

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 996**

51 Int. Cl.:

G01S 17/04 (2010.01)

A63B 21/062 (2006.01)

G01S 17/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2019 E 19461616 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.11.2021 EP 3839565**

54 Título: **Sistema y método para una detección cuantitativa de un movimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2022

73 Titular/es:
HEAVY KINEMATIC MACHINES SP. Z O. O.
(100.0%)
Komorowo 4
64-200 Komorowo, PL

72 Inventor/es:
OSTROWSKI, KACPER;
SEMEGEN, MATEUSZ;
ROT, MACIEJ y
KASPEROWICZ, RAFAL

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 906 996 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 para una detección cuantitativa de un movimiento

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona con un sistema y método para una detección cuantitativa de un movimiento. En particular, la presente invención se relaciona con codificadores de movimiento que utilizan marcadores reflectantes, cuyas propiedades son un factor muy importante del sistema. Tales codificadores, a menudo denominados como codificadores reflectantes, se usan para determinar una dirección y velocidad de movimiento de marcadores reflectantes adheridos a los objetos.

Antecedentes de la invención

10 La técnica anterior define EP 3542874 A1, en el cual se divulga un sistema para ayudar al entrenamiento de levantamiento de pesas. El sistema usa marcadores reflectantes que ocupan solo una sección de un área lateral de una placa de pesas correspondiente mientras que el área lateral restante de la placa de pesas correspondiente es de tal manera que refleja la señal emitida en menor medida que el marcador reflectante. Adicionalmente, cada marcador reflectante comprende dos elementos distintos: reflector A y reflector B, que tienen diferentes propiedades reflectantes.

15 Aunque eficiente, este enfoque tiene varios inconvenientes. La primera desventaja es que es más costoso fabricar tales marcadores de dos partes. La segunda es que al usar un sensor dado, el marcador de dos partes es más grande que un marcador típico de una parte. En tercer lugar, un proceso para detectar un marcador de dos partes es más complejo y requiere más recursos de hardware/software, especialmente en casos cuando hay brechas entre objetos, en los cuales se posicionan los marcadores reflectantes. En cuarto lugar, un proceso de configuración de tal sistema es más difícil cuando se usan marcadores reflectantes de dos partes, por lo tanto los costes de despliegue son relativamente más altos.

20 Adicionalmente, un marcador reflectante más grande limita un rango de dispositivos, en los cuales se pueden emplear tales marcadores. No todos los dispositivos tienen suficiente espacio para instalar marcadores grandes (por ejemplo área lateral de una placa de pesas).

25 Adicionalmente, el marcador reflectante de dos partes conocido requiere una distancia relativamente menor entre el sensor y el marcador, mientras que en algunos escenarios de despliegue, las distancias más pequeñas pueden no ser factibles. En el caso de distancias más grandes, un marcador reflectante de dos partes da como resultado una mezcla de manera gradual de lecturas basadas en la luz reflejada por ambas zonas reflectantes.

30 Otra publicación EP0854413A2 está dirigida a un dispositivo de entrada que comprende: una base que tiene una superficie deslizante; un cuerpo móvil deslizante sobre la superficie deslizante; un elemento emisor de luz para emitir luz; una porción reflectante que se proporciona para el cuerpo móvil y tiene una superficie reflectante para reflejar la luz emitida por el elemento emisor de luz; y una pluralidad de elementos receptores de luz para recibir la luz reflejada por la porción reflectante.

35 Adicionalmente, el documento US2003234351A1 se refiere a un sensor de posición óptico independiente de brillo, que comprende un primer fotodetector y un segundo fotodetector, un medio de codificación que interfiere con una trayectoria de la luz que incide sobre el primer y segundo fotodetectores de tal manera que cuando la luz recibida por el primer fotodetector aumenta, la luz recibida por el segundo fotodetector disminuye correspondientemente de una manera complementaria, y una unidad de comparación óptica que recibe una primera fotocorriente y una segunda fotocorriente desde el primer fotodetector y el segundo fotodetector, respectivamente, y produce una señal de salida única que es proporcional a una función de la primera y segunda fotocorrientes.

40 Por lo tanto sería preferible abordar los inconvenientes antes mencionados así como soportar placas de pesas (u otros objetos en movimiento) tan delgadas como 1 cm o más delgadas, lo cual no era posible en el caso de la técnica anterior.

45 Sería ventajoso disminuir los costes asociados con marcadores reflectantes mientras que al mismo tiempo mantener la fiabilidad de detección requerida por un sistema codificador de movimiento.

Adicionalmente, sería beneficioso proporcionar un método para determinar un tamaño mínimo de marcador reflectante así como la distancia mínima entre marcadores reflectantes consecutivos en el sistema.

50 El objetivo del desarrollo de la presente invención es un sistema y método para una detección cuantitativa de un movimiento en el cual se usa un proceso específico para determinar un tamaño mínimo de marcador reflectante así como una distancia mínima entre marcadores reflectantes consecutivos.

Resumen y objetos de la presente invención

Un objeto de la presente invención es un sistema y método para una detección cuantitativa de un movimiento, así como un sistema de levantamiento de pesas, un programa de ordenador, y un medio legible por ordenador según las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Estos y otros objetos de la invención presentados en este documento, se logran proporcionando un sistema y método para una detección cuantitativa de un movimiento. Detalles y características adicionales de la presente invención, su naturaleza y diversas ventajas se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas que se muestran en un dibujo, en el cual:

La figura 1A presenta un diagrama del sistema de acuerdo con la presente invención;

- 10 La figura 1B representa ejemplos de marcadores reflectantes de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 presenta un ejemplo de un par emisor/receptor combinado;

Las figuras 3A-F presentan diferentes estados de señales dependiendo de una posición de un marcador reflectante determinada de acuerdo con la presente invención;

- 15 Las figuras 4A-C muestran formas de onda que presentan señales cuando un marcador es demasiado pequeño o un marcador cambia dirección de movimiento;

La figura 5 presenta ecuaciones que permiten determinar un tamaño mínimo de un marcador reflectante en un eje de movimiento;

La figura 6 presenta ecuaciones usadas con el fin de complementar las ecuaciones de la figura 5 con el fin de determinar un tamaño mínimo de un marcador reflectante en un eje de movimiento;

- 20 La figura 7 presenta ecuaciones aplicadas para calcular una distancia entre los emisores cuando el sistema utiliza una pluralidad de sensores posicionados en el eje paralelo al eje de movimiento; y

La figura 8 presenta un método para determinar una dirección de movimiento con base en el codificador reflectante y el marcador reflectante de acuerdo con la presente invención.

Notación y nomenclatura

- 25 Algunas porciones de la descripción detallada que sigue se presentan en términos de procedimientos de procesamiento de datos, etapas u otras representaciones simbólicas de operaciones en bits de datos que se pueden realizar en la memoria de ordenador. Por lo tanto, un ordenador ejecuta tales etapas lógicas requiriendo de este modo manipulaciones físicas de cantidades físicas.

- 30 Usualmente estas cantidades toman la forma de señales eléctricas o magnéticas capaces de ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas, y manipuladas de otro modo en un sistema de ordenador. Por razones de uso común, estas señales se denominan como bits, paquetes, mensajes, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números, o similares.

- 35 Adicionalmente, todos estos y similares términos deben asociarse con las cantidades físicas apropiadas y son simplemente etiquetas convenientes que se aplican a estas cantidades. Términos tales como "procesar" o "crear" o "transferir" o "ejecutar" o "determinar" o "detectar" u "obtener" o "seleccionar" o "calcular" o "generar" o similares, se refieren a la acción y procesos de un sistema de ordenador que manipula y transforma datos representados como cantidades físicas (electrónicas) dentro de los registros y memorias del ordenador en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de las memorias o registros u otro de tal almacenamiento de información.

