los gráficos se dan en un sistema de coordenadas con el tiempo a lo largo de las abscisas (eje x) y la intensidad a lo largo de las ordenadas (eje y).

La figura 3b muestra proyecciones 303 y 304 de TLVS y TRVS a un primer plano (plano XY) abarcadas por las abscisas y las ordenadas.

La figura 3c muestra proyecciones 305 y 306 de TLVS y TRVS a un segundo plano (plano XZ) abarcadas por las abscisas y las ordenadas.

La figura 3d muestra proyecciones 307 y 308 de TLVS y TRVS a un segundo plano (plano ZY) abarcadas por las abscisas y las ordenadas.

Los números de referencia impares pertenecen a TLVS y los números de referencia pares a TRVS.

Un método para estimar la rotación calcula una denominada 'abertura' para la proyección de un rastro. La abertura de un rastro se define como la relación entre la extensión del rastro a lo largo de las abscisas y la extensión del rastro a lo largo de las ordenadas. Los valores de abertura por encima o por debajo de un umbral dan como resultado que la proyección se descarta para el fin de estimar la rotación. Las proyecciones no descartadas se investigan para examinar si el vector se mueve en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. Esto puede deducirse dado que se conoce el orden temporal de las muestras de vector. El símbolo X indica un vector anterior en el tiempo y el símbolo O indica un vector posterior en el tiempo.

Por tanto, el método puede deducir:

- a partir de la figura 3b que, para el rastro 303 y 304, la abertura es demasiado pequeña o demasiado grande y esos rastros se descartan de la estimación de la rotación;
- a partir de la figura 3c que, para el rastro 305 y 306, la abertura está dentro de un intervalo predefinido y esos rastros no se descartan de la estimación de la rotación; pueden usarse para estimar la rotación. Además, el rastro 305 es para un vector que rota en el sentido de las agujas del reloj, y el rastro 306 es para un vector que rota en el sentido contrario a las agujas del reloj. Un imán puede estar pasando entre los magnetómetros.
- a partir de la figura 3d que, para el rastro 307 y 308, la abertura está dentro de un intervalo predefinido y esos rastros no se descartan de la estimación de la rotación; pueden usarse para estimar la rotación. Además, el rastro 307 es para un vector que rota en el sentido de las agujas del reloj, y el rastro 308 es para un vector que rota en el

sentido contrario a las agujas del reloj (difícil de observar a partir de la figura). Un imán puede estar pasando entre los magnetómetros.

5 Por tanto, el método puede emitir una señal indicadora de que se estima una rotación en sentido contrario. El método puede emitir valores indicadores de una manera alternativa siempre que pueda deducirse una rotación en sentido contrario o en el mismo sentido; pueden emitirse valores discretos o binarios.

10 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un componente para detectar el campo eléctrico para el sistema de prevención de robo. La detección del campo eléctrico se conoce en la técnica. En este caso, la detección el campo eléctrico puede usarse tal como se describe a continuación en conexión con el diagrama de flujo para potenciar la inhibición o provocación del envío de una alarma. Especialmente, la detección del campo eléctrico puede usarse para inhibir falsas alarmas.

