

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 275**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/038** (2013.01)

**G06F 3/0346** (2013.01)

**G08C 17/02** (2006.01)

**H04W 4/02** (2008.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2016 PCT/EP2016/059557**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16174170**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2016 E 16724296 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3289438**

54 Título: **Procedimiento de control de un dispositivo de cálculo a través de un elemento móvil y sistema de control que utiliza este procedimiento**

30 Prioridad:

**28.04.2015 FR 1553820**

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

**29.12.2020**

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(50.0%)**

**2 Place Maurice Quentin  
75001 Paris, FR y  
VEGA FRANCE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DESPLATS, ROMAIN y  
LOPEZ, JEAN-LOUIS**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 800 275 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**

Procedimiento de control de un dispositivo de cálculo a través de un elemento móvil y sistema de control que utiliza este procedimiento

5

La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un dispositivo de cálculo a través de un elemento móvil manipulable por un usuario para generar por lo menos una orden de control asociada a la orientación vectorial del elemento móvil.

10

El elemento móvil es, por ejemplo, un dispositivo de puntería o un joystick manipulable por el usuario a distancia con respecto al dispositivo de cálculo. Por dispositivo de cálculo, se entiende cualquier dispositivo electrónico apto para interpretar las órdenes del usuario como, por ejemplo, un ordenador, una consola de videojuegos, una tableta, un teléfono inteligente, etc.

15

Las órdenes de control se generan ventajosamente en función de la orientación vectorial del elemento móvil y permiten, por ejemplo, desplazar un puntero o cualquier otro objeto en un dispositivo de visualización conectado al dispositivo de cálculo o integrado en el mismo. Por la expresión "orientación vectorial", se entiende una orientación tridimensional del elemento móvil en el espacio así como su orientación con respecto a una referencia fija como, por ejemplo, una referencia terrestre.

20

En el estado de la técnica se conocen diferentes tipos de procedimientos que permiten controlar unos dispositivos de cálculo a través de un elemento móvil en función de su orientación vectorial y sistemas de control que utilizan dichos procedimientos.

25

Así, por ejemplo, algunas consolas de videojuegos que comprenden un joystick, permiten determinar la orientación vectorial de este joystick, es decir, localizar el joystick en el espacio, utilizando una referencia absoluta y fija por ejemplo con respecto a la referencia terrestre.

30

Dicha referencia absoluta es proporcionada generalmente por un accesorio de referenciado separado del joystick y dispuesto de manera fija cerca del dispositivo de visualización por ejemplo. Este accesorio comprende una pluralidad de sensores infrarrojos dispuestos en unos lugares distintos para detectar unas señales emitidas por el joystick bajo diferentes ángulos de visión. Para determinar la orientación del joystick, el procedimiento de control utilizado por la consola, utiliza así las informaciones procedentes de estos sensores, así como unas informaciones suplementarias referentes a sus orientaciones uno con respecto a la otra en el accesorio de referenciado.

35

Para mejorar la precisión de la localización del joystick y eventualmente las sensaciones del usuario, uno o varios sensores de movimiento están integrados en el joystick. Se conoce así la utilización de un acelerómetro integrado en el joystick para detectar las aceleraciones del joystick, y también de un giroscopio integrado para detectar unas variaciones angulares del joystick alrededor de uno o varios ejes. El procedimiento de control tiene en cuenta así las mediciones proporcionadas por estos sensores como complemento de las proporcionadas por el accesorio de referenciado.

40

Por consiguiente, para los procedimientos de control conocidos, se utiliza un accesorio de referenciado distinto del joystick para proporcionar una referencia absoluta. Sin embargo, con la evolución de la portabilidad de los dispositivos de cálculo hacia unos dispositivos portátiles como por ejemplo unas tabletas o unas gafas de visualización inteligentes, la integración de dicho accesorio de referenciado resulta cada vez más laboriosa, incluso imposible en algunos casos.

45

Se conoce asimismo un procedimiento de control de un objeto mostrado sobre una superficie a través de un elemento móvil, divulgado en el documento EP 2 853 992 A1. El procedimiento utiliza unas mediciones de un sensor de movimiento así como unos algoritmos de puntería relativa y absoluta. Se prefiere la puntería relativa para las velocidades bajas y la puntería absoluta para las velocidades altas. La transición entre los resultados de los dos algoritmos se suaviza utilizando una combinación ponderada de los resultados. El objetivo es que el usuario obtenga unas percepciones consistentes entre lo que se ve en la pantalla y los movimientos impartidos al dispositivo de puntería.

50

La presente invención tiene por objetivo proponer un procedimiento de control de un dispositivo de cálculo a través de un elemento móvil utilizando únicamente unas mediciones proporcionadas por los sensores integrados en el elemento móvil.

60

Con este fin, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de control de un dispositivo de cálculo a través de un elemento móvil, de acuerdo con la reivindicación 1.

65

Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento comprende una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 8.

La invención tiene asimismo por objeto un sistema de control de un dispositivo de cálculo que comprende un elemento móvil, de acuerdo con la reivindicación 9.

5 Según otros aspectos ventajosos de la invención, el sistema comprende una o varias de las características de las reivindicaciones 10 a 12.

Las características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 - la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de control de un dispositivo de cálculo según un modo de realización preferido de la invención;
- la figura 2 es un organigrama de un procedimiento de control utilizado por el sistema de la figura 1;
- 15 - la figura 3 es un esquema que ilustra una etapa de configuración inicial del procedimiento de la figura 2;
- las figuras 4 y 5 ilustran parcialmente el sistema de control según otros modos de realización.

20 Por la expresión "sustancialmente igual" se entiende una relación de igualdad con una precisión del 10%.

El sistema 10 de la figura 1 permite generar unas órdenes de control para un dispositivo de cálculo 12.

25 El dispositivo de cálculo 12 es un dispositivo electrónico apto para interpretar unas órdenes de control dadas por un usuario.

30 El dispositivo de cálculo 12 comprende ventajosamente un procesador 14 y un órgano de almacenamiento 16 apto para almacenar una pluralidad de programas ejecutables por el procesador 14. El órgano de almacenamiento 16 comprende una memoria interna del dispositivo de cálculo 12 como por ejemplo un disco duro, o un soporte externo como por ejemplo un disco duro externo o un disco de tipo CD o DVD.

35 En la figura 1, el dispositivo de cálculo 12 comprende, además, una pantalla de visualización 18 apta para mostrar unas informaciones gráficas proporcionadas por lo menos por algunos de los programas del órgano de almacenamiento 16. Estas informaciones gráficas comprenden, por ejemplo, un puntero 19 desplazable sobre la pantalla de visualización 18 por el usuario a través de las órdenes de control.

40 El dispositivo de cálculo 12 es así, por ejemplo, un ordenador, un televisor inteligente, una tableta táctil, un teléfono inteligente, un reloj inteligente o incluso unas gafas de visualización inteligentes.

