

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 902**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/22 (2006.01)
H01Q 7/00 (2006.01)
G06K 19/077 (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)
A63B 24/00 (2006.01)
A63B 43/00 (2006.01)
G06K 7/10 (2006.01)
A63B 63/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2012 PCT/EP2012/056007**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.10.2013 WO13149649**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2012 E 12714284 (2)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 2834880**

54 Título: **Sistema de antena para determinar un tránsito de un objeto en movimiento a través de un área de interés**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.03.2021

73 Titular/es:

FRAUNHOFER-GES. ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es:

HARTMANN, MARKUS;
BRETZ, INGMAR;
BERNHARD, JOSEF y
ESKILDSSEN, JØRN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 814 902 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 antena para determinar un tránsito de un objeto en movimiento a través de un área de interés

5 Antecedentes

Las realizaciones de la presente invención se refieren a un sistema de antena para determinar un tránsito de un objeto en movimiento a través de un área de interés dentro de un plano de detección y a un método para determinar dicho tránsito.

10 Son numerosas las aplicaciones en las que los objetos se controlan con respecto a su movimiento, como por ejemplo en los juegos de deportes. Los juegos de deportes, tal como por ejemplo fútbol, fútbol americano, balonmano, hockey sobre hielo, hockey o similares emplean reglas en las que una parte participante anota cuando un objeto, tal como un balón o similar, cruza un plano de detección predeterminado, como por ejemplo la cara frontal abierta de una portería en el fútbol. La cuestión de si el balón pasó por completo el plano que bordea la meta es de suma importancia para concluir si se ha logrado el tanto o no. Tradicionalmente, esa decisión ha sido tomada por un árbitro a partir de una observación visual. Especialmente en escenarios donde el balón se mueve en la dirección de la portería y es devuelto rápidamente por el portero, es difícil determinar si el balón entró completamente en la portería, lo que es si el balón se movió completamente a través del plano de detección.

20 Aparte de los sistemas ópticos basados en cámaras, algunos enfoques proponen detectar la transición del balón a través de un plano de detección utilizando campos y/o señales electromagnéticas derivadas de los mismos. Algunos sistemas propuestos proporcionan campos magnéticos de diferente dirección en lados opuestos del plano de detección junto con sensores dentro del objeto en movimiento o el balón bajo observación. Es decir, un sensor dentro del objeto monitoriza el campo magnético y determina que pasó a través del plano de detección cuando la orientación del campo magnético ha cambiado. En ese caso, el objeto en movimiento o un emisor contenido en el mismo transmite la información de que el objeto en movimiento detectó la transición a través del plano de detección a un circuito receptor para poder indicar si el balón estaba completamente dentro del volumen de la portería o no.

30 Otros sistemas utilizan dos bucles de antena en cada uno de los lados del plano de detección, en donde cada uno de los bucles de antena recibe una señal de alta frecuencia con fase opuesta de manera que proporciona campos magnéticos que se anulan entre sí en el plano de detección en el medio entre los dos bucles. Un tercer bucle de antena receptora se despliega en esta posición para recibir la perturbación de campo de un objeto en movimiento que pasa a través de la instalación, de manera que se pueda concluir, al producirse una señal en el bucle de la antena receptora, que un balón o un objeto en movimiento pasó el plano del bucle de la antena receptora.

40 Con el fin de proporcionar o recibir el campo magnético utilizado para la detección, esos sistemas utilizan bucles de antenas que rodean completamente el área de interés dentro del plano de detección, de manera que por ejemplo la boca abierta de una portería de fútbol, con el fin de proporcionar un campo de geometría predeterminada con precisión. Al confiar en la generación precisa de un campo magnético de geometría predeterminada, en particular con respecto al plano de detección donde se requiere un campo magnético que desaparece, esos sistemas sufren de una resolución espacial disminuida, ya que la generación de una configuración de campo tan precisa en grandes áreas es difícilmente factible.

45 El documento WO2006094508 (A1) describe un sistema de detección de si un objeto móvil, tal como un objeto deportivo, p. ej., un balón de fútbol o un disco de hockey sobre hielo, ha pasado el plano de la portería. Se supone que es conocido rodear el plano de la portería con conductores para producir un campo electromagnético para excitar los medios emisores de señales en el objeto móvil, o alternativamente detectar la señal emitida por los medios emisores. De acuerdo con el documento WO2006094508 (A1), estos circuitos están seccionados en una pluralidad de circuitos separados, lo que proporciona una resolución espacial mejorada del sistema, en particular cuando el objeto móvil está cerca de los conductores.

50 El documento WO0047291 (A1) propone un aparato para detectar la posición de un objeto con respecto a un plano, que comprende al menos una bobina energizadora y al menos una bobina detectora, estando dispuestas las bobinas de modo que a medida que un objeto se mueve con respecto a ellas afecta a la señal detectada; y medios de detección de fase para detectar la variación de señal e indicar la presencia o posición del objeto. El aparato está dispuesto de modo que se produce una inversión de fase detectable cuando el objeto cruza el plano.

60 El documento GB 2 001 250 A se refiere a un aparato para registrar un evento fortuito y, particularmente, a un aparato para monitorizar un área límite que está marcada en un espacio por una línea límite, con respecto a objetos que cruzan la línea límite. Monitorizar las líneas límite da lugar a dificultades, especialmente cuando diversos objetos atraviesan la línea límite, pero de tales objetos, sólo un objeto dado, que debe identificarse en consecuencia, debe seleccionarse y registrarse selectivamente.

Es decir, hay un deseo de proporcionar un sistema de antena y un método para determinar el tránsito de un objeto en movimiento a través de un área de interés dentro de un plano de detección que tenga una mejor característica.

Resumen

5 La invención se define por las reivindicaciones independientes. Otros aspectos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes. Las realizaciones que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones no describen parte de la presente invención.

10 Un sistema de antena comprende al menos una antena de bucle para la recepción del campo electromagnético, la al menos una antena de bucle que comprende uno o más bucles de antena dispuestos sólo dentro de un plano de la antena que es perpendicular al plano de detección. Es decir, se utiliza una antena de bucle para detectar una componente de campo magnético de un campo electromagnético, en donde la orientación de la antena de bucle, que es el área delimitada por los conductores de los bucles de antena, es perpendicular al plano de detección. Al utilizar una antena de bucle de este tipo, la antena es sensible a una componente de campo del campo magnético emitida por el objeto en movimiento que es paralela al plano de detección. La al menos una antena de bucle comprende una primera ruta de señal y una segunda ruta de señal simétricas al plano de detección, la primera y la segunda ruta de señal se dividen en un primer terminal y se suman en el segundo terminal, la primera ruta de señal comprende un primer segmento conductor que se extiende en paralelo al plano de detección y la segunda ruta de señal comprende un segundo segmento conductor que se extiende en paralelo al plano de detección. Una ruta de señal de bucle de tierra está conectada a los terminales de la al menos una antena de bucle de manera que cierra un bucle conductor que encierra el plano de detección para generar un campo electromagnético de excitación, en donde una señal de excitación en el bucle conductor se divide en el primer terminal y se suma en el segundo terminal para utilizar la primera ruta de señal y la segunda ruta de señal de la al menos una antena de bucle para la generación del campo electromagnético de excitación que está configurado para excitar el objeto en movimiento a la emisión del campo magnético. El primer terminal está situado entre una primera bobina que forma parte de la primera ruta de señal y una segunda bobina que forma parte de la segunda ruta de señal, teniendo la primera bobina y la segunda bobina devanados de orientación opuesta; en donde un transformador que comprende dicha primera bobina y dicha segunda bobina, comprende además una tercera bobina acoplada a la primera bobina y la segunda bobina de manera que esencialmente no se induce corriente en la tercera bobina cuando una corriente a través de la primera bobina y la segunda bobina es esencialmente igual. Las realizaciones comprenden además un terminal de señal que comprende un primer terminal de señal acoplado a un primer lado de la tercera bobina y un segundo terminal de señal acoplado a un segundo lado diferente de la tercera bobina para proporcionar una señal de recepción, comprendiendo la señal de recepción información sobre una posición del objeto en movimiento.

