

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 944**

51 Int. Cl.:
G08C 17/00 (2006.01)
E02F 3/42 (2006.01)
E02F 3/43 (2006.01)
G01D 5/00 (2006.01)
E02F 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08290381 .6**
96 Fecha de presentación: **18.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1983305**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2008**

54 Título: **Captador autónomo de posición y sistema de determinación de posición de una herramienta de una máquina de trabajos de obras, por medio de captadores de posición**

30 Prioridad:
20.04.2007 FR 0702888

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.09.2012

73 Titular/es:
AGATEC
21, BOULEVARD LITRE
78600 LE MESNIL LE ROI, FR

72 Inventor/es:
Chiorean, Dumitru Mircea;
Bonetti, Gianmarco y
Gamal, Albert

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 386 944 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

Captador autónomo de posición y sistema de determinación de posición de una herramienta de una máquina de trabajos de obras, por medio de captadores de posición

5

SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a dispositivos indicadores de posición en el sector del control de herramientas de excavación o herramientas similares articuladas en el brazo de una máquina de trabajos de obras. La invención se refiere más particularmente al dispositivo detector de posición angular para equipar un órgano articulado de una máquina de trabajos de obras, así como un sistema de determinación de la posición de una herramienta montada sobre un brazo articulado de una máquina de trabajos de obras. La invención se refiere igualmente a una máquina de excavación que permite controlar la geometría y la posición del conjunto de la cuchara-brazo de la cuchara.

10

ANTERIORIDADES TECNOLÓGICAS DE LA INVENCION

Son conocidos por la técnica anterior, por ejemplo, por los documentos US 4 491 927, US 5 848 485, US 6 336 077, US 6 609 315 o FR 2 620 148, numerosos sistemas de control de la posición de una herramienta situada en el extremo de un brazo articulado, utilizando captadores inclinómetros que comunican con una unidad de tratamiento electrónico centralizada (instalada de forma general en la cabina de conducción).

20

Es igualmente conocido por el documento US 2006/243180, un sistema para clasificar una operación realizada por una máquina de trabajos de obras. El sistema puede comprender captadores cableados o no, dispuestos en la máquina. Cada captador está configurado para detectar uno o varios parámetros asociados con la máquina. Además, el sistema puede comprender un dispositivo de memoria que registra datos de clasificación asociados con diferentes tipos de operaciones que se pueden realizar por la máquina. El sistema puede comprender también un procesador configurado para recibir una señal indicativa, como mínimo de un parámetro detectado, y clasificar un funcionamiento de la máquina, por lo menos en uno de los tipos distintos de operaciones que se pueden realizar por la máquina, en función de la señal recibida y de los datos de clasificación registrados.

25

30

El documento US 2006/085118 propone igualmente una máquina excavadora que comprende un brazo, una cuchara, un cable de levantamiento a partir del cual la cuchara está suspendida del brazo, y un cable de tracción para la tracción de la cuchara. Los medios técnicos son utilizados para facilitar datos sobre la alineación, según un plano vertical que contiene el eje del brazo, de cómo mínimo uno de los componentes de la máquina. Estos datos pueden ser introducidos por un interfaz hombre-máquina, por el cual la etapa de control es efectuada por el operador y/o pueden ser introducidos por medios para controlar el mando del cable de levantamiento y/o del cable de tracción, de manera que se disminuya o que se interrumpan dicho mando como respuesta a una alineación defectuosa detectada de dichos componentes de la máquina.

35

40

El documento DE 4335479 da a conocer un procedimiento para la detección de la inclinación basada en la utilización de una célula de medición montada sobre una herramienta de excavación. La inclinación es medida de forma continua en las direcciones X e Y por la célula de medición. La información es registrada y transferida de forma inalámbrica a una estación de base que relaciona el dato con la profundidad medida de la herramienta. La combinación de datos está representada en un dispositivo central de control de datos y es sometida a un ordenador de evaluación. El dato registrado en la célula de medición es transferido a la estación de base cuando la célula pasa por un punto nulo absoluto.

45

El control de la profundidad real de trabajo por la herramienta es una ayuda muy apreciable en el campo de la excavación. Se pueden obtener precisión y rapidez de trabajo incluso en condiciones difíciles de visibilidad. No obstante, un inconveniente de estos sistemas es el arrancamiento de los cables que conectan los captadores a la unidad de tratamiento. Después de la rotura de un cable, el sistema no es operativo puesto que no se pueden recoger señales de posición del captador o captadores. Por lo tanto, es necesario, con dichos sistemas, prever cables de recambio, y los operadores deben perder tiempo en la sustitución de los cables.

50

55

También se pueden utilizar fundas de protección resistentes para recubrir los cables o conexiones eléctricas, para limitar los casos de arrancamiento. No obstante, la utilización de fundas de protección resistentes (de acero inoxidable) no impide el arrancamiento de los cables en condiciones de trabajo difíciles.

60

Otro inconveniente de los sistemas resistentes es que es necesario pasar, como mínimo, media jornada para instalar el conjunto de los captadores. En efecto, es necesario fijar, por ejemplo, mediante tornillos, el captador o captadores en una posición precisa del brazo (por ejemplo, a nivel de una placa soldada sobre el brazo). Las fundas de protección, los cables de alimentación eléctrica de los captadores y los cables de comunicación de las señales de posición generadas por los captadores deben ser fijadas igualmente de forma conveniente. La instalación de estos cables (con o sin funda) obliga igualmente a una pérdida de tiempo. Existe, por lo tanto, una necesidad de sistemas más rápidos de instalación y robustos para resistir a condiciones severas de utilización.