15 Un sistema de prevención de robo con detección del campo eléctrico comprende una antena transmisora 401 y una antena receptora 402. La antena transmisora 401 radia una señal electromagnética, por ejemplo, a una frecuencia de aproximadamente 20-40 KHz, normalmente de 17-30 KHz, con una amplitud predefinida constante y se conduce mediante un transmisor 403. La antena receptora 402 está acoplada a un receptor 404 que está configurado para emitir una señal indicadora que representa un cambio en la intensidad en la señal electromagnética a medida que se recibe por la antena. El cambio puede ser una caída en intensidad o un aumento en intensidad. Un cambio incluso tan pequeño como del 1-2 por ciento de la intensidad o amplitud predefinida puede detectarse y representarse en la señal indicadora.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de prevención de robo electrónico, que comprende:
  - un primer magnetómetro de eje múltiple (102) dispuesto en una primera estación y configurado para emitir una primera señal de vector (lvs) que representa el movimiento de un primer vector de campo magnético;
- 5 un segundo magnetómetro de eje múltiple (103) dispuesto en una segunda estación y configurado para emitir una segunda señal de vector (rvs) que representa el movimiento de un segundo vector de campo magnético;
  - un procesador de señal (101) acoplado para recibir las señales de vector primera y segunda, y caracterizado porque el procesador de señal (101) está configurado para:
- 10
  - estimar una primera rotación del primer vector de campo magnético y una segunda rotación del segundo vector de campo magnético;
  - generar una primera señal indicadora (RT) que comprende la indicación de una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido;
  - determinar si enviar o inhibir una señal de alarma (ACS) que avisa sobre un posible evento relacionado con un robo en respuesta a al menos la primera señal indicadora.
- 15 2. Sistema de prevención de robo electrónico, según la reivindicación anterior, en el que el procesador de señal (101) está configurado para:
  - seleccionar un primer y un segundo rastro de la primera y la segunda señal de vector, respectivamente; y
  - calcular una proyección del primer rastro y el segundo rastro a un plano de vector común;
- 20 en el que se calcula la estimación de la primera rotación y la segunda rotación con respecto al plano de vector común.
3. Sistema de prevención de robo electrónico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador de señal (101) está configurado además para:
  - calcular una diferencia entre el primer y el segundo vector;
- 25
  - evaluar la diferencia para generar una segunda señal indicadora, que indica la distancia a un objeto magnético; y para
  - incluir la segunda señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.
4. Sistema de prevención de robo electrónico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador de señal (101) está configurado además para:
  - generar una señal que representa la intensidad de un campo magnético detectado por al menos uno de los magnetómetros a partir de los valores de vector primero y/o segundo;
  - estimar la duración de un periodo de tiempo durante el que se satisface un criterio sobre la intensidad del campo magnético;
- 30
  - generar una tercera señal indicadora que representa si la duración del periodo de tiempo pertenece a una primera distribución o a una segunda distribución y/o a una distribución adicional; y para
  - incluir la tercera señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.
- 35 5. Sistema de prevención de robo electrónico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se evalúa la rotación de un vector desde una o más situaciones de tiempo hasta otra o más situaciones de tiempo frente a un criterio de monotonía.
- 40 6. Sistema de prevención de robo electrónico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
  - la primera estación comprende una antena transmisora (401) y un transmisor electrónico (403) que están configurados para transmitir una señal de radiofrecuencia; y
  - la segunda estación comprende una antena receptora (402) y un receptor electrónico (404) que están configurados para recibir la señal de radiofrecuencia;
- 45
  - el sistema comprende un circuito (108) configurado para detectar un cambio predefinido en la señal de

radiofrecuencia, producido por la presencia de un objeto metálico en un espacio entre la ubicación de la primera y segunda estación, y para emitir una cuarta señal indicadora que indica si existe una presencia de un objeto metálico de este tipo, y

- la cuarta señal indicadora se incluye para determinar si enviar o no la señal de alarma.

5 7. Método informático implementado de detección de un evento relacionado con un robo, que comprende:

- adquirir los primeros valores de vector que representan el movimiento de un primer vector de campo magnético por medio de un primer magnetómetro de eje múltiple (102) dispuesto en una primera estación;

10 - adquirir segundos valores de vector que representan el movimiento de un segundo vector de campo magnético por medio de un segundo magnetómetro de eje múltiple (103) dispuesto en una segunda estación;

- estimar una primera rotación del primer vector y una segunda rotación del segundo vector;

- generar una primera señal indicadora (RT) que comprende la indicación de una rotación en sentido contrario o una rotación en el mismo sentido;

15 - determinar si enviar o inhibir una señal de alarma (ACS) que avisa sobre un posible evento relacionado con un robo en respuesta a al menos la primera señal indicadora.

8. Método informático implementado, según la reivindicación 7, que comprende:

- seleccionar un primer y un segundo rastro de la primera y la segunda señal de vector, respectivamente; y

- calcular una proyección del primer rastro y el segundo rastro a un plano de vector común;

20 en el que se calcula la estimación de la primera rotación y la segunda rotación con respecto al plano de vector común.