35 Breve descripción de las figuras

A continuación, se describirán algunas realizaciones de aparatos y/o métodos solo a modo de ejemplo y con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales

40 la Fig. 1 muestra una vista esquemática de una portería de un campo de fútbol que tiene montada en la misma una realización de un sistema de antena;

la Fig. 2 muestra una vista lateral de una sección del sistema de antena unido a la portería;

la Fig. 3 muestra un ejemplo de características de señal idealizadas de una señal de excitación y una señal de recepción;

45 la Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de una realización de un sistema de antena montado en una portería;

la Fig. 5 muestra una vista esquemática de una portería equipada con una realización de un sistema de antena y una ilustración de las señales de recepción determinadas;

la Fig. 6 muestra una vista más detallada de las señales generadas cuando el balón transita a través del

50 plano de detección en la realización de la Fig. 5;

la Fig. 7 muestra un diagrama de circuito de una realización de un sistema de antena;

la Fig. 8 muestra una implementación de un generador de señales de calibración para generar una señal de calibración;

la Fig. 9 muestra un diagrama de flujo de una realización de un método de acuerdo con la presente invención;

55 y

la Fig. 10 muestra una realización de un equipo deportivo que puede funcionar para emitir un campo electromagnético de acuerdo con la presente invención.

60 La Fig. 1 muestra una vista esquemática de una portería, p. ej., de un juego de fútbol, que tiene montados en ella cuatro sistemas 2a-d de antena de acuerdo con una realización de la presente invención. Aunque la portería está encerrada por cuatro sistemas de antena en la Fig. 1, otras realizaciones también pueden utilizar diferentes cantidades de sistemas de antena. Por ejemplo, en una realización adicional, solo se puede utilizar un sistema de antena, ya sea en uno de los postes de la portería o en el larguero de la portería. En la realización de la Fig. 1, el sistema de antena sirve para determinar el tránsito de un balón a través de un área de interés dentro de un plano de detección. En la

configuración de la Fig. 1, el plano de detección es el plano perpendicular a las antenas 4a-d de bucle de los sistemas 2a-d de antena y, por tanto, paralelo a la cara frontal abierta de la portería.

5 Como se elabora en la siguiente descripción de las Figs. 2 a 6, las antenas 4a-d de bucle son las antenas utilizadas para la detección del cruce o del tránsito del balón 11 a través del plano de detección. Por tanto, las antenas 4a-d de bucle también pueden denominarse antenas de línea de meta. Las realizaciones de la Fig. 1 comprenden además una antena 6a-d de bucle adicional en cada uno de los sistemas 2a-d de antena, que comprenden uno o más bucles de antena dispuestos solo dentro de un plano de antena adicional que es perpendicular al plano de antena de las antenas 4a a 4d de bucle y paralelas al plano 22 de detección. Estas antenas de bucle adicionales pueden servir para derivar una información de si el balón pasó a través del plano 22 de detección dentro o fuera de la portería. Por lo tanto, las antenas 6a-d de bucle adicionales también pueden indicarse como antenas de cuadro. En otras palabras, las antenas de cuadro sirven para definir un área de interés dentro del plano de detección para poder concluir si el balón cruzó el plano de detección dentro del área de interés. Por lo tanto, las antenas 6a-d de bucle adicionales están situadas en el borde del área de interés, es decir, en los postes de la portería.

15 La Fig. 1 ilustra además esquemáticamente una ruta 8 de señal de bucle de tierra, que sirve para conectar los terminales primero y segundo de las antenas 4a-d de bucle para cerrar un bucle conductor con el fin de generar un campo electromagnético de excitación como se ilustra en la Fig. 2. Es decir, la ruta 8 de señal de bucle de tierra cierra el circuito eléctrico para permitir la generación del campo electromagnético de excitación con las antenas 2a-d de bucle.

20 Aunque las realizaciones ilustradas en el presente documento utilizan las antenas 4a-d de bucle para generar también el campo electromagnético de excitación aplicando una señal de excitación a dichas antenas 4a-d de bucle, realizaciones adicionales pueden utilizar un bucle de excitación separado con el fin de proporcionar el campo electromagnético de excitación.

25 En lo que sigue, se explicará junto con la discusión de Figs. 2 a 6 el principio de funcionamiento del sistema de antena y de la determinación de la presencia de un cruce o de un tránsito de un objeto en movimiento a través del área de interés dentro del plano 22 de detección.

30 Con un sistema de antena de acuerdo con la presente invención, se puede generar un campo electromagnético de excitación que ha presentado líneas de la componente magnética que cruza el plano 22 de detección esencialmente perpendicular al plano 22 de detección. El campo 10 electromagnético de excitación o, para ser más precisos, su componente magnética sólo se ilustra esquemáticamente indicando la dirección de una única línea 10 de campo en la Fig. 2.

35 La utilización de un objeto 11 en movimiento que emite un campo 12 magnético, como se ilustra en la Fig. 2, la componente 12 magnética del campo electromagnético es recibida por medio de las antenas 4a-d de bucle. La Fig. 2 supone que el objeto 11 en movimiento es un balón de juego de deportes que emite el campo 12 magnético como se ilustra mediante las líneas de campo mostradas. En principio, esto se puede lograr utilizando un objeto 11 o un balón que envía activamente un campo 12 magnético.

40 Las realizaciones descritas en las Figs, sin embargo, utilizan un balón 11 o un objeto en movimiento que se excita por el campo 10 electromagnético de excitación como se genera por las antenas 4a-d de bucle para emitir el campo 12 magnético. Para este fin, se puede utilizar un balón o un objeto 11 en movimiento como se muestra en la Fig. 10, ilustración de la izquierda, que comprende tres antenas 14a-c de bucle que están dispuestas en una orientación perpendicular por pares entre sí. Las tres antenas 14a-c de bucle están conectadas en serie entre sí y con un resonador 16, teniendo el resonador 16 una frecuencia de resonancia correspondiente esencialmente a la frecuencia del campo 10 electromagnético de excitación. Es decir, el objeto tiene tres bobinas 14a-c perpendiculares con una frecuencia de resonancia correspondiente a la frecuencia del campo 10 electromagnético de excitación. Cuando un balón u objeto 11 de este tipo se acerca a la portería o al sistema 2a-d de antena, las bobinas 14a-c dentro del balón 11 se estimulan por el campo 10 electromagnético de excitación. Es decir, se induce una corriente en las antenas 14a-c de bucle. Debido a la frecuencia de resonancia del resonador del objeto 11 en movimiento y la frecuencia correspondiente de la señal 10 electromagnética de excitación, la energía recibida se almacena en el circuito resonante o en el resonador 16 del objeto en movimiento, p. ej., en un condensador utilizado en el mismo. La oscilación en el resonador o la energía almacenada, genera entonces un campo magnético en las bobinas 14a-c del propio objeto 11 en movimiento, que tiene líneas 12 de campo con una dirección opuesta a la dirección de las líneas de campo del campo 10 electromagnético de excitación.