45 Como variante, el dispositivo de cálculo 12 es una consola de videojuegos o un puesto de acceso a una red informática, como por ejemplo un equipo proveedor de acceso a Internet del tipo "box". En este caso, la pantalla de visualización 18 está integrada en un dispositivo de visualización separado del dispositivo de cálculo 12 y conectado al dispositivo de cálculo 12.

50 El sistema 10 comprende un elemento móvil 20 manipulable por el usuario para generar unas órdenes de control destinadas al dispositivo de cálculo 12, una unidad de tratamiento 22 apta para generar estas órdenes de control en función en particular de la orientación vectorial del elemento móvil 20, y un órgano de comunicación 24 entre el elemento móvil 20 y la unidad de tratamiento 22.

55 El elemento móvil 20 presenta un objeto de forma adaptada para ser manipulado por el usuario. Esta forma asegura, por ejemplo, una buena sujeción del elemento móvil 20 en una mano del usuario.

Como variante, el elemento móvil 20 está adaptado para ser fijado sobre una parte móvil del cuerpo del usuario, como por ejemplo la cabeza o un dedo.

Según otra variante, el elemento móvil 20 está adaptado para ser fijado sobre una prenda de vestir del usuario.

En estos casos, los movimientos del elemento móvil 20 son accionados por los movimientos correspondientes de la parte del cuerpo o de la prenda de vestir.

60 El elemento móvil 20 define una referencia móvil RM que presenta tres ejes móviles X', Y', Z' linealmente independientes y fijos con respecto al elemento móvil 20. En la figura 1, el eje móvil Y' es un eje longitudinal del elemento móvil 20 y los ejes móviles X' y Z' son dos ejes transversales perpendiculares.

65 La referencia RM es móvil con respecto a una referencia fija RF que presenta tres ejes fijos X, Y, Z visibles asimismo en la figura 1. La referencia fija FM es, por ejemplo, una referencia terrestre.

Una orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 se define como la orientación tridimensional de referencia móvil RM con respecto a la referencia fija RF. La referencia móvil RM se obtiene a partir de la referencia fija RF utilizando una rotación de ángulo  $\theta_k$  con respecto a un eje de rotación definido por un vector de rotación  $r_{F,k} = [r_{X,k} \ r_{Y,k} \ r_{Z,k}]$ .

La orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 es determinada así en cada instante por el ángulo de rotación  $\theta_k$  y el vector de rotación  $r_{F,k} = [r_{X,k} \ r_{Y,k} \ r_{Z,k}]$ . Por razones de simplicidad, esta orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil se expresa a continuación en forma de un cuaternión de paso  $q_k$  desde la referencia móvil RM hacia la referencia fija RF, estando el cuaternión de paso  $q_k$  definido por la expresión siguiente:

$$q_k = \left[ \cos \frac{\theta_k}{2} \quad -r_{X,k} \operatorname{sen} \frac{\theta_k}{2} \quad -r_{Y,k} \operatorname{sen} \frac{\theta_k}{2} \quad -r_{Z,k} \operatorname{sen} \frac{\theta_k}{2} \right].$$

Es posible así determinar el ángulo de rotación  $\theta_k$  y el vector de rotación  $r_{F,k}$  y, por consiguiente, la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20, a partir del cuaternión de paso  $q_k$ .

El elemento móvil 20 comprende un conjunto de sensores aptos para medir por lo menos algunos parámetros físicos relativos a la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 o a un movimiento del elemento 20 entre una orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$  y la orientación vectorial actual  $P_k$ , y una batería 30 que alimenta el conjunto de sensores. Se entiende por la expresión "orientación vectorial precedente"  $P_{k-1}$ , la orientación vectorial del elemento móvil 20 en un instante anterior al que corresponde a la orientación vectorial actual  $P_k$ .

El conjunto de sensores comprende un giroscopio 31 apto para medir una variación angular del elemento móvil 20 alrededor de cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  entre la orientación vectorial actual  $P_k$  y la orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$ , un acelerómetro 32 apto para medir la aceleración  $\alpha$  del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , y un magnetómetro 33 apto para medir la intensidad del campo magnético  $B$  alrededor del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ .

En particular, el acelerómetro 32 es apto para medir la influencia del campo gravitacional terrestre  $g$  sobre cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ , y el magnetómetro 33 es apto para medir la intensidad del campo magnético terrestre  $B_T$  alrededor del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ .

Las mediciones proporcionadas en relación con un movimiento del elemento 20 entre la orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$  y la orientación vectorial actual  $P_k$  como, por ejemplo, las mediciones del giroscopio 31, se designan a continuación mediante el término "mediciones relativas".

Las mediciones proporcionadas en relación únicamente con la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 como, por ejemplo, las mediciones del acelerómetro 32 y del magnetómetro 33 referentes respectivamente al campo gravitacional terrestre y al campo magnético terrestre, se designan a continuación mediante el término "mediciones absolutas".

Como complemento, el elemento móvil 20 comprende una pluralidad de botones de mando accionables por el usuario y que permiten generar unas órdenes de control adaptadas para el dispositivo de cálculo 12.

La unidad de tratamiento 22 permite generar unas órdenes de control destinadas al dispositivo de cálculo 12 a partir de las mediciones proporcionadas por el conjunto de sensores como se explicará a continuación.

La unidad de tratamiento 22 es un programa almacenado en el órgano de almacenamiento 16 del dispositivo de cálculo 12 y ejecutado por el procesador 14.

Como variante, la unidad de tratamiento 22 es un dispositivo de tratamiento independiente que utiliza uno o varios programas de tratamiento.

Como variante, la totalidad o parte del órgano de almacenamiento 16 del dispositivo de cálculo 12, el procesador 14 y la unidad de tratamiento 22 están integrados en el elemento móvil 20.

El órgano de comunicación 24 comprende un módulo de emisión 35 integrado en el elemento móvil 20 y conectado al conjunto de sensores, y un módulo de recepción 36 conectado a la unidad de tratamiento 22.

El módulo de emisión 35 permite transmitir las mediciones tomadas por el conjunto de sensores, y eventualmente las órdenes de control generadas por los botones, al módulo de recepción 36.

El módulo de recepción 36 está integrado, por ejemplo, en el dispositivo de cálculo 12 y permite recibir y transmitir los datos emitidos por el módulo de emisión 35 a la unidad de tratamiento 22.

La comunicación entre el módulo de emisión 35 y el módulo de recepción 36 es, por ejemplo, una comunicación inalámbrica basada en un protocolo de transmisión de datos numéricos ya conocido.

5 El procedimiento de control del dispositivo de cálculo 12 realizado por el sistema 10 se describirá ahora con referencia a la figura 2 que presenta un organigrama de sus etapas principales.