9. Método informático implementado, según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, que comprende:

- calcular una diferencia entre el primer y el segundo vector;

- evaluar la diferencia con respecto al primer y/o segundo vector para generar una segunda señal indicadora, que indica la distancia a un objeto magnético; e

25 - incluir la segunda señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

10. Método informático implementado, según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende:

- generar una señal que representa la intensidad de un campo magnético detectado por al menos uno de los magnetómetros a partir de los valores de vector primero y/o segundo;

30 - estimar la duración de un periodo de tiempo durante el que se satisface un criterio sobre la intensidad del campo magnético;

- generar una tercera señal indicadora que representa si la duración del periodo de tiempo pertenece a una primera distribución o a una segunda distribución y/o a una distribución adicional; e

- incluir la tercera señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma.

35 11. Método informático implementado, según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que se evalúa la rotación de un vector desde un valor hasta otro frente a un criterio de monotonía.

12. Método informático implementado, según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que:

- la primera estación comprende una antena transmisora (401) y un transmisor electrónico (403) que están configurados para transmitir una señal de radiofrecuencia; y

40 - la segunda estación comprende una antena receptora (402) y un receptor electrónico (404) que están configurados para recibir la señal de radiofrecuencia;

- un circuito (108) está proporcionado para realizar las etapas adicionales de:

detectar un cambio predefinido en la señal de radiofrecuencia, producido por la presencia de un objeto metálico en un espacio entre la ubicación de la primera y segunda estación, y

emitir una cuarta señal indicadora que indica si existe una presencia de un objeto metálico de este tipo, y el

método comprende la etapa de:

- incluir la cuarta señal indicadora al determinar si enviar o no la señal de alarma (ACS).

- 5
13. Sistema de procesamiento de datos que tiene almacenado en el mismo medios de código de programa adaptados para provocar que el sistema de procesamiento de datos realice las etapas del método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, cuando dichos medios de códigos de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.
- 10
14. Producto de programa informático que comprende medios de código de programa adaptados para provocar que un sistema de procesamiento de datos realice las etapas del método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, cuando dichos medios de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.