45 50 55 60 De acuerdo con realizaciones adicionales, el objeto en movimiento comprende tres antenas de bucle o bobinas 14a-c que se están dispuestas en una orientación perpendicular por pares entre sí y que no están conectados en serie, como se indica por la ilustración de la derecha en la fig. 10. Cada una de las antenas de bucle o bobina 14a-c forma un resonador independiente que comprende además una capacitancia 16a-c asociada que está conectada en serie o en paralelo. Cada uno de los tres circuitos resonantes así proporcionados se sintoniza con la frecuencia del campo 10

electromagnético de excitación eligiendo apropiadamente las capacitancias y las inductancias de los bucles de cada uno de los circuitos.

Debido a las propiedades del resonador, el campo 12 magnético emitido por el objeto 11 en movimiento se retrasa con respecto al campo 10 electromagnético de excitación en un tiempo correspondiente a un desplazamiento de fase de 90° ($\pi/2$). Esta estimulación de la emisión de un campo 12 magnético también se utiliza en los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) para transmitir información de objetos que no tienen incorporadas fuentes de energía propias. En RFID, la emisión excitada de un campo 12 magnético como se ilustra en la Fig. 2 también se conoce como "retrodispersión". El campo 12 magnético retrodispersado o emitido del objeto 11 en movimiento es recibido, entre otros, por la antena 4c de bucle que está montada detrás de un poste de portería o una barra 18 de una portería. Mientras que las antenas 4a-d de bucle de los sistemas de antena ilustrados en las Figs. comprenden solamente un único bucle de antena formado por un conductor, otras realizaciones también pueden utilizar antenas de bucle que tengan más bucles. La Fig. 3 ilustra una relación de fase idealizada entre una señal 28 de excitación utilizada para generar el campo 10 electromagnético de excitación y una señal 29 de recepción tal como se puede recibir en un terminal de señal de la antena 4c de bucle.

La utilización de un objeto 11 en movimiento como, por ejemplo, el ilustrado en la Fig. 10 conduce a una configuración de campo del campo 12 magnético emitido por el objeto 11 en movimiento como se ilustra en la Fig. 2. Esto se debe a la causa de que los campos electromagnéticos individuales emitidos por las tres antenas 14a-c de bucle se superponen entre sí, de manera que llegan a la configuración de campo de la Fig. 2. En la Fig.2 se ilustra un vector 20 de intensidad de campo ejemplar del campo 12 magnético emitido, que está compuesto por una primera componente 20a en paralelo al plano 22 de detección, así como por una segunda componente 20b perpendicular al plano 22 de detección. Debido a su orientación, la antena 4c de bucle es sensible a la primera componente 20a, que, por tanto, también se denomina la parte de la línea de meta, mientras que la segunda componente 20b también se denomina la parte del marco del vector 20 ($H_{\text{atrás, balón}}$) de intensidad de campo.

En otras palabras, la señal de retrodispersión del objeto 11 en movimiento o el balón induce una corriente en la antena 4c de bucle y la antena 6c de bucle adicional del sistema 2c de antena. La antena 6c de bucle adicional sólo se ilustra esquemáticamente y en aras de la completitud en la Fig. 2. La señal retrodispersada o recibida se puede dividir en una parte 20b de marco y una parte 20a de línea de meta. Dependiendo de la posición del balón, la orientación del vector 20 del campo H de la señal de retrodispersión está cambiando. Tan pronto como el balón pasa el plano 22 de detección en el centro de la antena 4c de bucle, la primera componente 20a del vector de intensidad de campo ($H_{\text{atrás, portería}}$) está cruzando cero y la forma de onda de la señal se invierte. Es decir, una condición de fase de la señal de recepción cambia de acuerdo con una condición predeterminada. La condición predeterminada es, de acuerdo con la realización de las Figs. 2 a 6, que la forma de onda de la señal está invertida y que la fase experimenta un cambio de 180° . Una vez que se produce una inversión de fase o un desplazamiento de fase de 180° se determina evaluando la señal de recepción proporcionada por el sistema 2c de antena, en particular por la antena 4c de bucle, se puede suponer un tanto, ya que el centro del balón o del objeto 11 en movimiento cruzó la línea de simetría de las dos rutas de señal de la antena 4c de bucle, que es el plano 22 de detección. Sin embargo, en el momento del cruce, la intensidad de campo general del campo 12 electromagnético de excitación es máxima y, por lo tanto, se mantiene la emisión del campo 12 magnético del objeto en movimiento, aumentando la precisión alcanzable en la determinación del tránsito del objeto 11 en comparación con enfoques alternativos, donde el campo electromagnético de excitación dentro del plano 10 de detección se sintoniza o ajusta a cero.

La utilización de un sistema de antena de acuerdo con una realización de la presente invención, por lo tanto, permite determinar la ocurrencia de un tanto, es decir, el hecho de que el balón 11 completo estaba, en cualquier momento, completamente detrás de la línea de meta, con la máxima precisión.

Para la detección de un gol en un partido de fútbol, el sistema 4c de antena puede comprender una estructura de montaje operable para montar el sistema de antena a una estructura de soporte o a la portería, de tal manera que el plano 22 de detección tiene una distancia igual a la mitad de un diámetro de un balón de fútbol al frente de la portería. Con el fin de proporcionar una solución más flexible, la estructura de montaje puede ser ajustable para adaptarse a diferentes diseños de portería, de manera que se puede ajustar la distancia predeterminada a los requisitos. La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de la configuración ilustrada en la Fig. 2, en donde se muestra ilustrada esquemáticamente una realización de una estructura 24 de montaje adaptada para montar el sistema de antena que comprende la antena 4c de bucle y la antena 6c de bucle adicional en la barra 18 de aluminio de una portería.

Como se ilustra adicionalmente en la Fig. 4, la antena 4C de bucle comprende un primer terminal 26a y un segundo de terminal 26b con el fin de recibir la señal 28 de excitación para la antena 4c de bucle, que permite proporcionar dicha señal 28 de excitación a la antena de bucle. Como se ilustra con más detalle en la Fig. 4, la señal 28 de excitación de corriente alterna se divide y se transfiere (propaga) desde el primer terminal 26a al segundo terminal 26b a través de una primera ruta 30a de señal, así como a través de una segunda ruta 30b de señal. Es decir, ambos conductores de la antena 4c de bucle, que se extienden en paralelo al plano 22 de detección, participan en la generación del campo 10 electromagnético de excitación. De acuerdo con la realización de la Fig. 4, la antena 6c de bucle adicional, es decir,

la antena de cuadro, no participa en la generación del campo 10 electromagnético. Sin embargo, otras realizaciones también pueden utilizar la antena 6c de bucle adicional para la generación del campo 10 electromagnético de excitación.