- 40 Un medio (almacenamiento) legible por ordenador, tal como se denomina en este documento, típicamente puede ser no transitorio y/o comprender un dispositivo no transitorio. En este contexto, un medio de almacenamiento no transitorio puede incluir un dispositivo que puede ser tangible, lo que significa que el dispositivo tiene una forma física concreta, aunque el dispositivo puede cambiar su estado físico. De este modo, por ejemplo, no transitorio se refiere a un dispositivo que permanece tangible a pesar de un cambio en estado.

- 45 Como se utiliza en este documento, el término "ejemplo" significa que sirve como un ejemplo, instancia, o ilustración no limitante. Como se utiliza en este documento, los términos "por ejemplo" y "a manera de ejemplo" introducen una lista de uno o más ejemplos, instancias, o ilustraciones no limitantes.

Descripción de realizaciones

La figura 1A presenta un diagrama de un sistema que implementa la detección de movimiento de acuerdo con la presente invención. El sistema es un conjunto de módulos destinados a monitorizar las actividades de entrenamiento en un sistema de apilamiento de pesas.

5 Tal sistema es de ejemplo solo para emplear el codificador de movimiento de acuerdo con la presente invención. La detección cuantitativa de movimiento y dirección es una característica común del denominado sistema inteligente de apilamiento de pesas.

10 El sistema electrónico puede realizarse usando componentes dedicados o circuitos de FPGA o ASIC hechos a medida. El sistema comprende un bus (101) de sistema acoplado comunicativamente a una memoria (104). Adicionalmente, otros componentes del sistema se acoplan comunicativamente al bus (101) de sistema de tal manera que puedan ser gestionados por un controlador (105). Será evidente que en lugar de un bus (101) de sistema pueden usarse conexiones eléctricas separadas.

La memoria (104) puede almacenar un programa o programas de ordenador ejecutados por el controlador (105) con el fin de ejecutar etapas del método de acuerdo con la presente invención. La memoria (104) puede almacenar cualquier parámetro de configuración del sistema.

15 Se puede usar un medio (108) de comunicación externo con el fin de actualizar las instrucciones operativas del controlador (105) así como con el fin de comunicar parámetros de entrenamiento y estadísticas a dispositivos externos, por ejemplo en el Internet. Tal medio (108) de comunicación externo puede ser, pero no se limita a, Bluetooth LE o Wi-Fi.

20 Se puede usar un sensor (107) de proximidad tal como un sensor de RFID, con el fin de identificar usuarios particulares que operan el sistema. Tal usuario puede identificarse usando un teléfono inteligente que comprende una funcionalidad de RFID o una vestimenta de entrenamiento adecuada, tal como un guante, que comprende una funcionalidad de RFID configurada para identificar a un usuario particular.

El sistema también puede comprender varios módulos posicionados en el equipo de entrenamiento tal como en un apilamiento de pesas.

25 Estos módulos pueden comprender al menos un conmutador (106) de láminas (o un sensor de contacto/proximidad similar tal como un sensor de efecto Hall) que proporciona corriente operativa cuando dos contactos están en proximidad o conectados directamente entre sí). Típicamente, se usará un imán para activar el conmutador de láminas. La función de tal conmutador (106) de láminas es doble, en primer lugar puede indicar un modo de baja potencia cuando tal conmutador no se ha activado durante un período de tiempo más largo (un tiempo predefinido, por ejemplo
30 3 minutos), en segundo lugar tal conmutador de láminas puede identificar la primera placa de pesas de un apilamiento de pesas dado.

De acuerdo con la presente invención, el sistema comprende al menos un par (102, 103) de emisor/receptor. Preferiblemente, el al menos un emisor es un emisor (102) de luz mientras que el receptor (103) correspondiente, que comprende un par de receptores, está configurado para recibir condicionalmente una señal desde el emisor (102)
35 correspondiente.

Dicha recepción condicional requiere una presencia de un marcador reflectante apropiado como se explicará más adelante. De este modo, en una realización preferida cada emisor (102) emite una señal en un eje dado, por ejemplo horizontal o verticalmente, dependiendo del posicionamiento de placas de pesas (dirección de movimiento).

40 Cada emisor (102) está configurado para emitir una señal detectable por el receptor (103), tal como un haz de luz visible, aunque se pueden usar otras señales, tales como señales de radio y señales infrarrojas.

En una realización preferida, el emisor (103) es un diodo infrarrojo mientras que el receptor (102) es un fototransistor.

Como resultará evidente, a partir de las figuras subsecuentes, el al menos un par (102, 103) de emisor/receptor está posicionado en un lado del equipo de entrenamiento. Por lo tanto, cada placa de pesas comprende un marcador reflectante configurado para reflejar dicha señal detectable del emisor (102) y reflejarla hacia el receptor (103).

45 En una realización más general, dicho marcador reflectante se posiciona sobre un objeto, cuyo movimiento se monitoriza. Otros posibles objetos, además de las placas de pesas, para portar los marcadores reflectantes antes mencionados son por ejemplo: (1) Vehículos Guiados Automatizados y marcadores reflectantes posicionados a lo largo de rutas; (2) cintas transportadoras de diferentes tipos que tengan marcadores reflectantes en las mismas; (3) control de movimiento y posicionamiento de dispositivos tales como puertas de ascensores que tengan marcadores
50 reflectantes en las mismas.

En algunas implementaciones, los marcadores reflectantes se denominan más ampliamente como elementos de codificación. En el caso de codificadores reflectantes, un movimiento giratorio/lineal de un objeto que se monitoriza se convierte en un patrón de luz equivalente a través de un uso de una rueda codificada o una tira codificada o una secuencia de elementos de codificación reflectantes.

Como es evidente a partir de la figura 1A, el sistema puede operar usando solo un único par (102, 103) de emisor/receptor. Sin embargo, también es posible la realización con varios pares (102, 103) de emisor/receptor como se mostrará en las siguientes partes de la especificación.

5 Dichos marcadores (111, 121) reflectantes son preferiblemente de tal manera que ocupan solo una sección del área lateral de una placa de pesas correspondiente (como se muestra en la figura 1B) mientras que el área lateral restante de una placa (110, 120) de pesas correspondiente es preferiblemente mate (112, 122) y refleja la señal emitida en mucha menor medida que el marcador reflectante.

10 Cuando una placa de pesas, que tiene dicho marcador (111, 121) reflectante en la misma, ha pasado por el fototransistor (receptor), registrará un cambio en las propiedades de señal recibida (luz) desde un estado dado a otro estado. Naturalmente, pueden establecerse diferentes umbrales para un estado alto y bajo.

Los reflectores reflejan luz hasta tal punto que es posible diferenciar entre dichos reflectores y la placa de pesas así como entre una situación donde un espacio vacío, entre placas de pesas, está presente frente a un receptor (103).

15 Con referencia a los parámetros reflectantes de los marcadores (111, 121) reflectantes, lo más conveniente es usar un rango de valores proporcionado por un convertidor de analógico a digital (ADC) responsable de convertir señales recibidas desde los sensores respectivos.

En el caso de un ADC de 12 bits el rango es (0 - 4095). Para la placa de pesas (cuando se usa un típico color oscuro mate por ejemplo negro), los valores retornados típicamente están por debajo de 2000. Los reflectores (111, 121) usualmente retornan valores en un rango de más de 2000.

20 Los valores particulares y rangos anteriores dependen de la resolución del ADC. Un 0 denota negro mientras que un valor máximo denota blanco. Por ejemplo, un ADC de 14 bits tendrá un rango de 0 a 16383 y los valores respectivos de un ADC de 12 bits se desplazarán proporcionalmente x4.

Está claro, para un experto en la técnica, que las propiedades reflectantes respectivas pueden definirse en diferentes rangos en tanto que sea posible diferenciar claramente entre la placa de pesas y los reflectores (111, 121).

25 La figura 2 presenta un ejemplo de un par (102, 103) de emisor/receptor combinado. En esta realización, un sensor integrado comprende un emisor (203) que típicamente es un LED infrarrojo así como dos receptores (202, 204) posicionados en un único eje, típicamente un eje vertical.