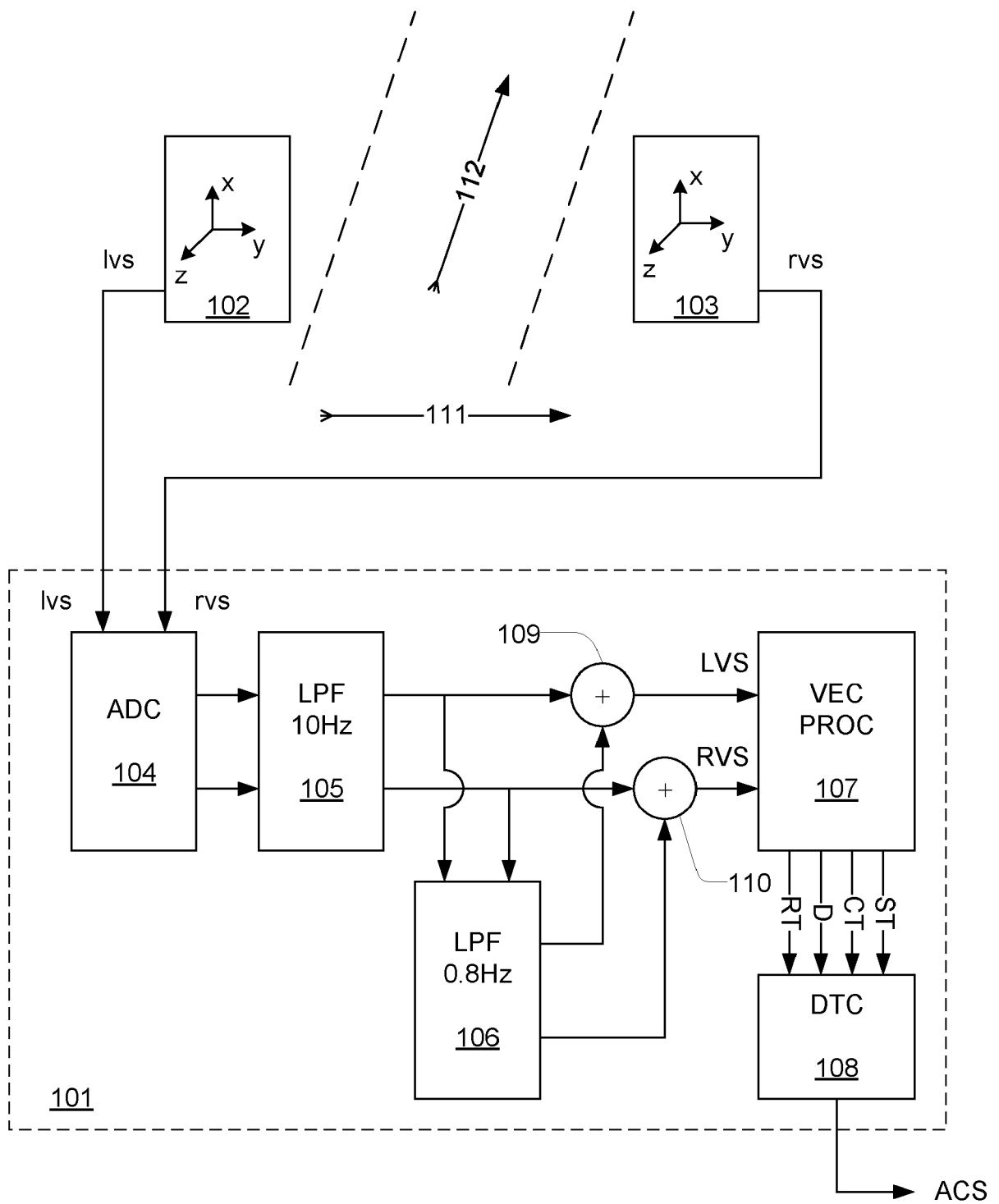


Fig. 1

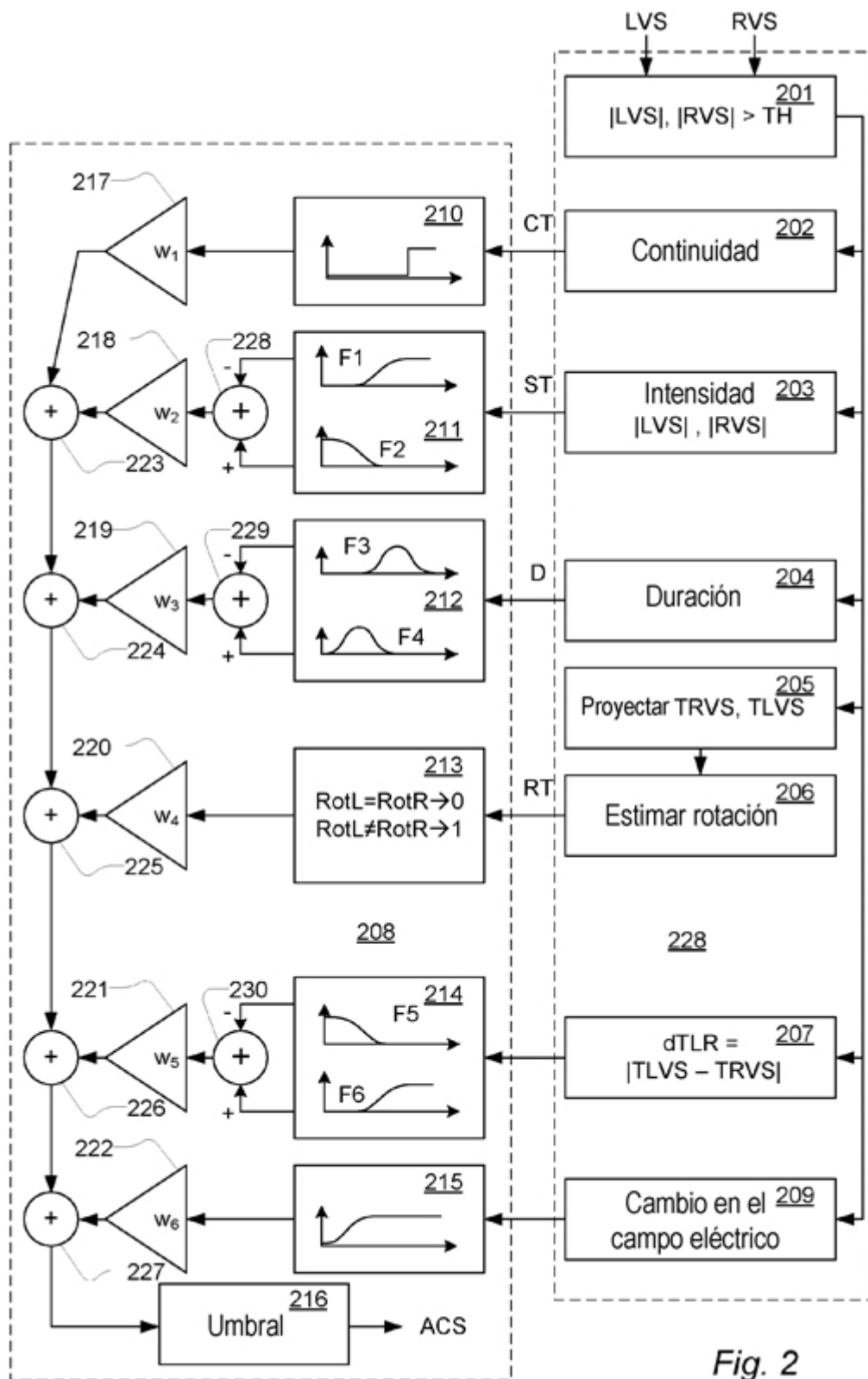


Fig. 2