10 Inicialmente, el elemento móvil 20 es inmovilizado y la referencia móvil RM coincide con la referencia fija RF. La orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 es por lo tanto conocida. La orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$  del elemento móvil 20 también es conocida e igual por ejemplo a la orientación vectorial actual  $P_k$ . Para ello, el procedimiento comprende generalmente una etapa de suministro de una orientación vectorial inicial.

15 El acelerómetro 32 y el magnetómetro 33 toman entonces unas mediciones respectivamente de la aceleración del campo gravitacional terrestre y de la intensidad del campo magnético terrestre según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ .

Estas mediciones expresadas a continuación respectivamente en forma del cuaternión  $G_F = [0 G_{F,X} G_{F,Y} G_{F,Z}]$  y del cuaternión  $B_F = [0 B_{F,X} B_{F,Y} B_{F,Z}]$ , son transmitidas a la unidad de tratamiento 22 a través del órgano de comunicación 24.

20 El procedimiento comprende entonces una etapa 110 de puesta en movimiento del elemento móvil 20.

25 En la etapa 110 de puesta en movimiento, el usuario provoca un movimiento del elemento móvil 20 modificando la orientación vectorial actual  $P_k$  para una nueva orientación vectorial actual  $P^*$ , el conjunto de sensores toma unas mediciones relativas que caracterizan este movimiento y unas mediciones absolutas que caracterizan la nueva orientación vectorial actual  $P^*$  del elemento móvil 20.

30 Estas mediciones comprenden en particular la velocidad angular del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  medida por el giroscopio 31 durante un período de muestreo  $\Delta t$  que corresponde sustancialmente a la duración del movimiento, la aceleración del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  medida por el acelerómetro 32 en la nueva orientación vectorial actual  $P^*$  del elemento móvil 20, y la intensidad del campo magnético según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  medida por el magnetómetro 33 en la nueva orientación vectorial actual  $P^*$  del elemento móvil 20.

35 La velocidad angular medida se expresa a continuación en forma del cuaternión  $\omega = [0 \omega_X \omega_Y \omega_Z]$ , la aceleración en forma del cuaternión  $G_M = [0 G_{M,X} G_{M,Y} G_{M,Z}]$ , y la intensidad del campo magnético en forma del cuaternión  $B_M = [0 B_{M,X} B_{M,Y} B_{M,Z}]$ .

40 El procedimiento comprende entonces una etapa 120 de transmisión. En la etapa 120 de transmisión, el conjunto de las mediciones es transmitido a la unidad de tratamiento 22 a través del órgano de comunicación 24.

45 El procedimiento comprende entonces una etapa 131 de primera determinación. Más precisamente, en la etapa 131 de determinación, la unidad de tratamiento 22 determina una primera orientación elemental  $P^1$  del elemento móvil 20 a partir de las mediciones relativas proporcionadas por el giroscopio 31, de la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20, y de la orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$  del elemento móvil 20.

Más particularmente, la primera orientación elemental  $P^1$  expresada en forma de un primer cuaternión elemental  $q^1$ , se obtiene a partir de la fórmula siguiente:

$$q^1 = \frac{\Delta t}{2} q_k \otimes \omega + q_{k-1},$$

50 en la que

- $q_k$  es el cuaternión de paso que corresponde a la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20;
- $q_{k-1}$  es el cuaternión de paso que corresponde a la orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$  del elemento móvil 20; y
- $\otimes$  es la operación de multiplicación de los cuaterniones definida para dos cuaterniones cualesquiera  $a = [a_1 a_2 a_3 a_4]$  y  $b = [b_1 b_2 b_3 b_4]$  de la siguiente manera:

$$a \otimes b = \begin{bmatrix} a_1 b_1 - a_2 b_2 - a_3 b_3 - a_4 b_4 \\ a_1 b_2 + a_2 b_1 + a_3 b_4 - a_4 b_3 \\ a_1 b_3 - a_2 b_4 + a_3 b_1 + a_4 b_2 \\ a_1 b_4 + a_2 b_3 - a_3 b_2 + a_4 b_1 \end{bmatrix}^T.$$

60

El procedimiento comprende asimismo una etapa 132 de segunda determinación. En la etapa 132 de segunda determinación, la unidad de tratamiento 22 determina una segunda orientación elemental  $P^2$  del elemento móvil 20 a partir de las mediciones absolutas proporcionadas por el acelerómetro 32 y el magnetómetro 33.

Más particularmente, la segunda orientación elemental  $P^2$  expresada en forma de un segundo cuaternión elemental  $q^2$ , se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones siguiente:

$$\begin{cases} q^2 \otimes G_F \otimes q^{2*} - G_M = 0 \\ q^2 \otimes B_F \otimes q^{2*} - B_M = 0' \end{cases}$$

en el que el símbolo "\*" designa la operación del conjugado del cuaternión definido para un cuaternión  $\alpha = [\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4]$  cualquiera de la siguiente manera:

$$\alpha^* = [a_1 - a_2 - a_3 - a_4].$$

Este sistema se resuelve utilizando por ejemplo un método numérico.

Las etapas 131 y 132 de determinación se realizan ventajosamente en paralelo.

El procedimiento comprende a continuación una etapa 133 de determinación del régimen del movimiento del elemento móvil 20.

Más precisamente, según el ejemplo de la figura 2, en la etapa 133 de determinación del régimen, la unidad de tratamiento 22 determina si el movimiento del elemento móvil 20 es un régimen casi estacionario o no casi estacionario.

Para ello, la unidad de tratamiento 22 utiliza un criterio de estacionariedad que consiste en comparar una aceleración efectiva  $\dot{q}_k$  del elemento móvil 20 cuando tiene lugar el movimiento con un umbral S predeterminado.

La aceleración efectiva  $\dot{q}_k$  se determina numéricamente a partir de las orientaciones vectoriales actual  $P_k$  y precedente  $P_{k-1}$  utilizando por ejemplo la expresión siguiente:

$$\dot{q}_k = \frac{q_k - q_{k-1}}{\Delta t}.$$

Así, cuando una norma  $\|\dot{q}_k\|$  de la aceleración efectiva  $\dot{q}_k$  por ejemplo la norma  $\|\dots\|_2$  que consiste en calcular la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los componentes del cuaternión correspondiente, es inferior al umbral S, se trata del régimen casi estacionario y la unidad de tratamiento 22 realiza una etapa 141 de primera determinación de un parámetro. En el caso contrario, se trata del régimen no casi estacionario y la unidad de tratamiento 22 realiza una etapa 142 de segunda determinación de un parámetro.

En cada una de las etapas 141 y 142 de determinación, la unidad de tratamiento 22 determina un parámetro de estabilización K que caracteriza el tiempo de estabilización desde el régimen no casi estacionario hacia el régimen casi estacionario.

Más particularmente, en la etapa 141 de primera determinación de un parámetro, caso que corresponde al régimen casi estacionario, la unidad de tratamiento 22 establece el parámetro K igual a un valor de estabilización predeterminado que es estrictamente superior a 0 e inferior o igual a 1.