El eje único es el eje de movimiento, es decir en caso de un movimiento vertical (el eje Y) las coordenadas X y Z de los emisores y los receptores (102, 103) son constantes, mientras que en caso de un movimiento horizontal (el eje X) las coordenadas Y y Z de los emisores y los receptores (102, 103) son constantes.

30 Típicamente, los dos receptores (202, 204) serán los mismos, sin embargo también es posible una realización con diferentes receptores (202, 204) pero más difícil de gestionar por el controlador (105).

Los receptores (202, 204) están configurados para registrar la luz reflejada emitida por el emisor (203).

35 Los componentes eléctricos y/o digitales adicionales tales como transistores y resistencias requeridos por dicho emisor (203) y receptores (202, 204) pueden integrarse en una forma de un controlador (201) de sensor que es controlado por y reportando al controlador (105) principal.

El controlador (201) de sensor puede reportar la dirección de movimiento detectado (por ejemplo arriba, abajo, no presente) así como una velocidad de movimiento y preferiblemente una marca de tiempo correspondiente.

40 Ahora que se ha presentado la disposición de sensores, se describirá en detalle su método de operación. Los sensores, así como su ubicación apropiada permiten la detección adecuada de las placas de pesas (que tienen los marcadores reflectantes en las mismas) así como su dirección de movimiento.

Los datos desde un receptor (103, 202, 204) de fototransistor típicamente están en la forma de un flujo de valores numéricos (después de ser convertidos por un convertidor de analógico a digital siendo preferiblemente una parte del controlador (105)).

45 De este modo, con el fin de detectar de manera fiable una dirección de movimiento, se usan dos receptores (202, 204), que detectarán unos marcadores reflectantes dados en tiempos diferentes.

Un rango de señal adicional, que se tiene en cuenta mientras que se detecta un marcador, es un rango que define la placa de pesas sin un marcador. Típicamente, este rango cae entre 0 y 650 (ADC de 12 bits), debido a que las placas de pesas usualmente están pintadas con negro u otro color oscuro (claramente, son posibles otras definiciones de tal rango).

50 En esta configuración de tal sistema, es muy importante determinar un tamaño mínimo del marcador reflectante así como una distancia mínima entre marcadores reflectantes consecutivos.

Esta determinación requiere el ángulo de emisión de señal del emisor (203), ángulos de recepción de señal de los receptores (202, 204), una distancia entre los receptores (202, 204) y el emisor (203), una distancia entre los receptores (202, 204) y los marcadores reflectantes, una frecuencia de muestreo de los receptores (202, 204).

5 Las figuras 3A-F presentan diferentes estados de señales dependiendo de una posición de un marcador reflectante determinado de acuerdo con la presente invención.

Un comportamiento preferido del sistema es de tal manera que, durante un movimiento de un marcador reflectante a lo largo de su eje de movimiento (211) paralelo al eje de los sensores (212), hay un período de tiempo cuando ambos receptores (202, 204) detectan el marcador reflectante. Tal situación se ha representado en las figuras 3A-F.

10 La figura 3A presenta una configuración donde el emisor (203) y los receptores (202, 204) se posicionan, en serie, a lo largo de un eje (212) paralelo a un eje de movimiento (211) de un marcador (M) reflectante. Una distancia entre estos ejes paralelos es (D). Una distancia entre el emisor (203) y el receptor (202) es (D1E) mientras que una distancia entre el emisor (203) y el receptor (203) es (D2E). Un ángulo de emisión de señal del emisor (203) es β mientras que un ángulo de recepción de señal del receptor (202) es α y un ángulo de recepción de señal del receptor (204) es γ .

15 La figura 3B muestra el estado de sistema en tiempo T1, donde el marcador (M) inicia a moverse hacia el sensor y los receptores (202, 203) no captan ninguna señal desde el marcador reflectante, debido a que la señal emitida (203) no se refleja hacia ellos (205).

20 En la figura 3C el marcador (M) reflectante refleja la luz solo hacia el reflector (204) y el valor reportado es Alto o cercano a Alto. El valor Alto (H) puede corresponder a un valor máximo o a un valor por encima de un umbral dado. De manera similar, el valor Bajo (L) puede corresponder a un valor mínimo o a un valor por debajo de un umbral dado. Por lo tanto, el nivel (H) se presenta en el gráfico en tiempo T2.

La figura 3D representa el marcador (M) reflectante aproximadamente en una posición del emisor (203). Por lo tanto, las señales desde los receptores (202, 204) tienen valores muy similares en tiempo T3.

25 A continuación, en la figura 3E, en tiempo T4 el marcador (M) reflectante pasa por el receptor (202) y su valor de señal correspondiente inicia a disminuir. Un valor de una señal que corresponde al receptor (204) está cerca de (L - Bajo) ya que el marcador (M) reflectante está mucho más allá del receptor (204).

En la figura 3F el marcador (M) reflectante ha pasado por el receptor (202) y los valores de señales de ambos receptores están en el nivel L.

30 En caso de que el tamaño del marcador (M) sea demasiado pequeño, las señales estarán completamente separadas es decir no se cruzarán en el tiempo T3 como se muestra en la figura 4A. En tal caso, no es posible reconocer, en cuál dirección se mueve un marcador reflectante.

35 En el caso de un marcador reflectante demasiado pequeño se presenta una incertidumbre misma cuando un marcador dado después de posición T2 retorna a la posición T1 en lugar de proceder a la posición T3 (en otras palabras se conmuta la dirección de movimiento) y luego otro marcador por encima, generará un señal en el receptor (202). Desde la perspectiva de un analizador de señales de retorno, la respuesta sería la misma que en el caso de un típico movimiento ascendente.

40 Para decirlo de otro modo, la presente invención hace un requisito en que ambos receptores (202, 204) tengan una cobertura de tal manera que permita la existencia de una posición de marcador reflectante, sobre su eje de movimiento (211), en la cual un marcador (M) reflectante dado de un tamaño dado es reconocido simultáneamente por ambos receptores (202, 204). Adicionalmente, dado ese requisito, la presente invención proporciona un método para determinar un tamaño mínimo de un marcador reflectante cuando se cumple esa condición.

Debido a tal disposición, cuando un marcador reflectante cambia su dirección de movimiento mientras que está en proximidad al sensor, la forma de onda resultante puede asumir dos conformaciones como se muestra en las figuras 4B-C. Las conformaciones dependen de cuánto se haya movido el marcador reflectante hacia el emisor de un sensor dado.

45 La figura 5 presenta ecuaciones que permiten determinar un tamaño mínimo de un marcador reflectante en un eje de movimiento. Con este propósito, se presentan dos ecuaciones en caso de que una distancia entre el emisor (203) y el primer receptor (202) sea diferente a una distancia entre el emisor (202) y el segundo receptor (204). Los parámetros de las ecuaciones son como sigue:

50 D_{er0} - una distancia entre el emisor (203) y el primer receptor (202) en un eje paralelo (212) al eje de movimiento (211) del marcador reflectante;

D_{er1} - una distancia entre el emisor (203) y el segundo receptor (204) en un eje paralelo (212) al eje de movimiento (211) del marcador reflectante;

α_{r0} - un ángulo de recepción del primer receptor (202) en un eje perpendicular al eje de movimiento (211) del marcador reflectante;

α_{r1} - un ángulo de recepción del segundo receptor (204) en un eje perpendicular al eje de movimiento (211) del marcador reflectante;

5 β_e - un ángulo de emisión del emisor (203) en un eje perpendicular al eje de movimiento (211) del marcador reflectante;

H_m - un tamaño mínimo de un marcador reflectante en un eje de movimiento (211);

D_{em} - una distancia entre el eje de movimiento (211) del marcador reflectante al eje (212) paralelo de los emisores/receptores.