65

El documento US 2004/0139803 da a conocer un captador de vibraciones multi-ejes, que puede ser fijado magnéticamente sobre un dispositivo vibrante del que se quieren mejorar las vibraciones. Este captador presenta siempre el inconveniente de tener la necesidad de un conector de cable para transmitir sus señales. Además, no puede ser dispuesto en cualquier superficie del dispositivo vibrante, puesto que es necesario un patín para colocarlo.

5

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

La presente invención tiene, por lo tanto, como objetivo, paliar uno o varios de los inconvenientes de la técnica anterior, definiendo un dispositivo detector de posición angular, práctico, para instalar en un órgano articulado de una máquina de trabajos de obras que es preciso, fiable y resistente a condiciones extremas de utilización.

10

Este objetivo se consigue mediante un dispositivo detector de posición angular para equipar un órgano articulado de una máquina de trabajos de obras, que comporta, como mínimo, una cara de acoplamiento dotada de elementos de fijación que permiten mantener la cara de acoplamiento aplicada contra una superficie plana en movimiento del órgano, un módulo de comunicación por ondas electromagnéticas para enviar informaciones hacia un receptor de un aparato de control alejado, caracterizado porque el dispositivo se aloja debajo de, como mínimo, una envolvente o caja solidaria de la cara de acoplamiento:

15

20

- una fuente de alimentación eléctrica autónoma,
- una unidad de tratamiento,
- un módulo electrónico detector de posición,

25

y porque el módulo electrónico detector de posición comprende, como mínimo, un captador de posición angular para facilitar los datos de posición angular a la unidad de tratamiento, comportando el módulo de comunicación un emisor con interfaz inalámbrico conectado a la unidad de tratamiento para enviar a distancia, hacia el aparato de control, los datos de posición angular en una señal de emisión.

30

De este modo, se posibilita con este tipo de dispositivo detector, eliminar los cables y equipar con rapidez una máquina de trabajos de obras con un sistema de control de movimiento de la máquina. El dispositivo puede simplemente ser colocado y acoplado sobre su soporte. El usuario puede, por ejemplo, sostener en una sola mano el dispositivo autónomo en la colocación. Además, la alimentación eléctrica autónoma, es decir, recargable in situ, permite evitar manipulaciones y pérdidas de tiempo cuando se dispone solamente de acumuladores pasivos.

35

Según la invención, los elementos de fijación de la cara de acoplamiento son elementos de fijación desmontables y desprovistos de tornillos para ser fijados manualmente sin ayuda de herramientas.

40

La cara de acoplamiento es aplanada y los elementos de fijación comprenden, como mínimo, un imán.

De este modo, gracias a la cara de acoplamiento, se asegura que el dispositivo detector sea colocado rápidamente y de manera precisa en un plano perpendicular a los ejes de articulación. Los datos de posición angular serán, por lo tanto, más precisos.

45

Según otra particularidad, el emisor con interfaz inalámbrico del módulo de comunicación transmite en la señal de emisión un identificador propio del dispositivo.

50

De este modo, el órgano articulado que recibe el detector puede ser identificado mediante el identificador facilitado por la señal de emisión. Esta identificación puede ser automática y puede economizar un tiempo precioso al operador. Naturalmente, otras opciones de identificación de detectores pueden ser puestas en práctica. Por ejemplo, los datos angulares pueden ser enviados en mensajes sin identificador: una sincronización puesta en marcha por un equipo de cabina de conducción permite, en este caso, obtener las informaciones de identificación considerando el orden de recepción.

55

Según otra particularidad, la fuente de alimentación eléctrica autónoma comprende, como mínimo, una batería cargada por células fotovoltaicas.

60

Según otra particularidad, las células fotovoltaicas están montadas, como mínimo, en un panel en oposición a la cara de acoplamiento.

De este modo, la alimentación eléctrica procede de una creación de energía local (en el interior mismo del dispositivo detector), por transformación en electricidad de una energía natural disponible: la energía luminosa.

65

Según otra particularidad, el conjunto de los componentes está dispuesto en la parte posterior de la cara de acoplamiento, estando cubiertos los componentes y paneles solares asociados por una envolvente de protección transparente.

La utilización de paneles solares protegidos bajo la envolvente, permite prescindir de hilos o cables de alimentación

y el operador no tiene necesidad de desacoplar el dispositivo para recargar o cambiar la batería. Como lo máximo, se puede efectuar, en caso necesario, un lavado estándar (de manera típica, al mismo tiempo que el lavado de la máquina de obras) cuando la envolvente del dispositivo de detección se encuentra muy sucia.

5 Según otra particularidad, cada captador de posición angular es de tipo captador acelerómetro.

Según otra particularidad, los elementos de fijación de la cara de acoplamiento pueden comportar cavidades o alojamientos de posicionado.

10 Otra finalidad de la invención es la de aportar una respuesta a uno o varios de los problemas de la técnica anterior definiendo un sistema simple de instalación y fiable para determinar la posición de una cuchara o herramienta de trabajo en el extremo de un brazo de una máquina de trabajos de obras.

15 Este objetivo es conseguido por un sistema de determinación de la posición de una herramienta montada sobre un brazo articulado de una máquina de trabajos de obras comprendiendo un aparato de control y varios dispositivos detectores de posición, según la reivindicación 1, estando repartidos cada uno de los dispositivos detectores en diferentes partes articuladas de la máquina de trabajos de obras, comprendiendo el aparato de control:

- 20 - un receptor de comunicación inalámbrico para recibir la señal de emisión,
- un interfaz de usuario dotado de una pantalla de señalización,
- un módulo de cálculo de una posición de la herramienta por utilización de los datos de posición angular emitidos por el conjunto de los dispositivos eléctricos.