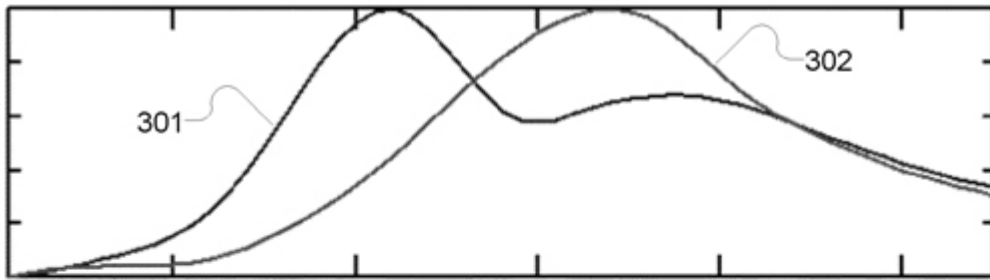


Fig. 3a

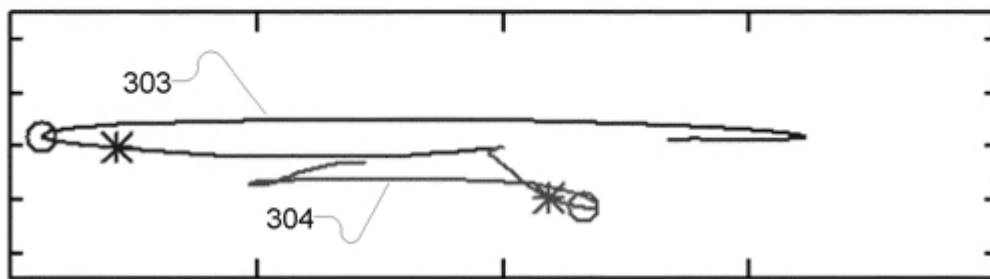


Fig. 3b

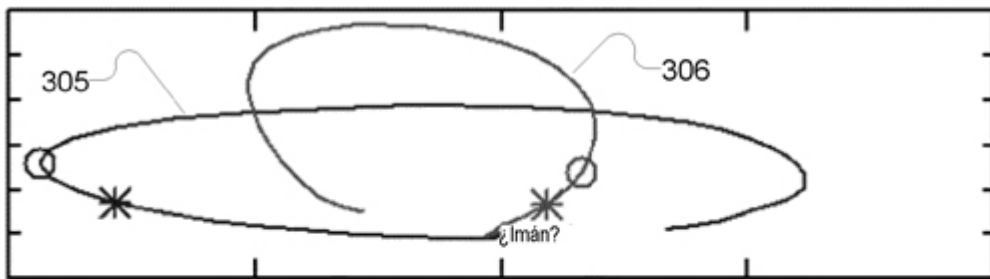