10 Usualmente, los ángulos α_{r0} , α_{r1} y β_e forman una conformación de un cono o área de cobertura similar a cono (emisión o recepción respectivamente) en un espacio tridimensional.

El tamaño del marcador reflectante en el eje perpendicular al eje de movimiento (211) puede elegirse más libremente y será típicamente igual o similar al tamaño H_m ya que tener un tamaño más grande es ineficiente mientras que tener un tamaño más pequeño es posible pero no preferido.

15 El tamaño máximo de un marcador reflectante en un eje de movimiento no es tan importante en tanto que el H_m , h_v y D_{ee} se apliquen. El sistema funcionará correctamente con cualquier tamaño. No obstante, siempre se preferirá el marcador más corto, que cumpla con la restricción de tamaño mínimo.

En el caso de que D_{er0} es diferente de D_{er1} es una característica inventiva elegir el valor menos favorable es decir el mayor de las dos y utilizarlo en los cálculos restantes.

20 Esta es la primera parte de determinar un tamaño mínimo de marcador reflectante en el eje de movimiento (211). La otra parte se relaciona con la frecuencia de muestreo así como con la velocidad máxima de movimiento de los marcadores reflectantes.

La figura 6 presenta ecuaciones usadas con el fin de complementar las ecuaciones de la figura 5 con el fin de determinar un tamaño mínimo de un marcador reflectante en un eje de movimiento (211). Estos parámetros se usan opcionalmente además de los cálculos que se muestran en la figura 5.

25 Los parámetros de las ecuaciones son como sigue:

F - frecuencia de muestreo;

$V_{m\acute{a}x}$ - velocidad máxima de movimiento de los marcadores reflectantes;

30 S_{req} - un número de muestras requeridas para detectar una dirección de movimiento; este parámetro está relacionado con un número de estados que deben detectarse con el fin de determinar una dirección de movimiento. Este aspecto se presentará con más detalle en la parte restante de la especificación;

H_v - una distancia entre los marcadores reflectantes.

35 La figura 7 presenta ecuaciones aplicadas para calcular una distancia mínima entre los emisores cuando el sistema utiliza una pluralidad de sensores posicionados en el eje paralelo (212) al eje de movimiento (211). A medida que aumenta la distancia entre los emisores, el sistema pierde precisión es decir los cambios se reportan con menos frecuencia.

Los parámetros de las ecuaciones son como sigue:

D_{ee} - una distancia entre emisores calculada para ambos receptores (202, 204) por separado; En caso de que la distancia sea la misma, solo una ecuación es suficiente. En el caso de que D_{ee} para D_{er1} sea diferente de D_{ee} para D_{er0} se prefiere elegir el valor menos favorable es decir el mayor de las dos y usarlo en los cálculos restantes.

40
$$H_m < \frac{D_{er0} + D_{er1}}{2}$$
 Cuando la forma de onda tiene una conformación como se muestra en la figura 4A. Mientras que si el tamaño del marcador reflectante es mayor, la forma de onda tiene una conformación como se muestra en las figuras 3B-F, lo cual garantiza que existe un punto en tiempo (T3, figura 3D) cuando un marcador (M) reflectante es reconocido simultáneamente por ambos receptores (202, 204). Si H_m es demasiado pequeño, es imposible determinar una dirección de movimiento de un marcador reflectante en particular cuando hay una pluralidad de marcadores reflectantes posicionados en el eje de movimiento (211).

45

La figura 8 presenta un método para determinar una dirección de movimiento con base en el codificador reflectante y el marcador reflectante de acuerdo con la presente invención.

Esto es posible con base en las lecturas de señales desde los dos receptores (202, 204), cuyas señales tienen la forma de onda como se muestra en la figura 3F.

Se distinguen cuatro estados, que forman una secuencia. En la etapa (801) se determina que ambas señales desde los respectivos receptores (202, 204) tienen un valor Bajo (T1). Esto puede ser considerado un estado (A). Subsecuentemente, en la etapa (802), una de las señales asume un valor Alto mientras que la otra señal mantiene un valor Bajo, el cual está presente en tiempo T2 y puede ser considerado un estado (B). A continuación, en la etapa (803), se verifica si las señales respectivas asumen valores inversos es decir el valor de la otra señal en T2. Esto sucede en T3, que se considera un estado (C). La etapa (803) puede ejecutarse más de una vez. Por último, en la etapa (804) se verifica si ambas señales tienen nivel Bajo de nuevo (en T5), lo cual es considerado un estado (D).

Después de que se ha detectado una secuencia A-D, el método estima (805) un valor (W_{tr}) de las señales en un tiempo (T3) cuando los valores de señales se cruzan (es decir tienen el mismo o sustancialmente el mismo valor) con base en los valores muestreados más cercanos de dichas señales en T3.

Adicionalmente, durante la secuencia (801 - 803) se determina (806) un valor máximo ($W_{m\acute{a}x}$) registrado por los

$$\frac{W_{tr}}{W_{m\acute{a}x}}$$

receptores (202, 204). Si $\frac{W_{tr}}{W_{m\acute{a}x}} \geq$ umbral entonces un pase del marcador reflectante se cuenta (807) por el sistema es decir es válido.

El umbral anterior funciona como una forma de eliminar ruido tal como interferencias de señales externas de otras reflexiones ambientales de luz. Adicionalmente, un área en la cual se fijan marcadores reflectantes, también puede ser desigual en términos de reflexión de señal. Tales niveles de ruido usualmente son bajos y pueden eliminarse usando tal enfoque de umbral.

En el tiempo (T3) cuando los valores de señales cruzan el nivel preferido en el cual las señales se cruzan es preferiblemente más del 25% del valor máximo reportado para un marcador reflectante dado, mientras que se prefieren valores más altos.

Una dirección de movimiento está determinada (808) por la primera y la última señal que tienen un nivel Alto, de tal manera que:

Receptor		Última señal H	
		Siguiendo en la dirección principal de movimiento	Precediendo en la dirección principal de movimiento
Primera señal H	Siguiendo en la dirección principal de movimiento	Retorno hacia la dirección principal de movimiento	Movimiento contra la dirección principal de movimiento
	Precediendo en la dirección principal de movimiento	Movimiento a lo largo de la dirección principal de movimiento	Retorno contra la dirección principal de movimiento

Los siguientes y precedentes receptores (202, 204) se determinan con base en la dirección principal de movimiento (por ejemplo en el caso de apilamiento de pesas, la dirección principal de movimiento es vertical y hacia arriba desde una posición de reposo) y su posicionamiento con respecto al emisor (203).

Por ejemplo, suponiendo que el eje de movimiento (211) es vertical y hacia arriba, el receptor "Siguiendo en la dirección principal de movimiento" es el receptor superior mientras que el receptor "Precediendo en la dirección principal de movimiento" es el receptor inferior de un sensor. Cuando una primera señal H es registrada por el receptor inferior y la última señal H es registrada por el receptor superior, entonces está presente un "Movimiento a lo largo de la dirección principal de movimiento" es decir un movimiento vertical hacia arriba.

En otro escenario, suponiendo que el eje de movimiento (211) es horizontal y hacia la izquierda, el receptor "Siguiendo en la dirección principal de movimiento" es el receptor izquierdo mientras que el receptor "Precediendo en la dirección principal de movimiento" es el receptor derecho de un sensor. Cuando una primera señal H es registrada por el receptor izquierdo y la última señal H es registrada por el receptor derecho, entonces está presente un "Movimiento contra la dirección principal de movimiento" es decir un movimiento horizontal hacia el lado derecho.

Una velocidad de movimiento del marcador reflectante puede calcularse con base en una duración de la secuencia de estados A - D. Una distancia recorrida por el marcador, en ese tiempo T5 - T1, es $2 \cdot H_m$.

Adicionalmente, hay una posible estimación de velocidad con base en el tiempo de medición entre el registro de marcadores consecutivos en un único sensor. Esto puede proporcionar una determinación más rápida de la velocidad en los casos cuando los marcadores se posicionan con más frecuencia que los sensores.