25 Tal como podrá apreciar el técnico en la materia, el módulo de comunicación y la unidad de tratamiento pueden constituir un solo aparato.

Según otra particularidad, el emisor con interfaz inalámbrico del módulo de comunicación de cada uno de los dispositivos detectores transmite, en la señal de emisión, un identificador.

30 Según otra particularidad, la fuente de alimentación eléctrica autónoma comprende, como mínimo, una batería cargada por células fotovoltaicas.

35 Según otra particularidad, la cara de acoplamiento es aplanada y los elementos de fijación comprenden, como mínimo, un imán.

Según otra particularidad, el módulo de cálculo compara, además, la posición de la herramienta calculada con una profundidad de referencia parametrizada con intermedio del interfaz de usuario para determinar una consigna de ajuste vertical de la herramienta, suministrando el módulo de cálculo una señal representativa de dicha consigna con destino de la pantalla indicadora.

40 Otro objetivo de la invención consiste en aportar una respuesta a uno o varios de los problemas que se presentan en la técnica anterior, definiendo un sistema simple de instalación y fiable para determinar la posición de una cuchara o herramienta de trabajo situada en el extremo de un brazo de una máquina de trabajos de obras.

45 A estos efectos, la invención propone igualmente una máquina excavadora que comprende un bastidor, un brazo de soporte acoplado de forma pilotante sobre el bastidor, un brazo de la cuchara que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando fijado el primer extremo de manera pivotante sobre el brazo de soporte, una herramienta del tipo de una cuchara fijada de manera pivotante sobre el segundo extremo del brazo de la cuchara y un sistema accionador para accionar con intermedio de señales de mando el brazo de soporte, el brazo de la cuchara y de la herramienta, caracterizándose por comprender:

- 50 - tres dispositivos detectores de posición angular, según la reivindicación 1, estando repartidos los mencionados tres dispositivos, respectivamente, en el brazo de soporte, el brazo de la cuchara y la herramienta;
- 55 - un interfaz de usuario para permitir controlar el sistema accionador y;
- en conexión con el interfaz de usuario, un aparato de control dotado de un receptor de comunicación inalámbrico para recibir señales de emisión suministradas por los emisores de los tres dispositivos detectores.

60 De esta manera, se obtiene una máquina de trabajos de obras desprovista de cables, y cuya herramienta de trabajo (o herramienta análoga) puede ser controlada con una indicación continua de su posición: se trata, por ejemplo, de su posición con respecto al punto de articulación del brazo de soporte sobre el bastidor de la máquina. El riesgo de una interrupción del control a causa del arrancamiento de cables (de alimentación y de señalización de posición) queda, por lo tanto, descartado. La transmisión de los datos de posición puede ser realizada ventajosamente por mensajes de radio. Tres ángulos con respecto al mismo plano de referencia permiten determinar la posición vertical de la herramienta. En efecto, es suficiente, por ejemplo, disponer los parámetros de cálculo siguientes: longitud del eje

de soporte, longitud del eje de la cuchara y longitud de la herramienta o cuchara, posición de cada uno de los detectores sobre cada uno de los órganos respectivos y parámetros angulares medidos (ángulos y/o variaciones de ángulo).

5 Según otra particularidad, el emisor con interfaz inalámbrico del módulo de comunicación de cada uno de los dispositivos detectores transmite, en la señal de emisión, un identificador, comprendiendo el aparato de control, una tabla de correspondencia para asociar a un órgano articulado (entre el brazo de soporte, el brazo de la cuchara y la herramienta) una posición angular transmitida en la señal de emisión, siendo establecida esta asociación gracias al identificador de dispositivo detector transmitido con la posición angular en la señal de emisión.

10

Según otra particularidad, los emisores y el receptor utilizan ondas de radio a una frecuencia determinada.

Según otra particularidad, el aparato de control comprende:

- 15
- una memoria para registrar un parámetro de profundidad de referencia;
 - un módulo de cálculo de una consigna de movimiento vertical de la herramienta por utilización de datos de posición angular facilitados por los tres dispositivos detectores y el parámetro de profundidad de referencia;
 - un enlace con una pantalla indicadora del interfaz de usuario para facilitar a esta pantalla indicadora el resultado del cálculo de consigna.

20

De este modo, cuando el parámetro de profundidad de referencia es registrado, el aparato de control puede permitir ventajosamente indicar a la pantalla si es necesario mantener, elevar, o bajar la posición de la cuchara.

25

Según otra particularidad, el brazo de soporte o de dispositivo detector situado sobre el brazo de soporte está dotado de un dispositivo receptor láser lineal que permite detectar el paso del receptor láser lineal a una altura definida por un plano láser de referencia, incluyendo el dispositivo receptor láser lineal un módulo de comunicación inalámbrico para enviar en una señal de emisión datos de detección del haz láser del aparato de control. Esto puede permitir, por ejemplo, la determinación del ángulo del brazo de soporte y el calibrado del conjunto.

30

Según otra particularidad, el dispositivo receptor láser lineal comprende, como mínimo, una célula de recepción lineal que incluye los fotodiodos alineados.