5 La Fig. 4 ilustra además una ruta 32 de señal de compensación, que está acoplada a la segunda ruta 30b de señal y que sirve para equilibrar la antena 4c de bucle. En realizaciones alternativas, la ruta 32 de señal de compensación puede, por supuesto, también estar acoplada a la primera ruta 30a de señal. La ruta 32 de señal de compensación tiene características de acoplamiento ajustables con respecto a la segunda ruta 30b de señal. Esto se puede utilizar para compensar las componentes de campo generadas por corrientes parásitas en postes metálicos tal como, por ejemplo, en el poste 18 de aluminio ilustrado en la Fig. 4. Las corrientes parásitas pueden, por ejemplo, generarse por la corriente en la primera ruta 30a de señal y, por tanto, inducir una corriente en la antena 4c de bucle que no es provocada por el objeto en movimiento y, por tanto, no deseable. Por medio de la ruta 32 de señal de compensación, o, más generalmente, utilizando un generador de señal de compensación dentro del sistema 2c de antena, tales componentes de la señal pueden compensarse de modo que la antena esté balanceada, es decir, una de las rutas 30a o 30b de señal transporta la mitad de la corriente de la señal 28 de excitación, mientras que la otra ruta de señal, posiblemente junto con la ruta 32 de señal de compensación o con el generador de señal de compensación, transporta la otra mitad de la corriente, de modo que ninguna señal como inducida en la antena 4c de bucle sin la presencia del objeto 11 en movimiento en la proximidad de la antena 4c de bucle. Con este fin, la antena de bucle se sintoniza de manera que ambas señales que transportan la mitad de la corriente cada una estén en fase.

20 La Fig. 4 muestra una posibilidad particular para implementar un generador de señal de compensación utilizando un cable de compensación que tiene una distancia ajustable al cable de la segunda ruta 30b de señal y/o una inductancia ajustable de modo que la antena se pueda balancear ajustando el distancia y/o la inductancia una vez que la antena está montada en la estructura de soporte o en la portería. Una posibilidad adicional para implementar un generador de señal de compensación sería, por ejemplo, agregar una parte simétrica de metal o aluminio en el otro lado del sistema 2c de antena, de manera que se proporcione una configuración simétrica en la que las corrientes parásitas de las diferentes barras metálicas compensen la una a la otra. Una posibilidad adicional de implementar un generador de señal de compensación sería, por ejemplo, inducir una corriente en la antena 4c de bucle o en una ruta de señal de la antena 4c de bucle con una amplitud y fase ajustadas apropiadamente, generadas de manera que la influencia de la corriente parásita se compense. La inducción de esta señal de compensación adicional podría realizarse, por ejemplo, mediante otro transformador o similar. Sin embargo, cuando se utiliza una ruta 32 de señal de compensación o un cable de compensación como se ilustra en la Fig. 4, y, con más detalle en la Fig. 7, no es necesaria una ruta de señal activa adicional y, por lo tanto, el sistema de antena sigue siendo simple y confiable.

35 Aparte de la utilización del generador de señal de compensación o la ruta 32 de señal de compensación, el diseño del sistema de antena también es altamente eficiente en evitar la diafonía o componentes de señal no deseadas, en comparación con otras soluciones que emplean un bucle independiente adicional para la generación del campo 10 electromagnético de excitación. Utilizar un bucle adicional puede generar señales de interferencia en la antena 4c de bucle del sistema 2c de antena que podría cubrir el campo 12 magnético de la señal de retrodispersión del objeto 11 en movimiento. Esto disminuiría la precisión de la detección de la ocurrencia de un gol de manera significativa. Sin embargo, utilizando la antena de bucle para crear el campo electromagnético de excitación, como en las realizaciones descritas en las Figs., evita la aparición de señales de diafonía debido a la generación particular del campo 10 electromagnético de excitación.

45 La Fig. 5 muestra, a modo de ejemplo, dos señales 42a y 42b de recepción, tal como pueden ser recibidas por la antena de bucle de la Fig. 4c, cuando un balón pasa por un plano de detección de una portería de manera que se logra un tanto en un juego de fútbol o balonmano o similar. La Fig. 5 muestra esquemáticamente una portería y las señales 42a y 42b de recepción resultantes de dos posiciones diferentes en las que un balón pasa por el plano de detección. La primera posición 40a está esencialmente en el centro de la portería mientras que la segunda posición 40b está cerca de un poste de la portería. El sistema de coordenadas se elige para que la dirección X sea la dirección desde la parte inferior a la barra superior de la portería, mientras que la dirección Y se extiende de izquierda a derecha y la dirección Z es perpendicular al plano del papel, es decir, perpendicular al plano de detección, que es paralelo al plano de la cara abierta de la portería.

55 Las dos características de señal de las señales 42a y 42b de recepción, tal como se determinan por una realización del sistema de antena, se muestran en la parte superior de la portería 18. La geometría se elige de manera que el plano que tiene una coordenada Z de cero, corresponde al plano de detección. Como ya se explicó en los párrafos anteriores, una señal 42a y 42b de recepción determinada por algunos sistemas de antena de acuerdo con la presente invención se somete a un cambio de fase, es decir, cruza cero cuando el balón cruza o pasa por el plano de detección. Aunque las amplitudes de las señales 42a y 42b de recepción y la distancia al plano de detección que corresponde a la aparición de una señal de recepción detectable (en términos de una amplitud significativa producida por el objeto en movimiento) pueden diferir significativamente, es evidente que, independientemente de la posición en la que el balón pasa por el plano de detección, el cambio de fase se produce precisamente en la posición del plano de detección. Esto se debe particularmente a la geometría de las antenas 4a-d de bucle del sistema de antena, en particular debido

a su orientación con respecto al plano de detección y debido a la generación del campo electromagnético de excitación mediante las antenas de bucle. Por lo tanto, la detección confiable de un tanto se puede lograr en el área de interés completa, en particular, ya que un cambio de fase, es decir, el cambio de una condición de fase de 180° (un cambio en el signo de una cantidad particular) puede detectarse con alta precisión.

5 La Fig. 6 ilustra una implementación particular sobre cómo se puede realizar la detección del cambio de fase, que además permite cancelar efectos a largo plazo, tales como desviaciones del sistema inducidas por la temperatura o similares. En principio, las señales de recepción como se reciben en los terminales de señal de la antena de bucle pueden proporcionarse o alimentarse a un circuito receptor, donde la señal de retrodispersión, es decir, la señal recibida causada por el campo 12 magnético del objeto 10 en movimiento, se convierte descendientemente de manera coherente a una señal de banda base compleja. La conversión descendente da como resultado un vector de valor complejo para la señal de recepción. El vector de la señal de recepción puede compararse con el vector de señal de la señal de excitación utilizado para generar el campo electromagnético de excitación. Como se ilustra en la Fig. 3, para una configuración ideal, el desplazamiento $\Delta\phi$ de fase entre los dos vectores es de 90°. Sin embargo, debido a la diferente longitud del cable, las variaciones y los tiempos de funcionamiento en los circuitos receptores o influencias similares, el desplazamiento de fase será en general diferente de 90°. La amplitud del vector complejo que representa la señal recibida depende de la posición del balón, en particular, de la distancia del balón con respecto al plano de detección. Sin embargo, como ya se indicó en la Fig. 5, se produce una inversión de fase cuando el balón pasa el plano de detección o la línea de meta.