Por el contrario, en la etapa 142 de segunda determinación de un parámetro, caso que corresponde al régimen no casi estacionario, la unidad de tratamiento 22 impone para el parámetro K un valor igual a 0.

Tras la realización de una de las etapas de determinación del parámetro de estabilización K, se realiza una etapa 143 de determinación de la nueva orientación vectorial actual  $P^*$ .

En la etapa 143, la unidad de tratamiento 22 determina la nueva orientación vectorial actual  $P^*$  a partir de la primera orientación elemental  $P^1$ , de la segunda orientación actual  $P^2$  y del parámetro de estabilización K.

En particular, el cuaternión  $q^*$  que corresponde a la nueva orientación vectorial actual  $P^*$ , se determina utilizando la expresión siguiente:

$$q^* = q^1 + K(q^2 - q^1).$$

La unidad de tratamiento 22 asocia la nueva orientación vectorial actual  $P^*$  a la orientación vectorial actual  $P_k$ , y la

orientación vectorial actual  $P_k$  a la orientación vectorial precedente  $P_{k-1}$ , es decir que la unidad de tratamiento 22 utiliza las ecuaciones siguientes:

$$q_{k-1} = q_k, \quad q_k = q^*$$

5

El procedimiento comprende a continuación una etapa 150 de generación de una orden de control. Más precisamente, la unidad de tratamiento 22 genera una orden de control asociada a la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 y transmite esta orden al dispositivo de cálculo 12.

10

Así, por ejemplo, cuando el elemento móvil 20 es un dispositivo de puntería utilizado para desplazar el puntero 19 sobre la pantalla de visualización 18, la unidad de tratamiento 20 genera una orden de control que consiste en desplazar el puntero 19 en el punto de la pantalla de visualización 18 que corresponde a la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20.

15

La presente invención presenta así un cierto número de ventajas.

20

En particular, la utilización simultánea de las mediciones proporcionadas por el acelerómetro 32 y el magnetómetro 33 permite determinar la orientación vectorial del elemento móvil 20 sin utilizar un accesorio de referenciado suplementario. Esto permite entonces utilizar el sistema 10 con diversos tipos de dispositivos de cálculo, incluidos unos dispositivos portátiles como las tabletas, los teléfonos inteligentes y las gafas de visualización inteligentes.

25

Además, la determinación de la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20 según el procedimiento, es particularmente fiable, ya que se introduce una distinción entre el régimen casi estacionario y no casi estacionario. En efecto, en el régimen casi estacionario, la orientación vectorial del elemento móvil 20 determinada a partir de las mediciones relativas es más fiable y robusta que la determinada únicamente a partir de las mediciones absolutas. Por el contrario, en el régimen no casi estacionario, la orientación vectorial determinada a partir de las mediciones relativas es poco fiable, y se considera la orientación determinada a partir de las mediciones absolutas.

30

Por último, contrariamente a los sistemas de control existentes, el sistema 10 no necesita ninguna calibración de los sensores, en particular del giroscopio, que proporciona unas mediciones relativas. En efecto, dicho equilibrado se realiza numéricamente en el régimen no casi estacionario cuando las mediciones absolutas se utilizan principalmente para determinar la orientación vectorial actual  $P_k$  del elemento móvil 20.

35

Según un aspecto complementario de la invención, el procedimiento de control comprende una etapa de configuración inicial del sistema 10 con respecto a la pantalla de visualización 18. Esta configuración permite en particular adaptar las órdenes de control generadas por la unidad de tratamiento 22 a las dimensiones de la pantalla de visualización 18.

40

Así, por ejemplo, cuando el elemento móvil 20 es un dispositivo de puntería utilizado para desplazar el puntero 19 sobre la pantalla de visualización 18, el usuario es invitado a apuntar con el elemento móvil 20 en tres puntos distintos A, B, C en la etapa de configuración inicial como se ha ilustrado en la figura 3. En cada apuntado A, B, C, la unidad de tratamiento determina la orientación vectorial actual  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$  en el espacio del elemento móvil 20. Estas orientaciones actuales  $P_A$ ,  $P_B$ ,  $P_C$  son utilizadas a continuación por la unidad de tratamiento para determinar la correspondencia entre cada punto de la pantalla de visualización 18 y diferentes orientaciones vectoriales del elemento móvil 20 en el espacio.

45

Como variante, la pantalla de visualización es reemplazada por un sistema inmersivo 3D. Los puntos A, B, C son entonces unos puntos del entorno, pudiendo la visualización de estos puntos ser realizada por realidad aumentada.

50

La etapa de configuración inicial se inicia, por ejemplo, antes de cada utilización del sistema de control 10 o durante la utilización del sistema de control cuando convenga, por ejemplo, cambiar la pantalla de visualización 18 o reajustar sus dimensiones.

55

Como variante, la etapa de configuración inicial se inicia una vez por cada nueva pantalla 18 y la correspondencia determinada en esta etapa es memorizada en los medios de memorización 16.

60

Evidentemente, son posibles asimismo otros ejemplos de configuración inicial del sistema de control 10 con respecto a la pantalla de visualización 18 o cualquier otro objeto.

65

Según todavía otro aspecto complementario de la invención, el procedimiento de control comprende una etapa de cálculo de la posición absoluta del elemento móvil 20 con respecto a la referencia fija RF. La orientación absoluta comprende en particular una traslación y una rotación de la referencia móvil RM con respecto a la referencia fija RF. La traslación se calcula a partir de las mediciones de la aceleración del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  proporcionados por el acelerómetro 32.

Según el modo de realización de la invención ilustrado en la figura 4, el sistema 10 comprende además un elemento

magnético 200 apto para modificar el campo magnético alrededor del elemento móvil 20.

El elemento magnético 200 es, por ejemplo, un imán permanente fijado sobre una prenda de vestir del usuario, sobre una parte de su cuerpo o sobre cualquier otro objeto cerca del usuario.

5

De esta manera, cuando el elemento móvil 20 se acerca al elemento magnético 200, el campo magnético alrededor del elemento móvil 20 está muy perturbado. Esta perturbación es medida por el magnetómetro 33 y la medición correspondiente es transmitida a la unidad de tratamiento 22 para generar una orden de control correspondiente.

10

Como variante, varios magnetómetros están integrados en el elemento móvil 20. Esto permite modelizar mejor el campo magnético alrededor del elemento móvil 20 y determinar eventualmente la posición del elemento magnético 200 con respecto al elemento móvil.

15

Este modo de realización está particularmente adaptado para los videojuegos en los que el elemento magnético 200 tiene un significado particular.

20

Según el modo de realización de la invención ilustrado en la figura 5, el elemento móvil 20 comprende además un dispositivo de iluminación 210 del tipo láser. La dirección de emisión del flujo luminoso por el dispositivo de iluminación 210 coincide, por ejemplo, con el eje longitudinal Y' del elemento móvil 20.