La invención, con sus características y ventajas, se apreciará de manera más clara de la lectura de la descripción que hará referencia a los dibujos adjuntos que tienen título de ejemplo no limitativo, en los que:

35

- la figura 1 representa una vista lateral y con transparencia de un dispositivo inalámbrico detector de posición angular, según la invención,
- la figura 2 muestra un aparato de trabajos de obras equipado de dispositivos detectores sin cables y que puede controlar la posición de la cuchara, de acuerdo con la invención,
- 40 - la figura 3 muestra un sistema, según la invención, para la determinación de posición, que utiliza la relación entre los ángulos detectados y la posición vertical en profundidad de la cuchara de la máquina de trabajos de obras,
- las figuras 4A y 4B representan, respectivamente, una vista superior y una vista inferior de un dispositivo inalámbrico detector de posición angular, según la invención,
- 45 - la figura 5 muestra una vista de la caja de un aparato de control utilizable según la invención, en combinación con los dispositivos inalámbricos detectores de posición angular,
- las figuras 6A y 6B muestran, respectivamente, movimientos de la cuchara sola y del brazo de la cuchara solo, pudiendo permitir a un aparato de control, tal como es mostrado en la figura 5, en una fase de aprendizaje, atribuir una posición de la máquina a un dispositivo detector, según la invención.

50

DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERENTES DE LA INVENCION

Haciendo referencia a las figuras 1 a 3, el sistema según la invención permite recoger datos de posición relativos a los diferentes órganos articulados de una máquina de trabajos de obras, tal como una excavadora. El sistema se aplica a las máquinas excavadoras (2) y, de modo más general, a cualquier máquina que requiera un control de la profundidad de una herramienta de trabajo. A continuación y de forma no limitativa, la descripción hará referencia a una excavadora (2).

55

De manera típica, este tipo de máquina (2) comprende un bastidor (200), un brazo de soporte (20) fijado de manera pivotante sobre el bastidor (200), un brazo de cuchara (21) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando fijado el primer extremo de manera pivotante sobre el brazo de soporte (20), una herramienta de tipo cuchara (22) fijado de manera pivotante sobre el segundo extremo del brazo de cuchara (21) y un sistema accionador que recibe señales de mando y que permite accionar el brazo de soporte (20), el brazo de cuchara (21) y la herramienta (22). Las señales de mando son iniciadas con intermedio de un interfaz de usuario situado preferentemente en la cabina de conducción.

65

De acuerdo con la invención, los datos de posición son datos de posición angular con respecto a un mismo plano o dirección de referencia (por ejemplo, la vertical). Estos datos de posición angular pueden ser generados por módulos electrónicos para un captador (S) de posición angular. En una forma de realización, cada captador (S) determina su posición angular intrínseca con relación a la vertical, tal como se ha mostrado en la figura 4A. Para prescindir de los cables, estos datos de posición angular son enviados ventajosamente por los dispositivos detectores (30, 31, 32) con ayuda de un emisor con interfaz inalámbrico, por ejemplo, en un mensaje de radio. Un mensaje de radio que se difunde de manera omnidireccional es preferible a un mensaje IR (Infrarrojos) que requiere un envío direccional de la información. La emisión de radio es realizada, preferentemente durante un tiempo de emisión reducido. Los tiempos de emisión pueden ser sincronizados entre sí para los diferentes dispositivos (30, 31, 32). Esto permite economizar energía. Los emisores y el receptor utilizan, por ejemplo, ondas de radio a una frecuencia determinada. Se puede utilizar cualquier otra comunicación a corta o media distancia, inalámbrica.

La fuente de alimentación eléctrica (61) es una fuente autónoma para evitar la presencia de cables. Por autonomía de la fuente se debe comprender la independencia con respecto a algunas fuentes de alimentación eléctrica exteriores al dispositivo (3). Por lo tanto, la recarga puede efectuarse in situ. En el ejemplo de las figuras 1 y 3, se trata de una batería cargada con ayuda de uno o varios paneles solares (60). Una o varias baterías pueden ser colocadas en el dispositivo (3) y cargadas por células fotovoltaicas. Una fuente de energía de este tipo es renovable y no necesita extracción de batería para la recarga. Las células fotovoltaicas están orientadas en oposición a la cara de acoplamiento y pueden estar situadas sobre una cara de la carcasa (5), o justamente por debajo de dicha carcasa (5) que, en este caso, debe ser transparente. Una batería auxiliar convencional de poca capacidad puede estar prevista en el dispositivo para suplir durante un tiempo reducido la batería principal cargada con intermedio de los paneles solares (60). En una forma de realización de la invención, el dispositivo detector de posición angular (3) es puesto en marcha automáticamente por exposición a la luz gracias a los paneles solares (60). Estos están simplemente separados y protegidos del exterior por lo menos por una carcasa (5) o una envolvente transparente.

Se comprende, por lo tanto, que el dispositivo (3) es autónomo y que inicialmente puede ser montado de manera independiente de cualquier otro equipo sobre su soporte. En el ejemplo de las figuras 1 y 3, los dispositivos detectores (30, 31, 32) son, por lo tanto, intercambiables en su totalidad al inicio, antes de la fase de aprendizaje o de parametrización, que sirve para especializar e identificar la posición en la máquina (2) de cada uno de estos dispositivos (30, 31, 32). Para permitir la especialización, el emisor con interfaz inalámbrico del módulo (35) de comunicación puede transmitir un identificador específico que será memorizado por el aparato de control (10). Este identificador es, por ejemplo, transmitido en la señal de emisión (Sg), tal como un mensaje de radio. El aparato de control (10) puede comportar una tabla de correspondencia para asociar una posición angular transmitida en la señal de emisión (Sg) a uno de los órganos articulados de la pala excavadora mecánica. Una sincronización iniciada desde el aparato de control (10) puede permitir también considerar el orden de recepción de las señales e identificar de esta manera el origen de cada una de las señales de emisión (Sg).