20 En los algoritmos de detección de gol, las partes imaginarias y reales de la señal de banda base con valor complejo pueden procesarse por separado. Es decir, un algoritmo utilizado para detectar el tránsito de un objeto 11 en movimiento a través del plano 22 de detección puede buscar un punto de cruce por cero, es decir, una configuración donde el vector de valor complejo cruza cero debido al cambio de condición de fase. Para suprimir los efectos del ruido, también se puede verificar si se produjo un pico de amplitud por encima de un cierto umbral mínimo justo antes del cambio de fase o del punto de cruce por cero. Además, para evitar detecciones erróneas provocadas por desviaciones a largo plazo de todo el sistema, otras realizaciones de la presente invención pueden utilizar dos frecuencias diferentes. Una frecuencia de una señal de excitación utilizada para la generación del campo 10 electromagnético de excitación corresponde a la frecuencia de resonancia del resonador 16 del objeto 11 en movimiento mientras que otra frecuencia está ligeramente por debajo o por encima de la frecuencia de resonancia. Por tanto, el objeto en movimiento o el balón es menos sensible a la segunda frecuencia, lo que da como resultado un campo magnético emitido que induce una señal de recepción de menor amplitud en comparación con la señal de recepción provocada por la señal de excitación en la frecuencia de resonancia. Sin embargo, los efectos de deriva influyen en ambas señales de recepción de forma idéntica y una diferencia entre las dos amplitudes de señal permanece igual cuando los cambios son inducidos por efectos de deriva. Por tanto, esos cambios pueden identificarse y compensarse. Sin embargo, si un balón se acerca a la portería o al plano 22 de detección, la diferencia entre ambas señales disminuye y cae a cero cuando el balón cruza el plano 22 de detección, lo que permite una discriminación contra los efectos de deriva.

40 Otras realizaciones evitan determinaciones equivocadas de goles mediante la suma de la señal de la antena 4c de bucle y de la antena 6c de bucle adicional, es decir, de la antena de línea de meta y la antena de bucle para derivar un vector complejo que indica una orientación del campo generado o emitido por el balón 11 y, por tanto, una indicación de la posición del balón con respecto al sistema de antena. En particular, utilizar estimaciones de vectores de campo, como se determinan por múltiples sistemas de antena, puede proporcionar la posibilidad de estimar la posición del balón. Además, esta información puede utilizarse como una verificación de coherencia para evitar detecciones erróneas de tantos causadas por ruido o efectos de deriva a largo plazo.

50 La Fig. 6 muestra, para las dos señales 42a y 42b de recepción ilustradas en la Fig. 5, el efecto de utilizar señales de excitación de frecuencia ligeramente diferente para generar el campo 10 electromagnético de excitación. La respuesta, es decir, la señal de recepción provocada por el campo electromagnético, excitada con la frecuencia de resonancia se muestra en un primer gráfico 44a, mientras que la señal de recepción, provocada por una señal de excitación con una frecuencia ligeramente diferente, se ilustra en un segundo gráfico 44b. Como se ilustra en la Fig. 6, las dos señales muestran las características de señal elaboradas anteriormente y, por lo tanto, permiten evitar detecciones erróneas de goles.

55 La Fig. 7 muestra un diagrama de circuito de una realización de la presente invención, que muestra los componentes individuales de un sistema 2c de antena de acuerdo con una realización de la presente invención y el acoplamiento a su entorno.

60 Para la simplicidad de la ilustración, en la Fig. 7 solo se ilustra la antena 4c de bucle, mientras que la antena 6c de bucle adicional no se muestra, que es la antena de cuadro, ya que esta antena no necesita balancearse o compensarse con la misma precisión que la antena 4c de línea de meta. La antena de bucle comprende la primera ruta 30a de señal y la segunda ruta 30b de señal. Las propiedades de transmisión de las rutas 30a y 30b de señal primera y segunda se ilustran mediante las correspondientes inductancias 46a y 46b primera y segunda, así como mediante las

correspondientes resistencias 48a y 48b primera y segunda. Como ya se mencionó anteriormente, la señal 28 de excitación se divide en el primer terminal 26a, de manera que se utilizan ambas rutas 30a y 30b de señal para la generación del campo 10 electromagnético de excitación. La señal de ambas rutas 30a y 30b de señal se suma en el segundo terminal 26b, donde se conecta la fuente de corriente que proporciona la señal 28 de excitación. La influencia del poste metálico de una portería o similar está modelada por el acoplamiento inductivo entre una inductancia 50 del poste de aluminio que está conectado en serie a una resistencia 52 asociada. Para compensar la influencia del poste, el sistema de antena ilustrado en la Fig. 7 incorpora una ruta 32 de señal de compensación, conectada en paralelo a la segunda ruta 30b de señal. La ruta 32 de señal de compensación tiene asociada una resistencia 54 inherente y una inductancia 56 inherente. Una distancia entre la ruta 32 de señal de compensación y la segunda ruta 30b de señal puede, de acuerdo con algunas realizaciones, ser ajustable para compensar la influencia de las corrientes parásitas en el poste de aluminio. De acuerdo con otras realizaciones, la ruta 32 de señal de compensación puede comprender además una inductancia 58 variable, de manera que se puede compensar con mayor precisión la influencia del poste de aluminio o de otras influencias. En otras palabras, se puede utilizar un cable adicional, que corre o se extiende en paralelo a la segunda ruta 30b de señal del bucle 4c de antena y que construye un circuito de acoplamiento ($L_{\text{portería2}}$, L_{comp} , $M_{\text{com,var}}$). Al cambiar la distancia entre el cable de compensación y el bucle 4c de antena, se puede ajustar el factor $M_{\text{comp,var}}$ de acoplamiento. Adicional o alternativamente, se puede implementar un inductor 58 variable o una capacitancia variable en la ruta 32 de compensación. Los dos elementos variables L_{comp} , $M_{\text{comp,var}}$, pueden sintonizarse de manera que ambos lados del bucle, es decir, la primera ruta 30a de señal en el primer lado del plano 22 de detección y la segunda ruta 30b de señal, en combinación con la ruta 32 de señal de compensación en el lado opuesto del plano 22 de detección, están balanceadas. Es decir, en la situación balanceada, $I_{TX1} = I_{TX2} = 1/2 * I_{\text{exc}}$, con las señales de corriente estando en fase.

La antena 4c de bucle comprende además un terminal 60 de señal que comprende un primer terminal 60a de señal y un segundo terminal 60b de señal con el fin de proporcionar la señal de recepción de la antena 4c de bucle. La señal de recepción se acopla fuera de la antena 4c de bucle por medio de un transformador 62. El transformador 62 está formado por una primera bobina 64a y una segunda bobina 64b así como por una tercera bobina 66. La primera bobina 64a es parte de la primera ruta 30a de señal y la segunda bobina 64b es parte de la segunda ruta 30b de señal, en donde el primer terminal 28 está situado entre las bobinas 64a y 64b primera y segunda. Sin embargo, las bobinas 64a y 64b primera y segunda están enrolladas con diferentes orientaciones, es decir, la tercera bobina 66 está acoplada a las bobinas 64a y 64b primera y segunda de modo que esencialmente no se induce corriente en la tercera bobina 66 cuando la corriente a través de las bobinas 64a y 64b primera y segunda es esencialmente igual, es decir, cuando la antena está balanceada. Por lo tanto, en la situación de una antena balanceada, no se induce corriente en la tercera bobina 66 y, por tanto, no se proporciona una señal de recepción significativa en los terminales 60a y 60b de señal primero y segundo cuando el objeto en movimiento no está presente o cerca.

Con el fin de ser capaz de realizar la discriminación anterior de la señal 29 de recepción y, por lo tanto, la determinación de un tránsito del balón 11 a través del plano 22 de detección, sin embargo, puede ser deseable el conocimiento en una relación de fase entre la señal 28 de excitación y una señal 29 de recepción como se proporcionan en los terminales 60a y 60b de señal. Pueden emplearse amplitud y distorsión de fase arbitrarias debido a un retardo en los cables de antena o en la ruta de recepción de un receptor acoplado al terminal 60 de señal. Estos pueden necesitar compensarse. Sin embargo, en la configuración deseable de un sistema de antena totalmente balanceado, no hay una señal presente en los terminales 60a y 60b de señal que pueda utilizarse para la determinación de la relación de fase.