25

Según este modo de realización, el procedimiento de control comprende además una etapa de control de la intensidad del flujo luminoso emitido por el dispositivo de iluminación 210. Así, por ejemplo, cuando se utiliza el elemento móvil 20 como un dispositivo de puntería según el eje longitudinal Y', la etapa de control de la intensidad del flujo luminoso consiste en aumentar la intensidad del flujo de manera progresiva cuando el puntero dirigido por el elemento móvil 20 se acerca a una diana dispuesta sobre la pantalla de visualización 18 o en otro punto predeterminado del espacio.

30

Según todavía otro modo de realización (no representado), el elemento móvil 20 comprende, además, una cámara integrada.

35

El campo de visión de la cámara está orientado por ejemplo según el eje longitudinal Y' del elemento móvil 20.

40

De esta manera, la orientación vectorial de la cámara es conocida en cada instante por la unidad de tratamiento 22, lo cual le permite generar unas órdenes de control adaptadas.

45

Según todavía otro modo de realización (no representado), el sistema de control 10 comprende varios elementos móviles 20 tales como los descritos anteriormente. En este caso, el procedimiento de control está adaptado para determinar la orientación vectorial de cada uno de estos elementos móviles 20 para generar unas órdenes de control adaptadas. Estas órdenes de control tienen en cuenta por ejemplo la orientación relativa de uno de los elementos móviles 20 con respecto a los demás.

50

Según todavía otro modo de realización (no representado), la unidad de tratamiento 22 está integrada en el elemento móvil 20 en forma de un programa de tratamiento.

55

Según este modo de realización, el elemento móvil 20 comprende además un procesador apto para ejecutar este programa de tratamiento. Las órdenes de control generadas por la unidad de tratamiento 22 son enviadas directamente hacia el dispositivo de cálculo 12 a través de medios de comunicación adaptados.

60

El experto en la materia comprenderá que la presente invención no se limita a los modos de realización descritos anteriormente. En efecto, la determinación de la orientación vectorial de un elemento móvil para un tratamiento informático adaptado permite utilizar la invención en numerosos campos técnicos.

65

Más particularmente, las aplicaciones de la invención no se limitan a los juegos. Al igual que para el producto Kinect® de la compañía Microsoft® o la solución propuesta por la compañía Apple® en la patente US 8527908 B2, la transposición a otro campo de aplicación se realiza sin dificultad.

70

En el campo de la medicina por ejemplo, el dispositivo según la invención puede ser utilizado para efectuar unas operaciones quirúrgicas. Ya sea para guiar una microcámara que estaría fijada sobre un catéter o para pilotar la herramienta de intervención quirúrgica, la invención aporta una solución que permite ganar en precisión y flexibilidad. Asimismo, para preparar la intervención como simulación o con una impresión 3D de la zona de intervención, la invención proporcionará al médico una experiencia, no ya de juegos, sino de trabajo, mejorada. La invención se puede acoplar con unos estimuladores hápticos o unos estimuladores de retorno forzoso para añadir una sensación física al desplazamiento del dispositivo de la invención.

75

Este entorno de trabajo puede ser extrapolado a otros campos por ejemplo el pilotaje de robots, la intervención de técnicos en unas máquinas o herramientas complejas, o también la formación o el trabajo colaborativo a distancia.

- 5 Según todavía otro aspecto complementario de la invención, el procedimiento de control comprende una etapa de cálculo de la posición absoluta del elemento móvil 20 con respecto a la referencia fija RF. La orientación absoluta comprende en particular una traslación y una rotación de la referencia móvil RM con respecto a la referencia fija RF. La traslación se calcula a partir de las mediciones de la aceleración del elemento móvil 20 según cada uno de los ejes móviles X', Y', Z' proporcionados por el acelerómetro 32.
- 10 Según el modo de realización de la invención ilustrado en la figura 4, el sistema 10 comprende además un elemento magnético 200 apto para modificar el campo magnético alrededor del elemento móvil 20.
- 15 El elemento magnético 200 es, por ejemplo, un imán permanente fijado sobre una prenda de vestir del usuario, sobre una parte de su cuerpo o sobre cualquier otro objeto cerca del usuario.
- 20 Así, cuando el elemento móvil 20 se acerca al elemento magnético 200, el campo magnético alrededor del elemento móvil 20 está muy perturbado. Esta perturbación es medida por el magnetómetro 33 y la medición correspondiente es transmitida a la unidad de tratamiento 22 para generar una orden de control correspondiente.
- Como variante, varios magnetómetros están integrados en el elemento móvil 20. Esto permite modelizar mejor el campo magnético alrededor del elemento móvil 20 y determinar eventualmente la posición del elemento magnético 200 con respecto al elemento móvil.
- 25 Este modo de realización está particularmente adaptado para los videojuegos en los que el elemento magnético 200 tiene un significado particular.
- Según el modo de realización de la invención ilustrado en la figura 5, el elemento móvil 20 comprende además un dispositivo de iluminación 210 del tipo láser. La dirección de emisión del flujo luminoso por el dispositivo de iluminación 210 coincide, por ejemplo, con el eje longitudinal Y' del elemento móvil 20.
- 30 Según este modo de realización, el procedimiento de control comprende además una etapa de control de la intensidad del flujo luminoso emitido por el dispositivo de iluminación 210. Así, por ejemplo, cuando se utiliza el elemento móvil 20 como un dispositivo de puntería según el eje longitudinal Y', la etapa de control de la intensidad del flujo luminoso consiste en aumentar la intensidad del flujo de manera progresiva cuando el puntero dirigido por el elemento móvil 20 se acerca a una diana dispuesta sobre la pantalla de visualización 18 o en otro punto predeterminado del espacio.
- 35 Según todavía otro modo de realización (no representado), el elemento móvil 20 comprende, además, una cámara integrada.
- 40 El campo de visión de la cámara está orientado por ejemplo según el eje longitudinal Y' del elemento móvil 20.
- De esta manera, la orientación vectorial de la cámara es conocida en cada instante por la unidad de tratamiento 22, lo cual le permite generar unas órdenes de control adaptadas.
- 45 Según todavía otro modo de realización (no representado), el sistema de control 10 comprende varios elementos móviles 20 tales como los descritos anteriormente. En este caso, el procedimiento de control está adaptado para determinar la orientación vectorial de cada uno de estos elementos móviles 20 para generar unas órdenes de control adaptadas. Estas órdenes de control tienen en cuenta por ejemplo la orientación relativa de uno de los elementos móviles 20 con respecto a los demás.
- 50 Según todavía otro modo de realización (no representado), la unidad de tratamiento 22 está integrada en el elemento móvil 20 en forma de un programa de tratamiento.
- Según este modo de realización, el elemento móvil 20 comprende además un procesador apto para ejecutar este programa de tratamiento. Las órdenes de control generadas por la unidad de tratamiento 22 son enviadas directamente hacia el dispositivo de cálculo 12 a través de medios de comunicación adaptados.
- 55 El experto en la materia comprenderá que la presente invención no se limita a los modos de realización descritos anteriormente. En efecto, la determinación de la orientación vectorial de un elemento móvil para un tratamiento informático adaptado permite utilizar la invención en numerosos campos técnicos.
- 60 Más particularmente, las aplicaciones de la invención no se limitan a los juegos. Al igual que para el producto Kinect® de la compañía Microsoft® o la solución propuesta por la compañía Apple® en la patente US 8527908 B2, la transposición a otro campo de aplicación se realiza sin dificultad.
- 65 En el campo de la medicina por ejemplo, el dispositivo según la invención puede ser utilizado para efectuar unas operaciones quirúrgicas. Ya sea para guiar una microcámara que estaría fijada sobre un catéter o para pilotar la