5 Al tener un conjunto de sensores de acuerdo con la figura 2 y marcadores reflectantes configurados de acuerdo con las figuras 3 — 8, también se puede estimar una posición. Cuantos más sensores y marcadores reflectantes mejor será la precisión de la estimación de posición.

10 Con este propósito, al tener un único sensor y un único marcador reflectante (se puede obtener información sobre si el marcador reflectante está presente antes o después del sensor a lo largo del respectivo eje de movimiento (211). En el caso de múltiples sensores y marcadores reflectantes el sistema puede contar cuántos marcadores reflectantes han pasado por los sensores respectivos y con base en eso el sistema puede estimar la posición con una precisión limitada a la distancia entre los sensores (D_{ee}) o con una precisión igual a la distancia entre los marcadores reflectantes (H_v).

15 Al menos partes de los métodos de acuerdo con la invención pueden implementarse por ordenador. Por consiguiente, la presente invención puede tomar la forma de una realización completamente de hardware, una realización completamente de software (que incluye firmware, software residente, microcódigo, etc.) o una realización que combina aspectos de software y hardware que pueden todos denominarse en general en este documento como un "circuito", "módulo" o "sistema".

20 Adicionalmente, la presente invención puede tomar la forma de un producto de programa de ordenador incorporado en cualquier medio tangible de expresión que tenga código de programa utilizable por ordenador incorporado en el medio.

Un experto en la técnica puede reconocer fácilmente que el método antes mencionado para una detección cuantitativa de un movimiento puede ser realizado y/o controlado por uno o más programas de ordenador. Tales programas de ordenador típicamente se ejecutan utilizando los recursos informáticos en un dispositivo informático.

25 Solicitudes se almacenan en un medio no transitorio. Un ejemplo de un medio no transitorio es una memoria no volátil, por ejemplo una memoria flash mientras que un ejemplo de una memoria volátil es RAM. Las instrucciones de ordenador son ejecutadas por un procesador. Estas memorias son medios de grabación de ejemplo para almacenar programas de ordenador que comprenden instrucciones ejecutables por ordenador que realizan todas las etapas del método implementado por ordenador de acuerdo con el concepto técnico presentado en este documento.

30 Aunque la invención presentada en este documento se ha representado, descrito, y se ha definido con referencia a realizaciones preferidas particulares, tales referencias y ejemplos de implementación en la especificación anterior no implican ninguna limitación sobre la invención. Sin embargo, será evidente que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios a la misma sin apartarse del alcance más amplio del concepto técnico. Las realizaciones preferidas presentadas son solo de ejemplo, y no son exhaustivas del alcance del concepto técnico presentado en este documento.

35 Por consiguiente, el alcance de protección no se limita a las realizaciones preferidas descritas en la especificación, sino que solo se limita por las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para una detección cuantitativa de un movimiento, comprendiendo el sistema:

5 • un emisor (203) de señales y dos receptores (202, 204) de señales, posicionados en serie, a lo largo de un primer eje (212) paralelo a un segundo eje de movimiento (211) de un marcador (M) reflectante, provisto en un objeto en movimiento, en donde el marcador (M) reflectante está configurado para reflejar la señal emitida por el emisor (203) hacia los receptores (202, 204);

• los dos receptores (202, 204) tienen una cobertura de recepción de señal de tal manera que permite existencia de una posición de marcador (M) reflectante, en el segundo eje (211), en el cual se reconoce simultáneamente el marcador (M) reflectante de un tamaño dado por los dos receptores (202, 204)

10 siendo el sistema caracterizado porque

el tamaño H_m del marcador reflectante en el segundo eje (211) se calcula como una función de:

- una distancia D_{em} entre el primer (212) y el segundo (211) ejes;
- una distancia D_{er0} entre el emisor (203) y el primer receptor (202);
- una distancia D_{er1} entre el emisor (203) y el segundo receptor (204);

15 • un ángulo de emisión de señal β_e del emisor (203);

• un ángulo de recepción de señal α_{r0} del primer receptor (202); y

• un ángulo de recepción de señal α_{r1} del segundo receptor (204);

en donde

$$H_m \geq \frac{D_{er0} + D_{er1}}{2} \text{ para } D_{em} \geq \frac{D_{er0}}{2 \cdot \text{tg} \frac{\min(\beta_e, \alpha_{r0})}{2}}$$

20 y

$$D_{em} \geq \frac{D_{er1}}{2 \cdot \text{tg} \frac{\min(\beta_e, \alpha_{r1})}{2}}$$

mientras que cuando la D_{er0} es diferente de la D_{er1} , se aplica la mayor de las dos para determinar la D_{em} .

2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el tamaño H_m del marcador reflectante en el segundo eje (211), así como una distancia entre los marcadores reflectantes, se calculan además como una función de:

25

$$H_m \geq \frac{S_{req} \cdot V_{m\acute{a}x}}{2 \cdot F}$$

$$H_v > \frac{D_{er0} + D_{er1}}{2}$$

en donde: F - frecuencia de muestreo;

$V_{m\acute{a}x}$ - velocidad máxima de movimiento de los marcadores reflectantes;

S_{req} - un número de muestras requeridas para detectar una dirección de movimiento; y

30 H_v - una distancia entre los marcadores reflectantes.

3. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 en donde la D_{er0} y D_{er1} son iguales.

4. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 en donde el α_{r0} y α_{r1} son iguales.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en donde una distancia D_{ee} entre emisores se calcula como:

$$D_{ee} > \operatorname{tg} \frac{\min(\alpha_{r0}, \beta_e)}{2} \cdot D_{em} + D_{er0}$$

$$D_{ee} > \operatorname{tg} \frac{\min(\alpha_{r1}, \beta_e)}{2} \cdot D_{em} + D_{er1}$$

mientras que cuando la distancia D_{ee} entre emisores es la misma, se aplica una ecuación o cuando la D_{ee} para D_{er1} es diferente de la D_{ee} para D_{er0} se selecciona la mayor de las dos.

- 5 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en donde en dicha posición, cuando las señales reportadas por dichos dos receptores (202, 204) de señales son las mismas, sus formas de onda se cruzan mientras que sus valores respectivos están en más del 25% del valor máximo reportado para el marcador reflectante.
7. Un sistema de levantamiento de pesas que comprende un apilamiento de pesas que tiene al menos una placa de pesas, caracterizado porque comprende el sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en donde el marcador reflectante está fijado a la al menos una placa (110, 120) de pesas.
- 10 8. Un método para determinar una dirección de movimiento en el sistema de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el método la etapa de:
- determinar (801) que ambas señales desde los dos receptores (202, 204) tienen un valor Bajo predefinido (T1);
 - determinar (802) que una de las señales ha asumido un valor Alto predefinido mientras que la otra señal ha mantenido dicho valor Bajo (T2);
 - subsecuentemente, verificar (803) si las señales respectivas han asumido los valores de la otra señal (T2) invirtiendo de esa manera los valores de las señales (T3);
 - verificar (804) si ambas señales tienen el nivel Bajo de nuevo (T5);
 - determinar (808) una dirección de movimiento, de dicho marcador reflectante, con base en la primera y la última señal que tienen dicho nivel Alto.
- 20 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8 en donde comprende además las etapas de:
- estimar (805) un valor (W_{tr}) de las señales en un tiempo (T3) cuando los valores de señales se cruzan;
 - determinar (806) un valor máximo ($W_{máx}$) registrado por los receptores (202, 204) y si $\frac{W_{tr}}{W_{máx}} \geq$ umbral entonces se acepta un pase del marcador (807) reflectante por el sistema.
- 25 10. Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa para realizar todas las etapas del método de acuerdo con la reivindicación 8 cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.
11. Un medio legible por ordenador que almacena instrucciones ejecutables por ordenador que realizan todas las etapas del método de acuerdo con la reivindicación 8 cuando se ejecutan en un ordenador.