En el ejemplo de la figura 1, el dispositivo detector (3) presenta, como mínimo, una cara de acoplamiento (4) que está dotada de elementos de fijación (40, 41) sobre los órganos (20, 21, 22) de la máquina excavadora (2). Estos elementos de fijación (40, 41) aseguran el mantenimiento de la cara de acoplamiento (4) aplicada contra la superficie plana en movimiento de cada órgano articulado. Tal como se ha mostrado en las figuras 1, 4A y 4B, los elementos de fijación (40, 41) de la cara de acoplamiento (4) son elementos que permiten una fijación desmontable. El dispositivo (3) puede ser posicionado fácilmente, desmontado y vuelto a posicionar, puesto que está simplemente imantado sobre su soporte. Se han mostrado seis imanes en el dispositivo (3) de la figura 4B. De manera más general, los elementos de fijación (40, 41) están desprovistos de tornillos para ser fijados manualmente sin ayuda de herramientas. El desmontaje puede estar facilitado por la presencia de uno o varios alojamientos (E) en el lado de la cara de acoplamiento (4), a nivel de un borde lateral. Una herramienta corriente, tal como un destornillador u otro objeto con extremo plano puede servir, en este caso, para separar la cara de acoplamiento (4) del soporte que es siempre metálico en el caso de las máquinas de obras públicas y, en particular, máquinas excavadoras (2). La cara de acoplamiento (4) es preferentemente plana y los elementos de fijación (40, 41) comprenden, como mínimo, un imán (40). El hecho de utilizar varios imanes (40) permite impedir el desplazamiento del dispositivo.

En la forma de realización de la figura 4B, se han previsto cavidades o alojamientos (41) en el lado de la cara de acoplamiento (4) para permitir el posicionamiento del dispositivo detector (2), según una dirección preferente. Estos alojamientos de posicionamiento permiten, por ejemplo (en caso necesario), volverse a situar rigurosamente en la misma posición en los brazos de la pala mecánica. Estos últimos pueden recibir una placa soldada dotada de pivotes de centrado. Dos cavidades, como mínimo, que tienen formas o localizaciones diferentes, pueden ser utilizadas también desde el lado de la cara de acoplamiento (4). No es posible un deslizamiento ni un posicionamiento defectuoso del dispositivo (3) con este tipo de acoplamiento en posición.

En una forma de realización preferente de la invención, el dispositivo detector de posición angular (3) es compacto y comprende los principales componentes bajo la carcasa (5) solidaria de la cara de acoplamiento (4). La fuente de alimentación eléctrica autónoma (61), la unidad de tratamiento (36) y el módulo electrónico detecto de posición quedan así protegidos por la carcasa (5). Tal como se puede apreciar por el técnico en la materia, el módulo electrónico puede formar un circuito captador (S), en el que se han integrado los elementos transductores sensibles al movimiento y la unidad de tratamiento (36). El emisor con interfaz inalámbrico puede ser localizado parcialmente o

completamente fuera de la carcasa (5). Por cuestiones de robustez, es más ventajoso alojar todos los componentes (35, S, 36, 60, 61) bajo dicha carcasa (5). El acceso a algunos de estos componentes, en especial la batería y el circuito electrónico que forman el captador (S), se puede prever por debajo, desde el lado de la cara de acoplamiento (4). La carcasa (5) puede ser montada de manera desmontable sobre la parte de soporte, incluyendo la cara de acoplamiento (4).

Haciendo referencia a las figuras 1 y 5, los datos de posición angular pueden ser tratados por un aparato de control (10) que facilita al operador las indicaciones visuales que facilitan la conducción de la herramienta de trabajo (en general, una cuchara). Para ello, tal como se ha mostrado en las figuras 2 y 3, se colocan dispositivos detectores de posición angular (30, 31, 32), respectivamente, sobre el brazo de soporte (20), sobre el brazo de la cuchara (21) y sobre la cuchara (22) de la máquina. Cada dispositivo detector (30, 31, 32) dispone de un módulo (35) de comunicación inalámbrica para enviar las informaciones hacia un receptor inalámbrico del aparato de control (10). Este aparato (10) puede ser alimentado por la alimentación presente en la cabina de la máquina excavadora (2).

La colocación de cada dispositivo detector (3) puede ser efectuada según una dirección preferente del órgano articulado que sirve de soporte del dispositivo (3). Los ángulos respectivos (A1; A2; A3), que sirven para determinar la profundidad conseguida por la cuchara o herramienta (22), pueden ser de tipo conocido en la medida en la que la posición angular de cada captador (S) con respecto al brazo/herramienta que lo soporta, es un parámetro conocido. El eje longitudinal (A) del dispositivo detector (3) puede coincidir, por ejemplo, con la dirección preferente (longitud) del brazo de soporte (20), del brazo de la cuchara (21) o de la herramienta (22). Los parámetros de posición angular de fijación de cada captador (S) sobre su soporte están tenidos en cuenta, por ejemplo, por el aparato de control (10).