5 herramienta de intervención quirúrgica, la invención aporta una solución que permite ganar en precisión y flexibilidad. Asimismo, para preparar la intervención como simulación o con una impresión 3D de la zona de intervención, la invención proporcionará al médico una experiencia, no ya de juegos, sino de trabajo, mejorada. La invención se puede acoplar con unos estimuladores hápticos o unos estimuladores de retorno forzoso para añadir una sensación física al desplazamiento del dispositivo de la invención.

Este entorno de trabajo puede ser extrapolado a otros campos por ejemplo el pilotaje de robots, la intervención de técnicos en unas máquinas o herramientas complejas, o también la formación o el trabajo colaborativo a distancia.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de control de un dispositivo de cálculo (12) a través de un elemento móvil (20) manipulable por un usuario para generar por lo menos una orden de control asociada a la orientación vectorial del elemento móvil (20), siendo el procedimiento realizado por un sistema de control (10) que comprende una unidad de tratamiento (22) apta para comunicarse con el elemento móvil (20) y el dispositivo de cálculo (12), comprendiendo el elemento móvil (20) un conjunto de sensores (31, 32, 33) aptos para proporcionar a la unidad de tratamiento (22) unas primeras mediciones, denominadas mediciones relativas, y unas segundas mediciones, denominadas mediciones absolutas, que caracterizan la orientación vectorial del elemento móvil (20),  
 comprendiendo las mediciones relativas una variación angular del elemento móvil (20) alrededor de por lo menos un eje (X', Y', Z') predeterminado fijo con respecto al elemento móvil (20) entre una orientación vectorial precedente ( $P_{k-1}$ ) y una orientación vectorial actual ( $P_k$ ),  
 comprendiendo las mediciones absolutas la aceleración del elemento móvil (20) por lo menos según el eje (X', Y', Z') predeterminado y la intensidad de un campo magnético alrededor del elemento móvil (20) según por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado,  
 comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- suministrar una orientación vectorial inicial;
  - tomar mediciones (110) por el conjunto de sensores (31, 32, 33) en cada movimiento del elemento móvil (20) accionado por el usuario;
  - determinar (131) una primera orientación vectorial elemental ( $P^1$ ) del elemento móvil (20) a partir de las mediciones relativas y la orientación vectorial precedente ( $P_{k-1}$ );
  - determinar (132) una segunda orientación vectorial elemental ( $P^2$ ) del elemento móvil (20) a partir de las mediciones absolutas;
  - determinar (143) la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20) a partir de la primera orientación vectorial elemental ( $P^1$ ) y la segunda orientación vectorial elemental ( $P^2$ ); y
  - asociar (150) una orden de control a la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, un etapa (133) de determinar el régimen del movimiento del elemento móvil (20), siendo el régimen un régimen casi estacionario o no casi estacionario.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa (133) de determinar el régimen de movimiento comprende la comparación de un valor que corresponde a la velocidad de cambio de la orientación del elemento móvil (20) con un umbral (S) predeterminado.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, en el que la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20) se determina además a partir de un parámetro de estabilización (K) comprendido entre 0 y 1, y que caracteriza el tiempo de estabilización del régimen no casi estacionario hacia el régimen casi estacionario.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que:
- cuando el parámetro de estabilización (K) está comprendido entre 0,9 y 1, la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20) es igual a la primera orientación vectorial elemental ( $P^1$ ); y
  - cuando el parámetro de estabilización (K) está comprendido entre 0 y 0,1, la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20) es igual a la segunda orientación vectorial elemental ( $P^2$ ).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las mediciones absolutas comprenden además la influencia del campo gravitacional terrestre sobre por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado del elemento móvil (20) y la influencia del campo magnético terrestre sobre por lo menos el eje predeterminado del elemento móvil (20).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende, además, una etapa de determinación de la posición absoluta del elemento móvil (20) a partir de la aceleración medida según por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado del elemento móvil (20).
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende, además, una etapa de configuración inicial del sistema de control (10) que permite determinar una correspondencia entre cada orientación

vectorial del elemento móvil (20) y un dispositivo de visualización (18).

9. Sistema de control (10) de un dispositivo de cálculo (12) que comprende:

- 5
- un elemento móvil (20) manipulable por un usuario para generar por lo menos una orden de control asociada a la orientación vectorial del elemento móvil (20) y destinada al dispositivo de cálculo (12);
  - una unidad de tratamiento (22) apta para comunicarse con el elemento móvil (20) y el dispositivo de cálculo (12);

10

comprendiendo el elemento móvil (20) un conjunto de sensores (31, 32, 33) aptos para proporcionar a la unidad de tratamiento (22) unas mediciones relativas y unas mediciones absolutas que caracterizan la orientación vectorial del elemento móvil (20);

15

comprendiendo las mediciones relativas una variación angular del elemento móvil (20) alrededor de por lo menos un eje (X', Y', Z') predeterminado fijo con respecto al elemento móvil (20) entre una orientación vectorial precedente ( $P_{k-1}$ ) y una orientación vectorial actual ( $P_k$ );

20

comprendiendo las mediciones absolutas la aceleración del elemento móvil (20) por lo menos según el eje (X', Y', Z') predeterminado y la intensidad de un campo magnético alrededor del elemento móvil (20) según por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado;

siendo el elemento móvil (20) apto para:

25

- tomar unas mediciones mediante el conjunto de sensores (31, 32, 33) en cada movimiento del elemento móvil (20) accionado por el usuario; y
- transmitir las mediciones obtenidas a la unidad de tratamiento (22);

30

siendo la unidad de tratamiento (22) apta para:

35

- proporcionar una orientación vectorial inicial;
- determinar una primera orientación vectorial elemental ( $P^1$ ) del elemento móvil (20) a partir de las mediciones relativas y de la orientación vectorial precedente ( $P_{k-1}$ );
- determinar una segunda orientación vectorial elemental ( $P^2$ ) del elemento móvil (20) a partir de las mediciones absolutas;

40

- determinar la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20) desde la primera orientación vectorial elemental ( $P^1$ ) y de la segunda orientación vectorial elemental ( $P^2$ ); y
- asociar una orden de control a la orientación vectorial actual ( $P_k$ ) del elemento móvil (20).