Con el fin de proporcionar la posibilidad de una calibración de este tipo, realizaciones adicionales de la presente invención opcionalmente comprenden un generador 69 de señal de calibración, que es operable para modificar las características del sistema de antena de tal manera que se genera una señal en los terminales 60a y 60b de señal.

De acuerdo con algunas realizaciones, esto se puede conseguir por elementos de sintonización conmutables en una de las rutas 30a o 30b de señal primera o segunda para llevar intencionadamente la antena fuera de equilibrio. Ejemplos de estos elementos de sintonización pueden ser inductores adicionales o elementos de acoplamiento que se pueden encender y apagar por medio de relés o circuitos de transistores. Es decir, de acuerdo con algunas realizaciones, el generador 69 de señal de calibración puede comprender un circuito de calibración que se puede acoplar a las rutas 30a o 30b de señal primera o segunda bajo demanda.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, sin embargo, el generador 69 de señal de calibración permite cambiar la configuración de la circuitería utilizada para generar el campo 10 electromagnético de excitación, de tal manera que el campo 10 electromagnético de excitación cambiado induce una cantidad menor de corriente en la antena 4c de bucle y, opcionalmente, también en la antena 6c de bucle adicional (la antena de cuadro). Se pueden cambiar diferentes configuraciones de bucle excitador por medio de un circuito de relé o transistor, que es capaz de cambiar entre al menos dos configuraciones diferentes. De acuerdo con la realización de la Fig. 8, el generador 69 de señal de calibración es operable para seleccionar una de dos rutas 70a y 70b de señales de bucle de tierra diferentes. En la configuración de la primera ruta 70a de señal de bucle de tierra, el vector 72 de campo de la componente magnética del campo 10 electromagnético de excitación creado por la antena 4c de bucle es, en el plano 22 de

detección, perpendicular a dicho plano 22 de detección y, por lo tanto, no se induce una señal en una antena 4c de bucle balanceada. En la segunda configuración, como se ilustra en la ilustración inferior de la Fig. 8, sin embargo, se elige una segunda ruta 70b de señal de bucle de tierra de manera que el vector 72 de campo esté ligeramente inclinado y, por tanto, se induce una señal en la antena 4c de bucle. La señal así inducida puede utilizarse para determinar la relación de fase entre la señal 28 de excitación y la señal 29 de recepción.

El sistema de antena de la Fig. 7 comprende, además, un evaluador 68 de señal acoplado al terminal 60 de señal del sistema de antena para evaluar la señal de recepción y para determinar una señal indicativa de la posición y/o el tránsito del objeto en movimiento a través del plano 22 de detección.

La Fig. 9 ilustra esquemáticamente un diagrama de flujo de un método para determinar el tránsito de un objeto en movimiento a través de un área de interés dentro de un plano de detección de acuerdo con una realización de la presente invención. El objeto en movimiento emite un campo magnético, por ejemplo mediante retrodispersión utilizando una configuración que se muestra en la Fig. 10. En un paso 74 de determinación, se determina una componente de interés del campo magnético, en donde la componente de interés es paralela al plano 22 de detección.

En un paso 76 de provisión, se proporciona una señal sobre el tránsito del objeto en movimiento a través del área de interés, cuando una condición de fase de la componente observada de interés cambia de acuerdo a una condición predeterminada.

La Fig. 10 muestra una realización de equipamiento deportivo o una configuración de sensor para ser utilizada con un sistema de antena de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones de la presente invención, que emite un campo 12 magnético utilizado para determinar el tránsito del equipamiento deportivo o el objeto en movimiento a través del plano 22 de detección. El objeto en movimiento o equipo deportivo de la Fig. 10 comprende tres bucles 14a a 14c de antena perpendiculares por pares que están conectados en serie con un resonador 16 que tiene una frecuencia de resonancia que corresponde esencialmente a la frecuencia de un campo 10 electromagnético de excitación. De acuerdo con algunas realizaciones, la frecuencia de resonancia está dentro del rango de 10 kHz a 300 kHz o, preferiblemente, en el rango de 30 kHz a 200 kHz, de manera que utiliza campos electromagnéticos que no se perturban por la presencia de seres humanos, animales u otras criaturas vivientes de modo que se pueda realizar una detección confiable de un gol, incluso cuando el área de la portería esté llena de jugadores de fútbol u otras personas.

Aunque se ilustra y explica principalmente con respecto a la detección de goles en un partido de fútbol, realizaciones adicionales de la presente invención pueden utilizarse en cualquier otro escenario donde es deseable detectar el tránsito de un objeto móvil o de cualquier tipo de objeto a través de un plano de detección particular. Este puede ser, por ejemplo, cualquier otro tipo de juego de deportes, tal como por ejemplo, balonmano, fútbol americano, polo, cricket, hockey, hockey sobre hielo o similares. Además, se pueden utilizar realizaciones para seguir el transporte de bienes móviles dentro de un almacén o similar. En otra implementación, se pueden utilizar realizaciones de sistemas de antena para detectar el cruce de corredores o ciclistas u otros competidores en la línea de salida de un evento deportivo masivo o similar.

Los bloques funcionales indicados como "medios para..." (que realizan una cierta función) deben entenderse como bloques funcionales que comprenden circuitería que está adaptada para llevar a cabo una determinada función, respectivamente. Por lo tanto, un "medio para algo" también puede entenderse como un "medio adaptado u operable para algo". Un medio que está adaptado para realizar una determinada función no implica, por tanto, que dicho medio esté necesariamente realizando dicha función (en un instante de tiempo dado).