Los captadores (S) utilizados son, preferentemente, incorporados en un circuito electrónico. Los equipos electrónicos para recoger datos de los detectores de posición angular son, por ejemplo, los sensores Memsic MXD 20-20, los módulos de los constructores ST, Analog Devices, Motorola. Estos módulos son ejemplos no limitativos de equipos captadores de posición angular (S) que pueden ser colocados en un dispositivo detector (3), según la invención. Los módulos con captador (S) pueden consistir en circuitos electrónicos con giroscopio, con una sensibilidad que puede alcanzar 150 grados/segundo, por ejemplo (el principio de detección se basa de manera típica en la medición de la fuerza de Coriolis producida en una rotación del soporte). Cada captador de posición angular (S) puede ser de tipo captador acelerómetro. Tal como se puede apreciar por el técnico en la materia, no importa qué equipo de medición de posición angular adaptado se pueda colocar en el dispositivo detector (3), según la invención.

El captador (S) de posición angular colocado en el dispositivo (3) facilita datos de posición angular a la unidad de tratamiento (36). El módulo (35) de comunicación transfiere inmediatamente estos datos de posición angular hacia el aparato de control (10) con intermedio de un emisor con interfaz inalámbrico conectado a la unidad de tratamiento (36). Estos datos de posición angular son enviados a distancia en una señal de emisión (Sg), preferentemente de radio. El aparato de control (10) dispone entonces de todos los parámetros necesarios para el cálculo de la posición de la herramienta (22) y de los datos de posición relativos al brazo de soporte (20), al brazo de la cuchara (21) y a la herramienta (22). La figura 3 muestra la relación entre los ángulos (A1; A2; A3) con respecto a la horizontal y la posición vertical en profundidad (D) de la herramienta (22) de la máquina de trabajos de obras. Los ángulos (A1; A2; A3) mostrados se deducen de datos de posición (por ejemplo, con respecto a la vertical) facilitados por el captador (S). Las distancias verticales (V1, V2, V3) asociadas a cada uno de los órganos articulados (20, 21, 22) de la máquina (2) se pueden calcular del modo siguiente:

$$V1 = L_{BOOM} * \sin(A1); \text{ en la que } L_{BOOM} \text{ es la longitud del brazo de soporte}$$

$$V2 = L_{Dipperstick} * \sin(A2); \text{ en la que } L_{Dipperstick} \text{ es la longitud del brazo de la cuchara}$$

$$V3 = L_{BUCKET} * \sin(A3); \text{ en la que } L_{BUCKET} \text{ es la longitud de la cuchara}$$

La distancia vertical VC relativa con respecto al bastidor (200) se puede tener en cuenta. En caso de inclinación del bastidor, un inclinómetro/captador análogo o idéntico a los dispositivos detectores (30, 31, 32) puede ser utilizado sobre el bastidor para facilitar datos representativos del ángulo de inclinación (AC). El aparato de control (10) obtiene una distancia VC corregida.

La distancia vertical corresponde a la suma V1 + V2 + V3 + VC de las distancias verticales. Las componentes de esta suma son distancias relativas: en el ejemplo de la figura 3, la distancia V1 es negativa. Una vez que la profundidad deseada DR parametrizada, el aparato de control (10) puede determinar la diferencia de profundidad (D) de la herramienta (22) o cuchara con respecto a la profundidad DR de referencia:

$$D = V - DR$$

Naturalmente, una distancia horizontal H puede ser calculada de manera similar por el aparato de control (10) que dispone de los parámetros y de los datos de posición angular.

En el ejemplo de las figuras 2 y 3, se obtiene un sistema fiable de determinación de la posición de la herramienta (22) gracias al aparato de control (10) que recoge a distancia y de forma inalámbrica los datos de posición angular

de los dispositivos detectores de posición (30, 31, 32), repartido cada uno de ellos en diferentes partes articuladas de la máquina de trabajos de obras. Haciendo referencia a las figuras 3 y 5, el aparato de control (10) comprende:

- 5 - un receptor (12) de comunicación inalámbrica para recibir las señales de emisión (Sg) enviadas por cada uno de los dispositivos autónomos (3),
- un interfaz de usuario (100) dotado de una pantalla de indicación, y
- un módulo de cálculo de la posición dla herramienta (22) por utilización de los datos de posición angular procedentes del conjunto de los dispositivos detectores (30, 31, 32).

10 El módulo de cálculo del aparato de control (10) puede comparar la posición dla herramienta (22) calculada (la distancia V facilita la profundidad efectiva conseguida por la herramienta (22)) con la profundidad de referencia DR parametrizada con intermedio del interfaz de usuario para determinar una consigna de ajuste vertical de la herramienta (22). El módulo de cálculo suministra de este modo una señal representativa de dicha consigna destinada a la pantalla indicadora. La figura 5 muestra iconos de ajuste (flecha hacia abajo para bajar la

15 herramienta, trazo horizontal para mantener la posición, y flecha hacia arriba para levantar la herramienta). Uno de estos iconos es, por ejemplo, seleccionado y representado en función del valor D calculado.

El aparato de control (10) presenta una memoria para almacenar el parámetro de profundidad de referencia. El módulo de cálculo permite, por ejemplo, calcular una consigna de movimiento vertical de la herramienta (22) por

20 utilización de datos de posición angular facilitados por los tres dispositivos detectores (30, 31, 32) y del parámetro de profundidad de referencia DR.