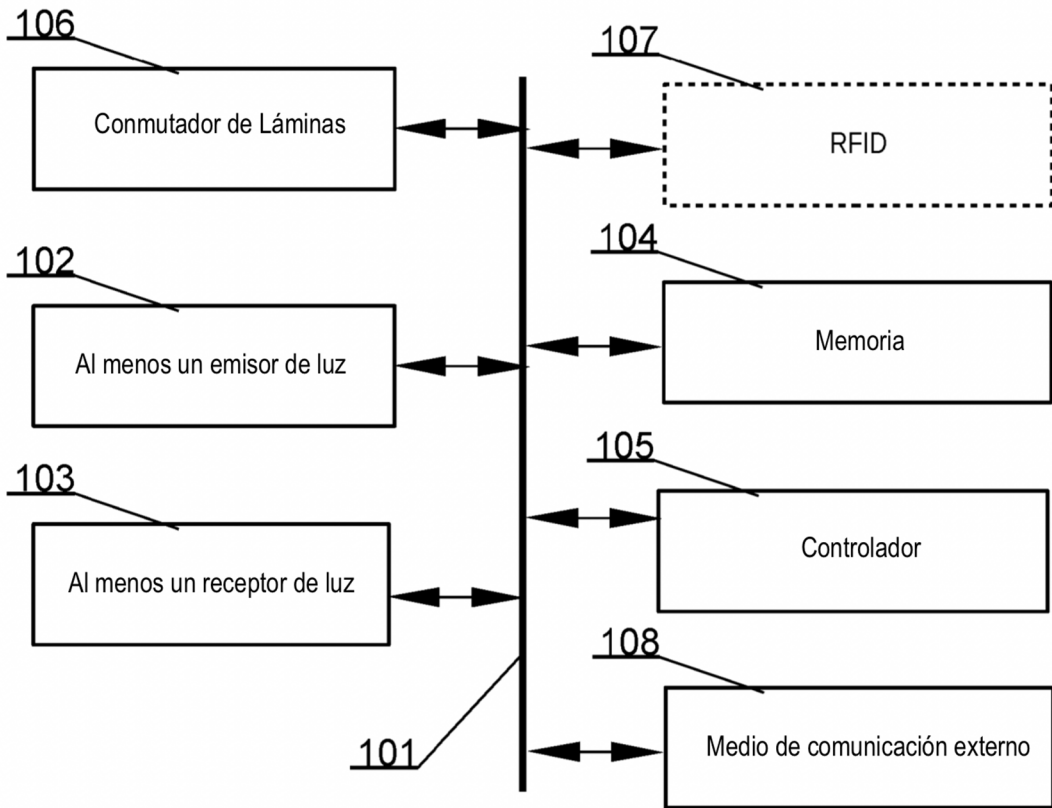


Fig. 1A

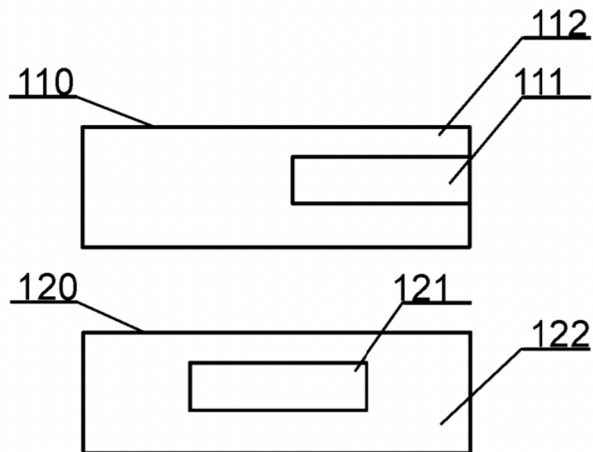


Fig. 1B

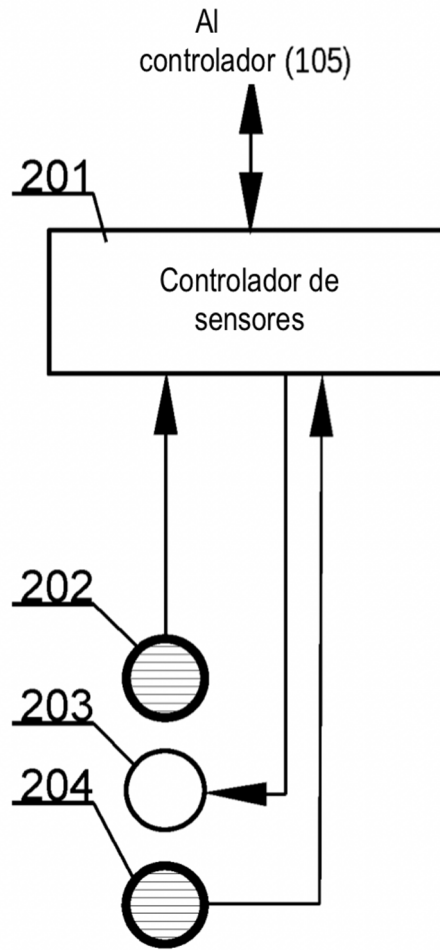


Fig. 2

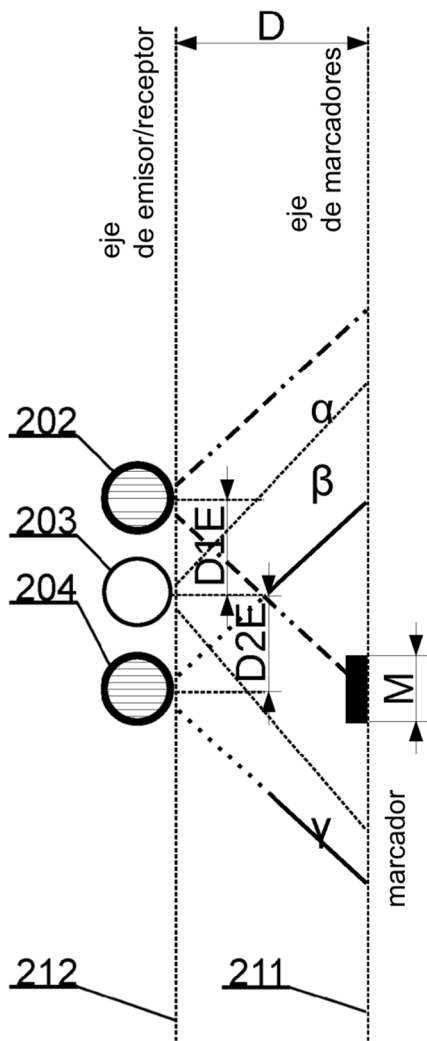
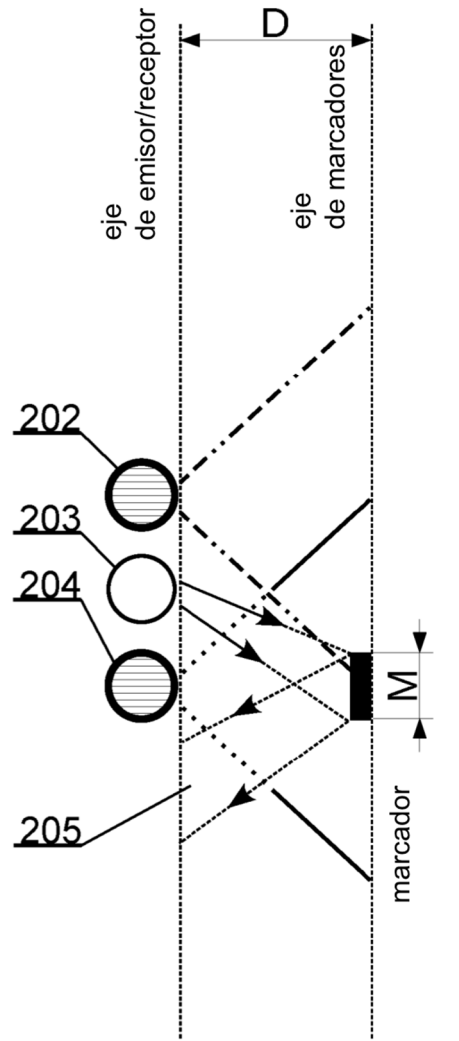