45

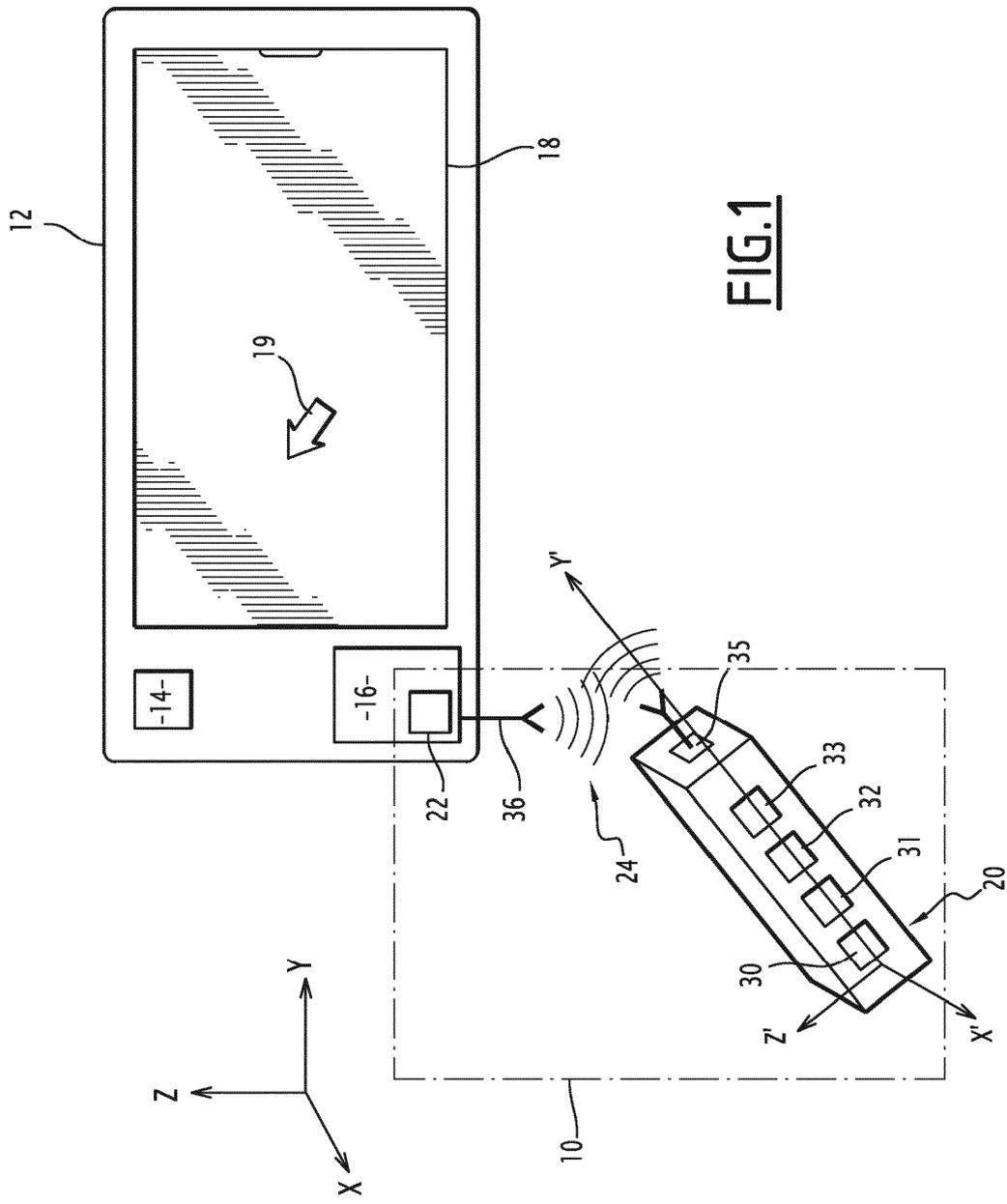
10. Sistema (10) según la reivindicación 9, en el que el conjunto de sensores (31, 32, 33) comprende un giroscopio (31) para medir la variación angular del elemento móvil (20) alrededor de por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado, un acelerómetro (32) para medir la aceleración del elemento móvil (20) según por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado y un magnetómetro (33) para medir la influencia de un campo magnético sobre el elemento móvil (20) según por lo menos el eje (X', Y', Z') predeterminado.