En la cabina, el aparato de control (10) puede presentarse en forma de una caja compacta dotada de teclas de

25 mando y de una pantalla LCD o análoga que facilita notablemente las operaciones de parametrización (funciones que pueden ser indicadas). Una pantalla separada y controlada por la caja, se puede prever para indicar la consigna visual. El usuario, puede controlar en su campo de visión habitual las indicaciones relativas al movimiento de la cuchara a efectuar para conservar la consigna de profundidad DR. Este indicador de cabina puede estar situado en una caja que incorpora el interfaz de comunicación inalámbrica. La recepción, así como la emisión de radio, es

30 gestionada por este interfaz de comunicación. La emisión de radio procedente de la cabina puede servir especialmente para sincronizar las señales emitidas por los dispositivos (30, 31, 32), para dar un identificador, para pedir la situación, por ejemplo, nivel de carga de batería, y para el mantenimiento (puesto al día de los programas incorporados, petición de versión y operaciones de seguimiento similares).

- en la forma de realización de la figura 3, este interfaz de comunicación inalámbrico permite recibir señales

35 de emisión de radios (Sg') de un receptor láser. El brazo de soporte (20) puede estar dotado de un dispositivo receptor láser lineal (70) que permite detectar una altura de un plano láser de referencia. Este dispositivo receptor láser lineal (70) comprende un modelo de comunicación inalámbrico para enviar la señal o señales de emisión (Sg') y de esta manera transmitir datos de detección del haz de láser al aparato de control (10). El dispositivo receptor láser lineal (70) puede ser autónomo de la misma manera que los

40 dispositivos detectores de posición angular (30, 31, 32) y comprende, por ejemplo:

- como mínimo, una célula de recepción lineal que incluye fotodiodos alineados (receptor láser lineal),
- una alimentación por panel o paneles solares que cargan una batería,
- un transmisor de radio previsto en el módulo de comunicación inalámbrico para enviar datos por radio, y
- 45 - una cara de acoplamiento con imán o imanes.

El aparato de control (10) recibe los datos facilitados por el dispositivo (70). Estos datos son representativos de la detección de altura del plano de láser de referencia (para la salida y/o para la corrección de desviaciones). La linealidad del receptor láser permite captar el haz en una mayor altura y, como consecuencia, no detener el

50 movimiento del brazo de soporte (20) para la detección. Un fotodiodo intermedio puede ser considerado como captador de referencia, y los fotodiodos situados más arriba o bien más abajo con respecto a esta referencia están, cada uno de ellos, asociados a un incremento o bien una disminución de ajuste de altura. De manera alternativa, un receptor (de bajo coste y menos preciso) puede disponer simplemente de una célula no lineal, eventualmente con un sistema de lente para aumentar la zona de detección. Una u otra de estas opciones pueden ser utilizadas, según las

55 necesidades.

Una de las ventajas de utilizar un sistema de determinación de posición con ayuda de dispositivos de detectores autónomos es poder equipar con rapidez una máquina excavadora (2) y prescindir de los problemas de resistencia de los cables. La detección de la posición angular del brazo de una pala mecánica (o cuchara) en el que está situado

60 el dispositivo, puede ser realizado rápidamente después de la colocación de los dispositivos (3) por su cara de acoplamiento (4) con imanes (40). Se pueden utilizar métodos de cálculo apropiados para que, una vez que los dispositivos detectores (3, 30, 31, 32) estén posicionados, el aparato de control (10) pueda determinar con precisión los ángulos necesarios para el cálculo de profundidad (D).

Una ganancia de tiempo considerable se puede conseguir, por una parte colocando los dispositivos (3, 30, 31, 32) sin ninguna conexión de cables o de tornillos, y por otra parte, evitando mediciones o maniobras engorrosas para

instalar y ajustar el sistema de determinación de posición. Los órganos articulados (20, 21, 22) pueden comportar motivos indicadores para delimitar un emplazamiento en el que se puede colocar el dispositivo detector (3), por ejemplo, según un eje longitudinal del órgano. La forma de los dispositivos (30, 31, 32) puede ser alargada y/o puede comportar una forma saliente (300) que indica una dirección longitudinal del dispositivo (3). De este modo, el usuario puede situar la forma saliente en el sentido de la longitud del órgano articulado (20, 21, 22) que sirve de soporte. De este modo, el aparato de control (10) puede estimar con rapidez la configuración y el posicionado preciso de los diferentes dispositivos detectores (30, 31, 32). En una forma de realización, el módulo de cálculo puede efectuar también una corrección rectangular para tener en cuenta las desviaciones de posicionamiento con respecto a una posición de referencia sobre el soporte. Para la corrección angular, el operador puede ser simplemente inducido a desplazar sucesivamente uno solo de los órganos articulados (20, 21, 22), y un cálculo que se basa en las evoluciones de ángulos permite entonces determinar la corrección que se debe introducir con respecto a una posición de referencia en el soporte portador del dispositivo detector (3, 30, 31, 32).

De acuerdo con una opción, la identificación sobre la pala mecánica de cada uno de los dispositivos (30, 31, 32), se puede obtener controlando los movimientos de un solo órgano articulado. Los dispositivos detectores (30, 31, 32) están situados sin identificación sobre los órganos articulados (20, 21, 22) respectivos de la pala mecánica (expuestos a la luz se activa su sistema de control de radio). Después de la colocación de los dispositivos (30, 31, 32) puede iniciarse una fase de aprendizaje. Para ello, el operario prepara el aparato de control (10) para la identificación. Sobre el indicador o pantalla (11) del aparato de control (10), se facilita al operador una consigna para llevar a cabo el movimiento de cada órgano solo (20, 21, 22). Este tipo de movimiento se ha mostrado en la figuras 6A (movimiento solo de la cuchara), y 6B (movimiento solo del brazo de la cuchara (21)). De este modo, el dispositivo (30, 31, 32), cuyo captador (S) experimenta y detecta un movimiento (superior a las vibraciones de la máquina) es considerado como el soportado por el órgano (20, 21, 22) que manipula el operario. Con este tipo de aprendizaje, cada identificador enviado en la señal de emisión (Sg) es asociado de manera específica a un único órgano articulado (20, 21, 22).