Fig. 3c

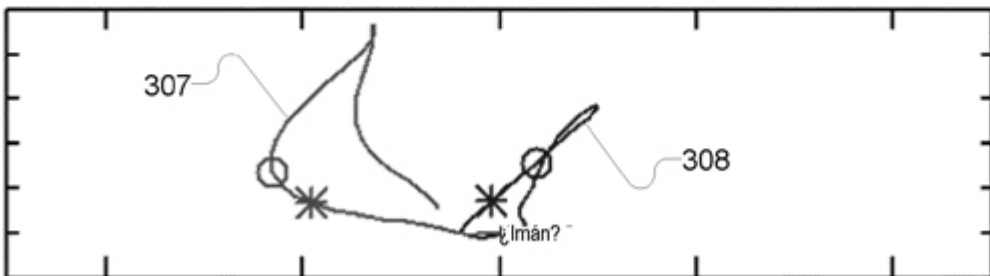


Fig. 3d



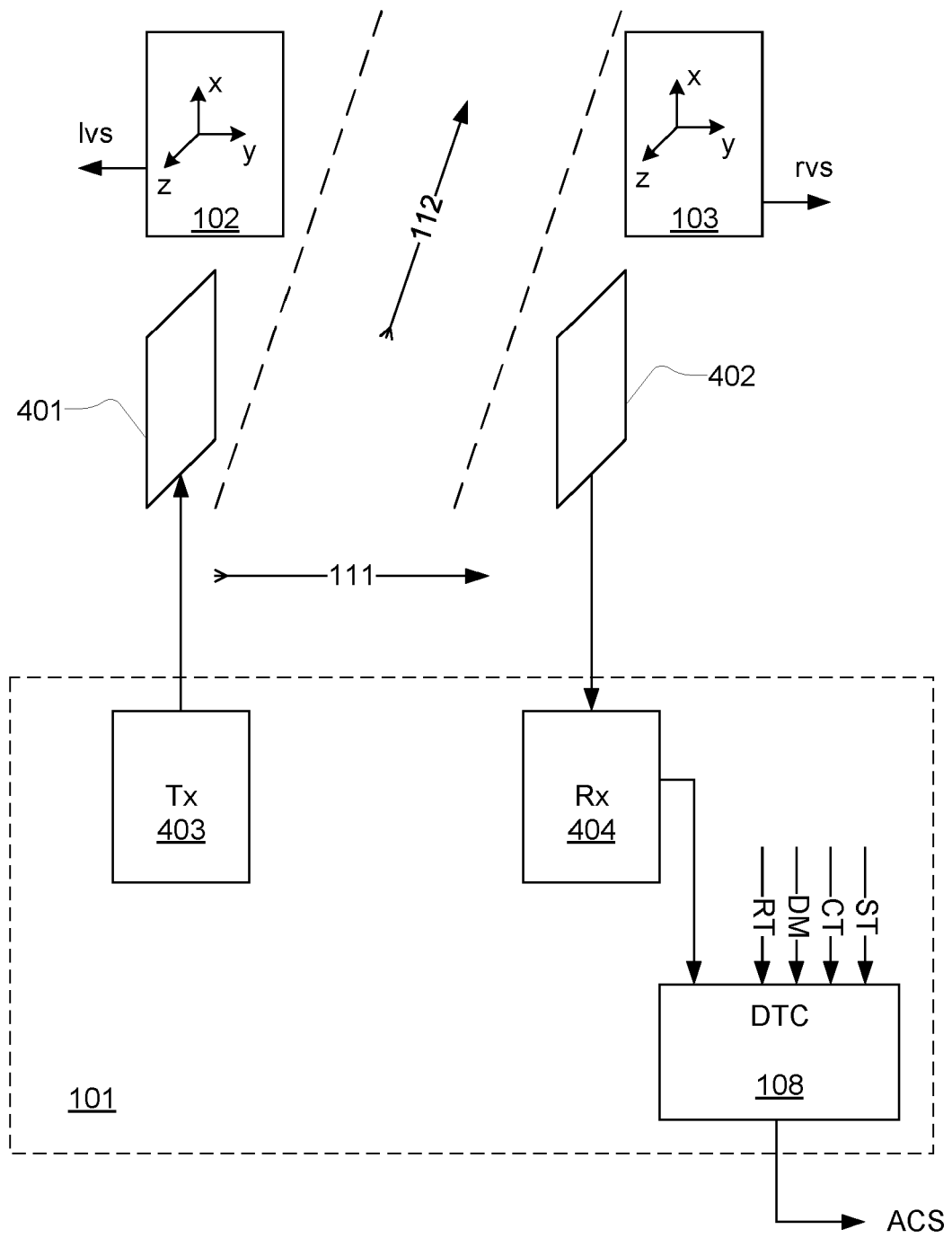


Fig. 4