Fig. 3A



202 —
204 - - -

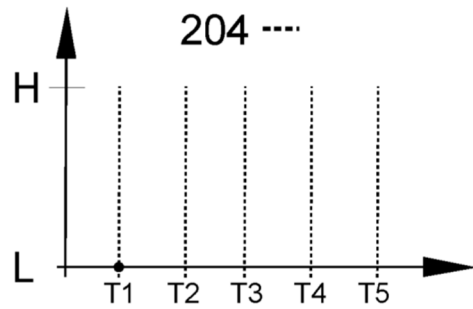


Fig. 3B

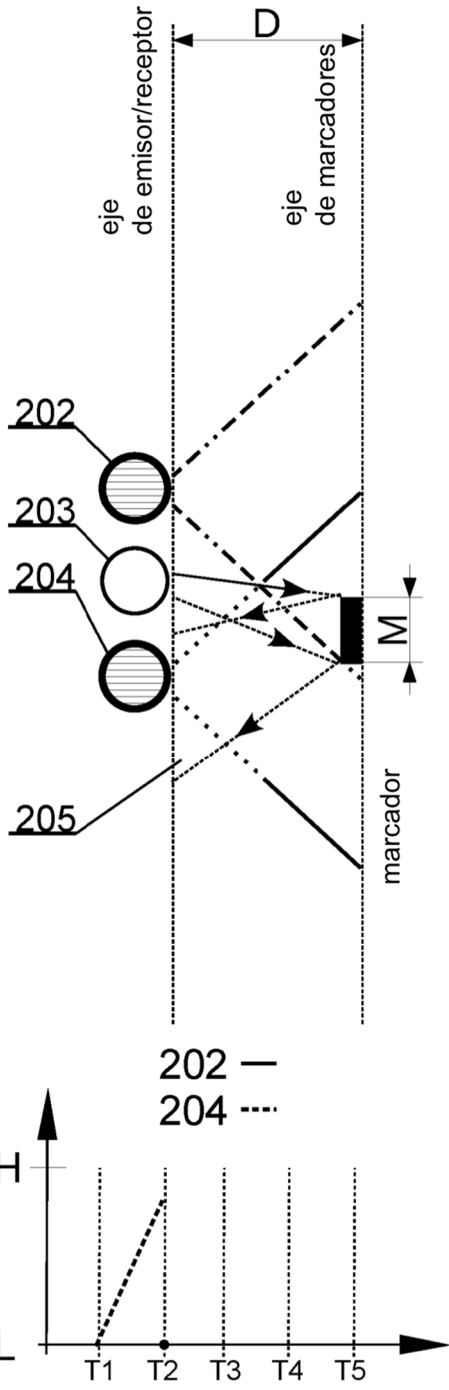


Fig. 3C

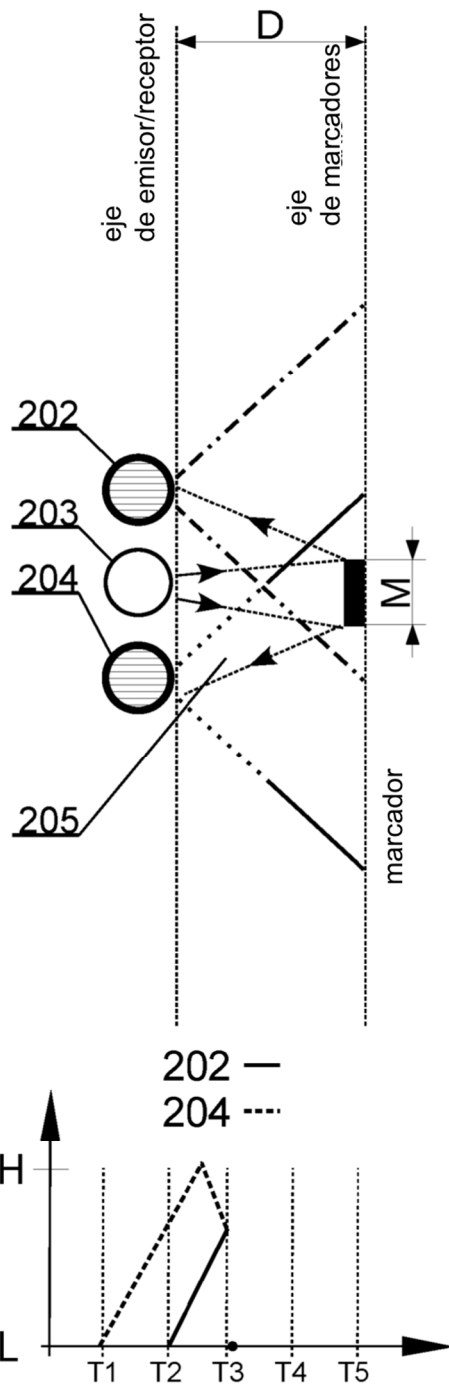


Fig. 3D

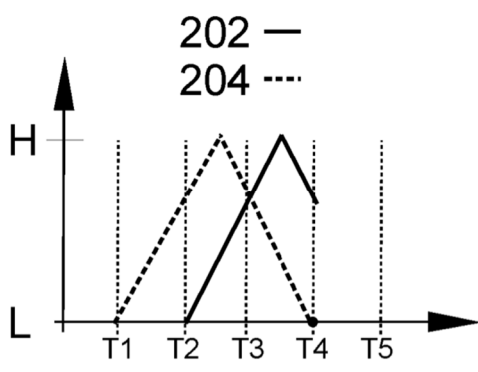
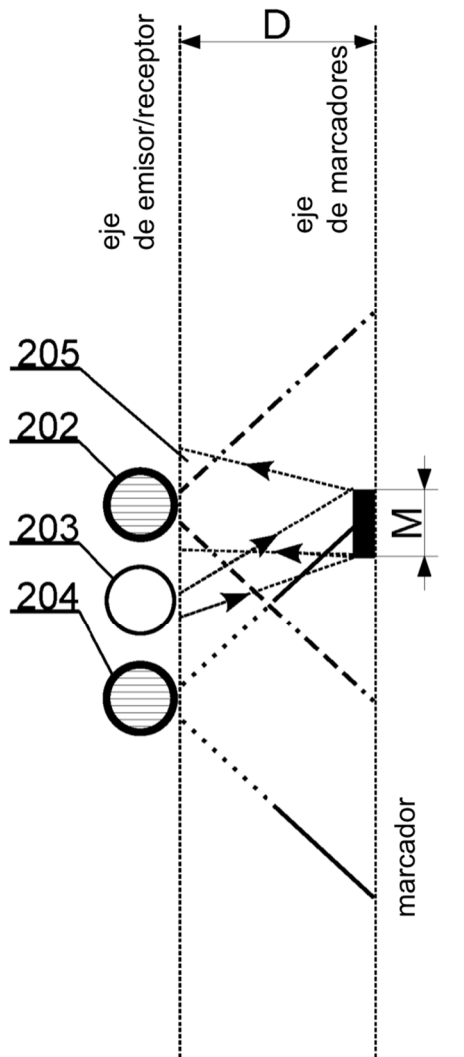