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (2a-d) de antena para determinar el tránsito de un objeto (11) en movimiento a través de un área de interés dentro de un plano (22) de detección, el objeto (11) en movimiento que emite un campo (12) magnético, el sistema (2a-d) de antena que comprende:
- 5 al menos una antena (4a-4d) de bucle para recibir el campo (12) electromagnético, estando la al menos una antena de bucle dispuesta únicamente dentro de un plano de antena, siendo el plano de antena perpendicular al plano (22) de detección, en donde la al menos una antena de bucle comprende una primera ruta (30a) de señal y una segunda ruta (30b) de señal simétricas al plano de detección, las rutas de señal primera y segunda se dividen en un primer terminal (26a) y se suman en el segundo terminal (26b), la primera ruta (30a) de señal que comprende un primer segmento conductor que se extiende en paralelo al plano (22) de detección y la segunda ruta (30b) de señal comprende un segundo segmento conductor que se extiende en paralelo al plano (22) de detección;
- 10 una ruta (8) de señal de bucle de tierra conectada a los terminales de la al menos una antena (4a-d) de bucle de manera que cierran un bucle (8) conductor que encierra el plano (22) de detección para generar un campo (10) electromagnético de excitación,
- 15 en donde una señal (28) de excitación en el bucle (8) conductor se divide en el primer terminal (26a) y se suma en el segundo terminal (26b) para utilizar la primera ruta (30a) de señal y la segunda ruta (30b) de señal de la al menos una antena (4a-4c) de bucle para la generación del campo electromagnético de excitación, en donde el campo (10) electromagnético de excitación está configurado para excitar el objeto (11) en movimiento a la emisión del campo (12) magnético; en donde
- 20 el primer terminal (26a) está situado entre una primera bobina (64a) que es parte de la primera ruta (30a) de señal y una segunda bobina (64b) que es parte de la segunda ruta (30b) de señal, la primera bobina (64a) y la segunda bobina (64b) tiene devanados de orientación opuesta; en donde
- 25 un transformador (62) que comprende dicha primera bobina (64a) y dicha segunda bobina (64b) comprende además una tercera bobina (66) acoplada a la primera bobina (64a) y la segunda bobina (64b) de manera que esencialmente no se induce corriente en la tercera bobina (66) cuando una corriente a través de la primera bobina (64a) y la segunda bobina (64b) es esencialmente igual; y que comprende además
- 30 un terminal (60) de señal que comprende un primer terminal (60a) de señal acoplado a un primer lado de la tercera bobina (66) y un segundo terminal (60b) de señal acoplado a un segundo lado diferente de la tercera bobina (66) para proporcionar una señal (44a, 44b) de recepción, comprendiendo la señal (44a, 44b) de recepción información sobre una posición del objeto (11) en movimiento.
2. El sistema (2a-d) de antena de la reivindicación 1, en donde la primera ruta (30a) de señal y la segunda ruta (30b) de señal están dispuestas en lados diferentes del plano (22) de detección y con distancia esencialmente idéntica a dicho plano (22) de detección.
- 35 3. El sistema (2a-d) de antena de la reivindicación 1 o 2, en donde la primera ruta (30a) de señal y la segunda ruta (30b) de señal están configuradas de manera que la señal (28) de excitación se propaga desde el primer terminal (26a) al segundo terminal (26b) a través de la primera ruta (30a) de señal y la segunda ruta (30b) de señal simultáneamente y en fase.
- 40 4. El sistema (2a-d) de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un generador de señal de compensación acoplado a la antena (4c) de bucle, en donde el generador de señal de compensación es operable para compensar corrientes diferentes en la primera ruta (30a) de señal y en la segunda ruta (30b) de señal, de manera que las corrientes en la primera ruta (30a) de señal y en la segunda ruta (30b) de señal sean esencialmente iguales.
- 45 5. El sistema (2a-d) de antena de la reivindicación 4, en donde el generador de señal de compensación comprende una ruta (32) de señal de compensación con características de acoplamiento ajustables, la ruta (32) de señal de compensación acoplada a una ruta de señal de la primera ruta (30a) de señal y la segunda ruta (30b) de señal.
- 50 6. El sistema (2a-d) de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un generador (69) de señal de calibración operable para modificar las características del sistema (2a-d) de antena de manera que se genere una señal en el terminal (60) de señal.
- 55 7. El sistema (2a-d) de antena de la reivindicación 6, en donde el generador (69) de señales de calibración comprende un circuito de calibración, siendo el circuito de calibración acoplable a la primera ruta (30a) de señal o la segunda ruta (30b) de señal de manera que se modifica una característica de la respectiva ruta de señal.
- 60 8. El sistema (2a-d) de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un evaluador (68) de señal acoplado al terminal (60) de señal del sistema (2a-d) de antena, siendo el evaluador (68) de señal operable para determinar una señal indicativa del objeto (11) en movimiento que pasa a través del área de interés cuando una condición de fase de la señal (44a, 44b) de recepción recibida en el terminal (60) de señal cambia de acuerdo con una condición predeterminada.

9. El sistema (2a-d) de antena de la reivindicación 8, en donde la condición predeterminada es un cambio de fase de la señal (44a, 44b) de recepción de términos de fase positiva a términos de fase negativa o viceversa.
- 5 10. El sistema (2a-d) de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una estructura (24) de montaje adaptada para montar el sistema (2a-d) de antena en una estructura (18) de soporte de manera que el plano (22) de detección tiene una distancia predeterminada a una posición predeterminada en la estructura (18) de soporte.
- 10 11. El sistema (2a-d) de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la señal (28) de excitación tiene una frecuencia en el rango de 10 kHz a 300 kHz o en el rango de 30 kHz a 200 kHz.
12. Portería de fútbol que tiene acoplada a la misma al menos uno de los sistemas de antena de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores a una distancia predeterminada de una línea de meta.
- 15