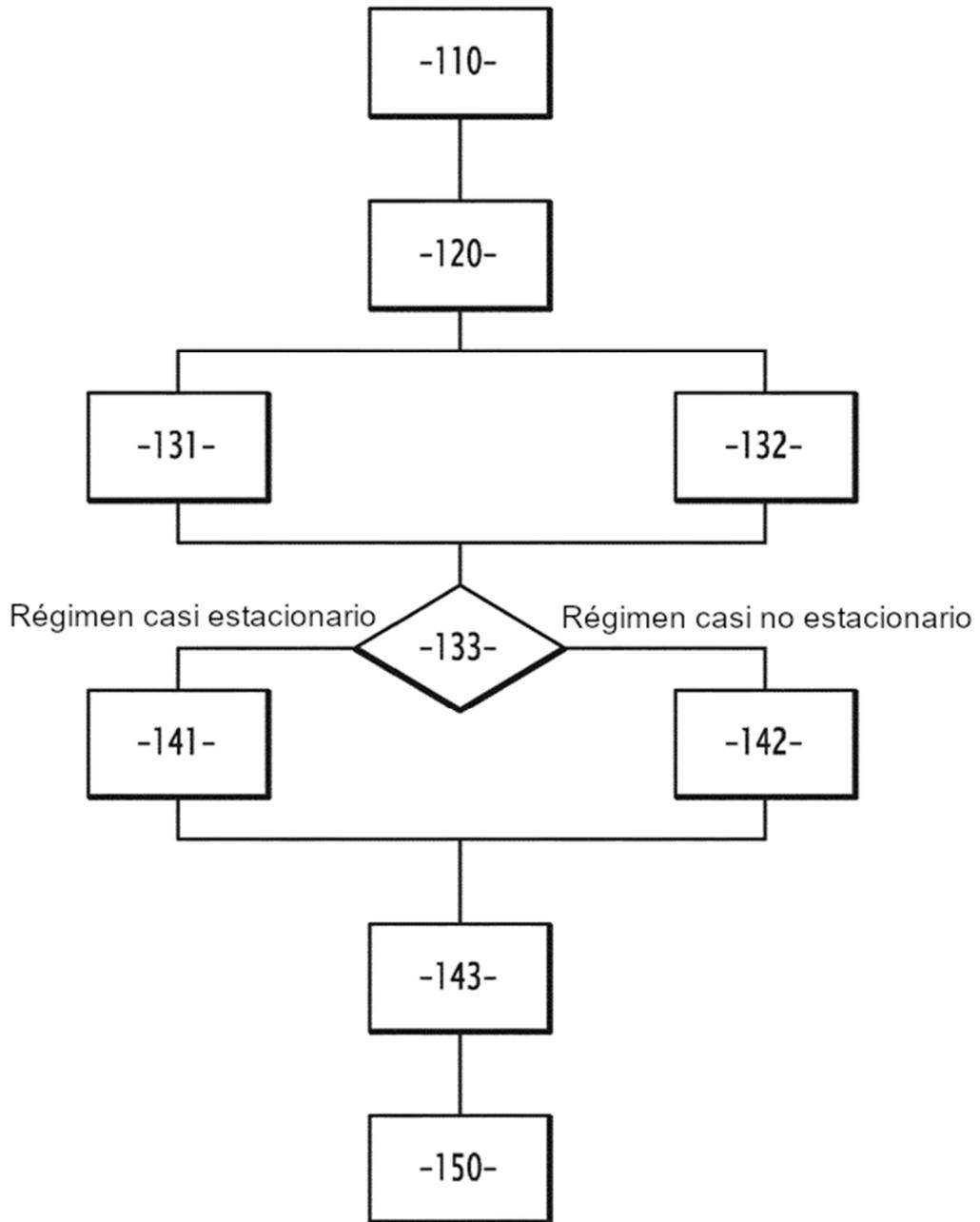
50

11. Sistema (10) según la reivindicación 9 o 10, que comprende, además, un elemento magnético (200) distinto del elemento móvil (20) y apto para generar un campo magnético cerca del elemento móvil (20).

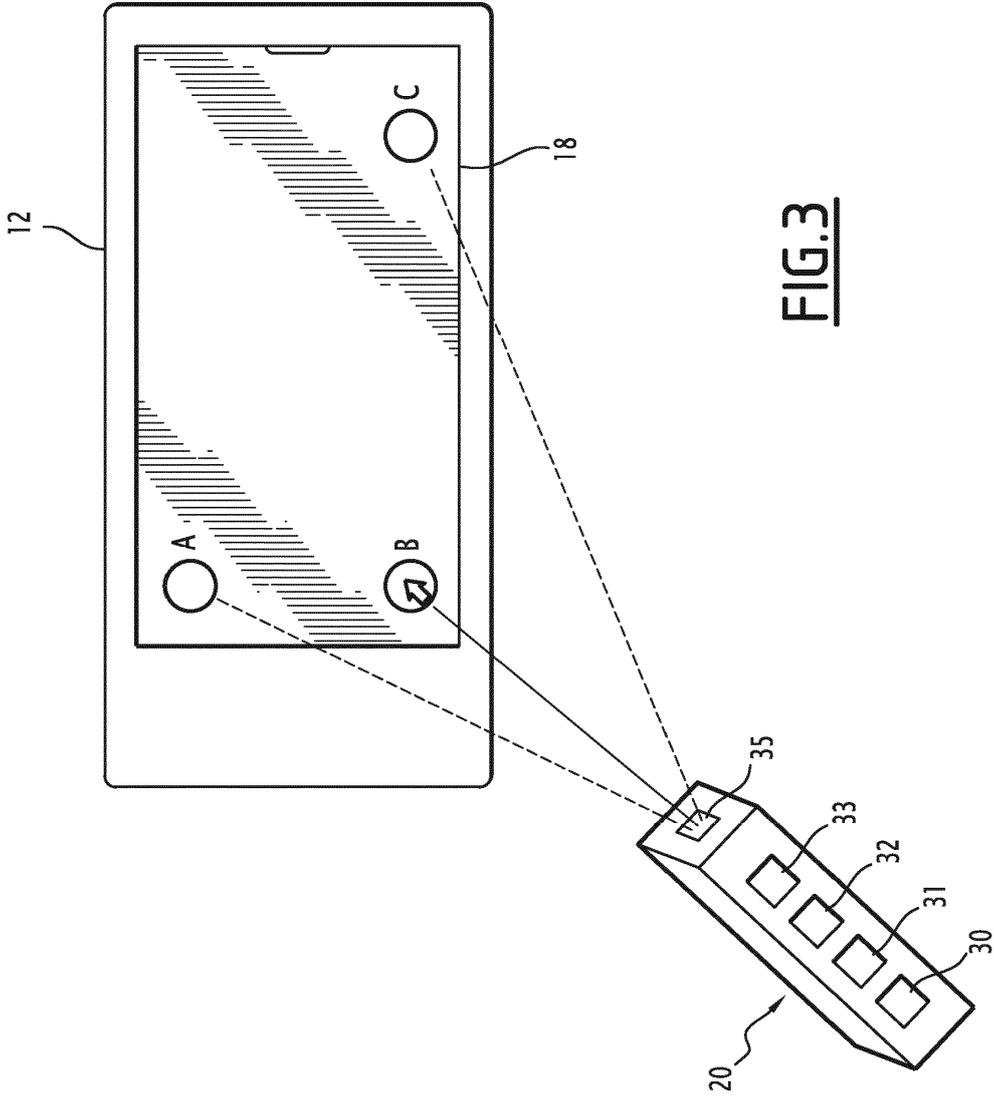
55

12. Sistema (10) según la reivindicación 11, en el que el conjunto de sensores (31, 32, 33) comprende varios magnetómetros.





**FIG.2**



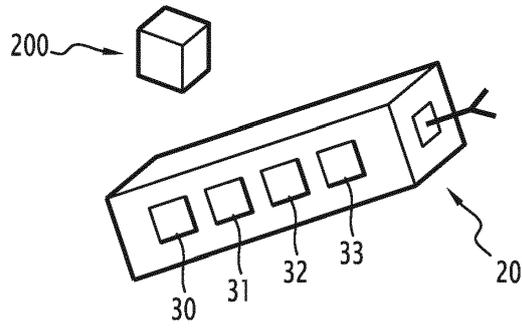


FIG. 4

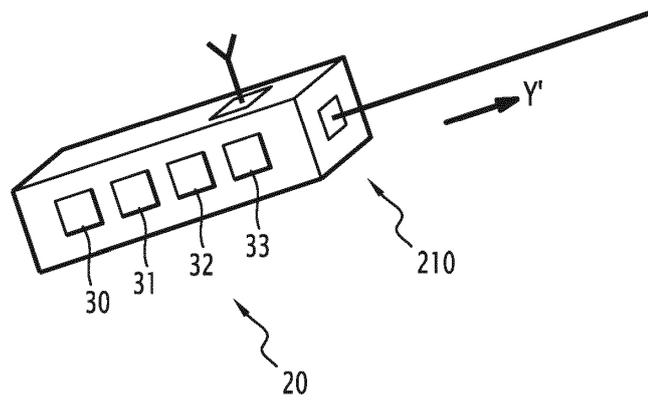


FIG. 5