Fig. 3E

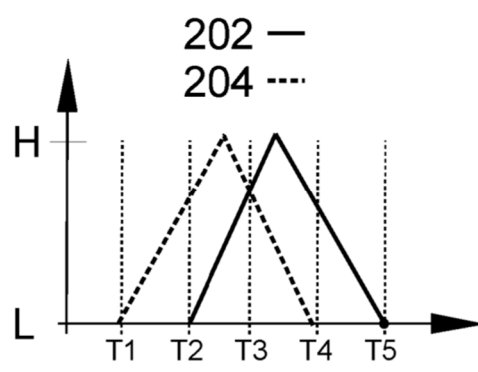
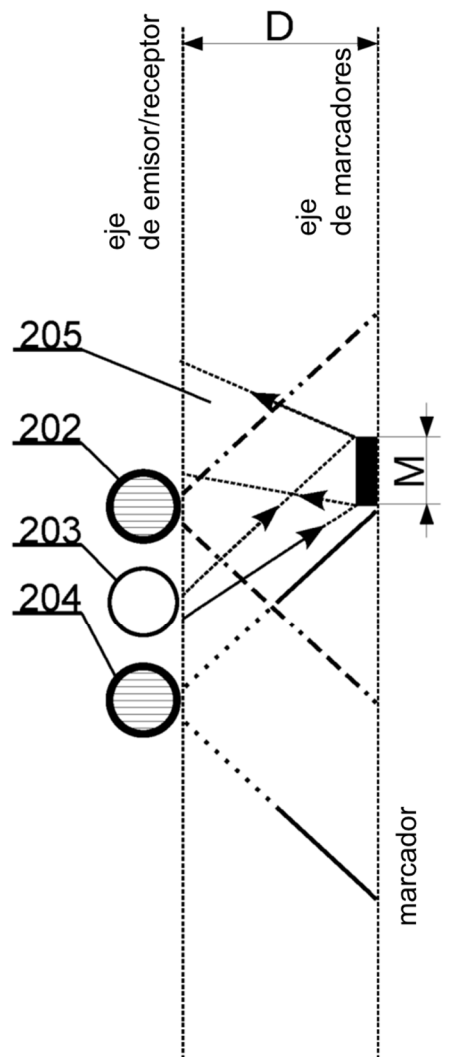


Fig. 3F

Fig. 4A

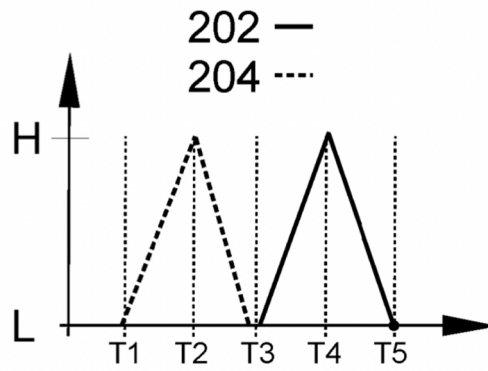


Fig. 4B

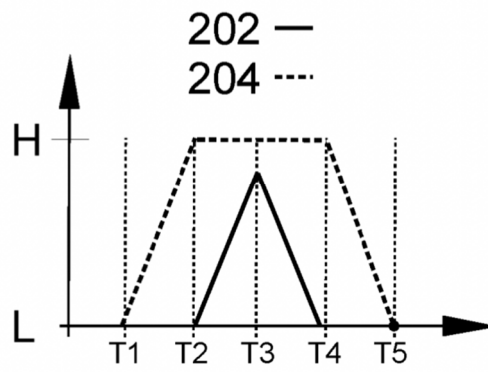
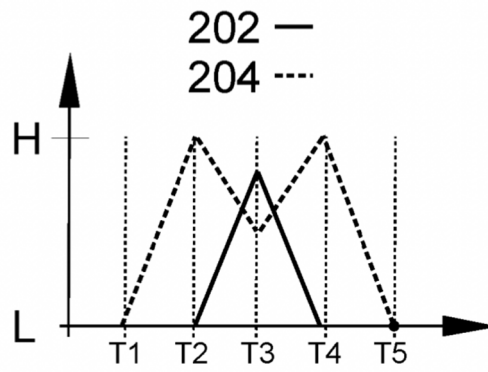


Fig. 4C



$$H_m \geq \frac{D_{er0} + D_{er1}}{2} \text{ para } D_{em} \geq \frac{D_{er0}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\min(\beta_e, \alpha_{r0})}{2}}$$

$$\text{y } D_{em} \geq \frac{D_{er1}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\min(\beta_e, \alpha_{r1})}{2}}$$

Fig. 5

$$H_m \geq \frac{S_{req} \cdot V_{m\acute{a}x}}{2 \cdot F}$$

$$H_v > \frac{D_{er0} + D_{er1}}{2}$$

Fig. 6

$$D_{ee} > \operatorname{tg} \frac{\min(\alpha_{r0}, \beta_e)}{2} \cdot D_{em} + D_{er0}$$

$$D_{ee} > \operatorname{tg} \frac{\min(\alpha_{r1}, \beta_e)}{2} \cdot D_{em} + D_{er1}$$

Fig. 7

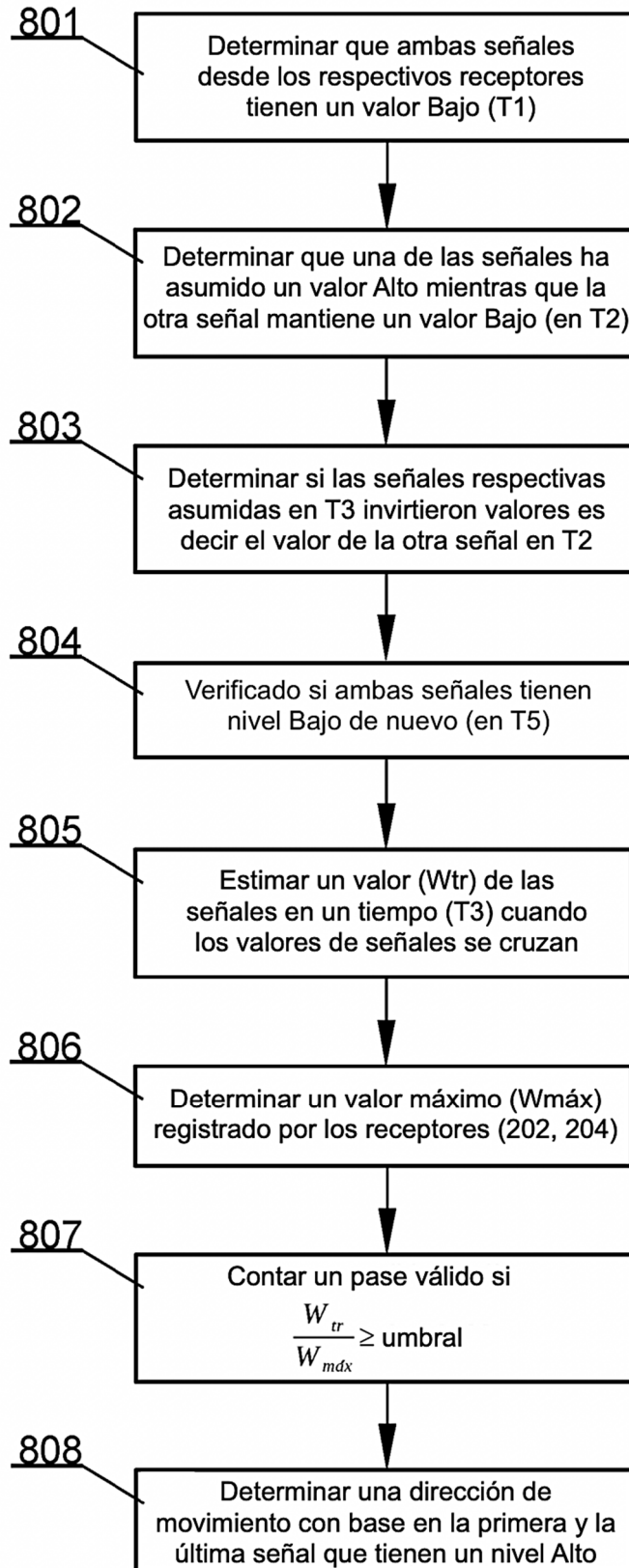


Fig. 8