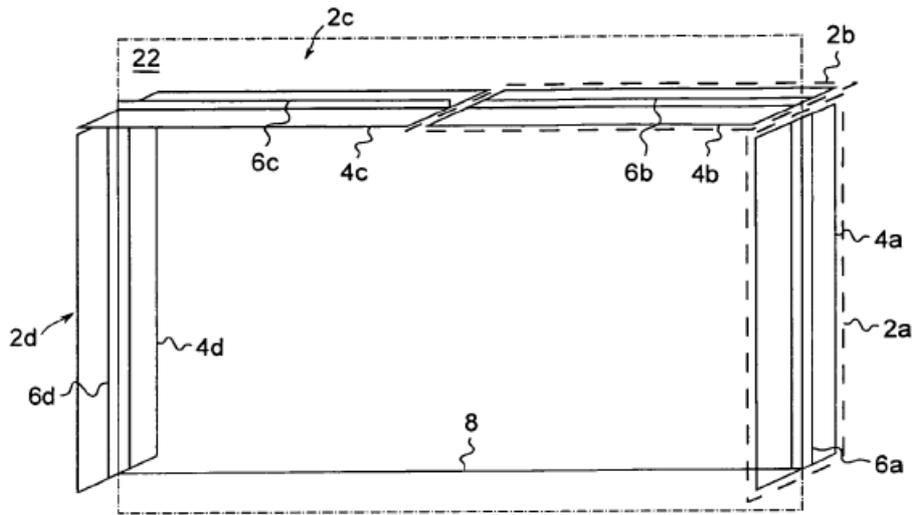


Fig. 1

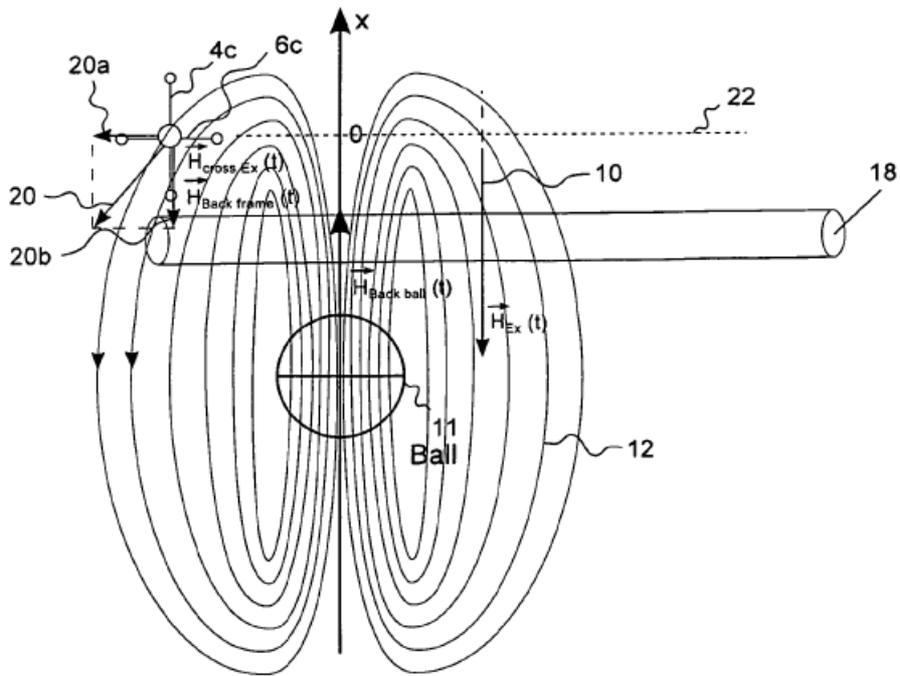


Fig. 2

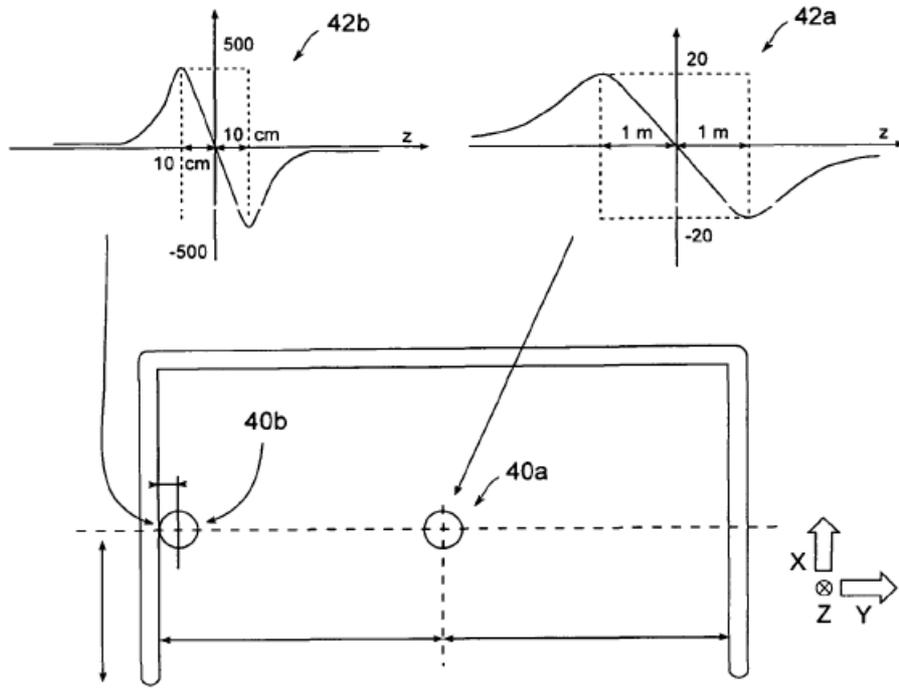


Fig. 5

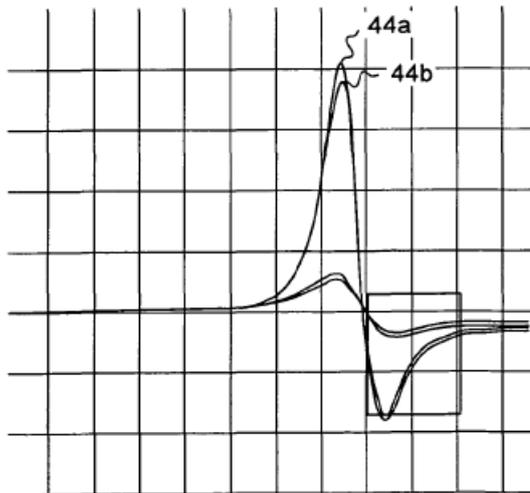


Fig. 6

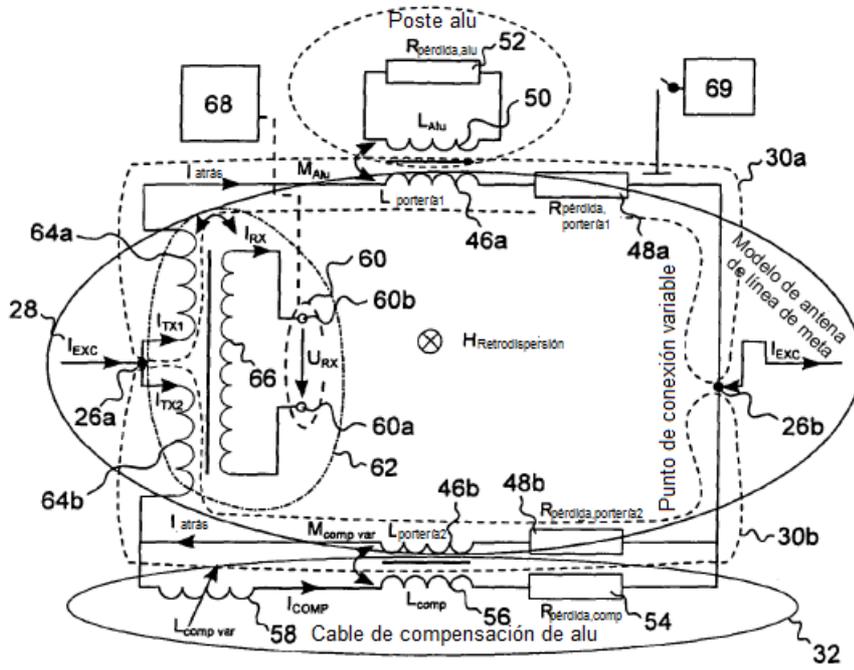


Fig. 7

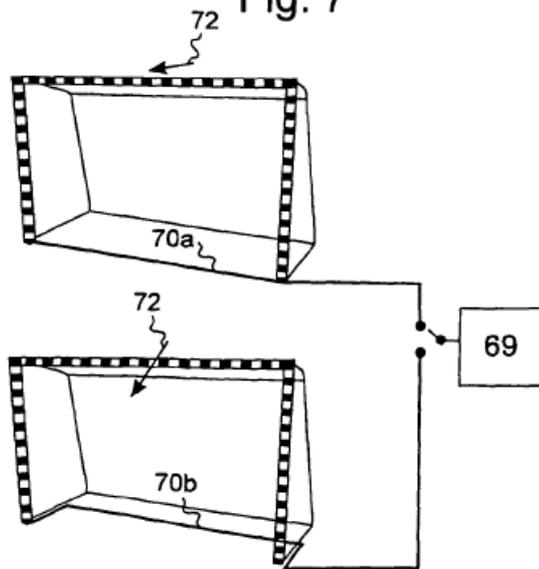


Fig. 8

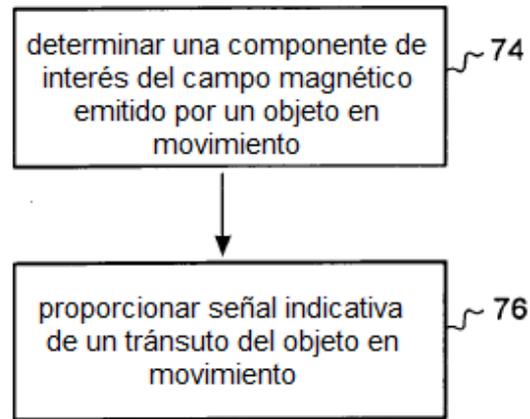


Fig. 9

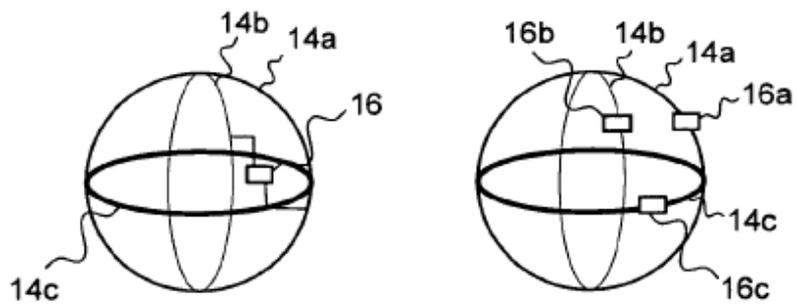


Fig. 10