Otra forma de identificación de la localización de los dispositivos detectores de posición angular (30, 31, 32) se puede realizar, por ejemplo, en una salida de embalaje.

Los dispositivos detectores (30, 31, 32) son almacenados en posición plana y aislados de la luz para el embalaje. Cuando tiene lugar la apertura del embalaje, los dispositivos detectores (30, 31, 32) reciben energía por la llegada de la luz y poner en marcha entonces su sistema de radio. El usuario (por ejemplo, siguiendo un manual de instrucciones) puede preparar el aparato de control (10) para la identificación de cada dispositivo detector (30, 31, 32), uno a uno, con intermedio del interfaz de usuario (100). El usuario saca de este modo cada uno de los dispositivos (31, 32, 33) con captador (S) y coloca el dispositivo sobre el captador (S). El acelerómetro desplazado de este modo indica entonces una posición angular que no puede indicar en un plano: el dispositivo detector puede, por lo tanto, ser identificado, y un identificador asociado a este dispositivo detector puede ser creado y/o memorizado a nivel del aparato de control. Por ejemplo, el dispositivo es asociado en esta fase a uno de los órganos articulados (20, 21, 22) de la máquina excavadora (2). El usuario puede colocar una referencia (etiqueta u otra marca) para identificar el dispositivo (30, 31, 32) con un sensor especializado de este modo. Queda solamente situar cada dispositivo detector de posición angular (30, 31, 32) sobre su soporte correspondiente de la pala mecánica (típicamente: brazo de soporte, brazo de la cuchara, cuchara). Se prevé, por ejemplo, un programa de seguridad en el aparato de control (10) para detectar los posibles errores de montaje.

Debe ser evidente para los técnicos en la materia, que la presente invención permite formas de realización, según otras numerosas formas específicas sin salir del campo de aplicación de la invención, tal como se reivindica. En particular, no hay dificultad alguna en utilizar un sistema de determinación de la posición de la herramienta, en el caso de una máquina que dispone de un brazo de más que los tres elementos quitados anteriormente (brazo, brazo porta-cuchara, cuchara). El principio de cálculo sigue siendo el mismo; simplemente hay un dispositivo captador adicional (3).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo detector de la posición angular (3, 30, 31, 32) para equipar un órgano articulado (20, 21, 22) de una máquina de trabajos de obras (2), que comporta, como mínimo, una cara de acoplamiento (4) dotada de elementos de fijación (40, 41) que permiten mantener la cara de acoplamiento (4) acoplada contra una superficie plana en movimiento del órgano, un módulo (35) de comunicación por ondas electromagnéticas para enviar informaciones hacia un receptor de un aparato de control (10) situado a distancia, caracterizado porque el dispositivo recibe, por debajo de, como mínimo, una carcasa (5) o envolvente solidaria de la cara de acoplamiento (4):
- 10 - una fuente de alimentación eléctrica autónoma (61),
 - una unidad de tratamiento (36),
 - un módulo electrónico detector de posición,
- 15 y porque el módulo electrónico detector de posición comprende, como mínimo, un captador (S) de posición angular para facilitar datos de posición angular a la unidad de tratamiento (36), comportando el módulo de comunicación (35) un emisor con interfaz inalámbrico conectado a la unidad de tratamiento (36) para enviar a una cierta distancia hacia el aparato de control (10) los datos de posición angular dentro de una señal de emisión (Sg);
 y porque los elementos de fijación (40, 41) de la cara de acoplamiento (4) son elementos de fijación desmontables que comprenden, como mínimo, un imán (40) y que están desprovistos de tornillos para su fijación manual, sin ayuda de herramientas.
- 20
2. Dispositivo, según la reivindicación 1, en el que la cara de acoplamiento (4) es plana.
- 25 3. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el emisor con interfaz inalámbrico del módulo (35) de comunicación transmite dentro de la señal de emisión (Sg) un identificador propio del dispositivo (3, 30, 31, 32).
4. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la fuente de alimentación eléctrica autónoma (61) comprende, como mínimo, una batería cargada por células fotovoltaicas.
- 30 5. Dispositivo, según la reivindicación 4, en el que las células fotovoltaicas están montadas, como mínimo, en un panel (60) en oposición a la cara de acoplamiento (4).
6. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el conjunto de los componentes está dispuesto en el dorso de la cara de acoplamiento (4), estando recubiertos, los componentes y paneles solares (60) asociados, por una carcasa (5) de protección transparente.
- 35 7. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada captador de posición angular (S) es de tipo de captador acelerómetro.
- 40 8. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los elementos de fijación (40, 41) de la cara de acoplamiento (4) comprende cavidades o alojamientos (41) de posicionamiento, según una dirección preferente.
- 45 9. Utilización de dispositivos detectores de posición angular (30, 31, 32), según la reivindicación 1, en un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) montada sobre un brazo articulado (20, 21) de una máquina de trabajos de obras (2), que comprende un aparato de control (10), estando repartidos cada uno de los dispositivos detectores (30, 31, 32) en diferentes partes articuladas de la máquina de trabajos de obra, comprendiendo el aparato de control (10):
- 50 - receptor (12) de comunicación inalámbrica para recibir la señal de emisión (Sg),
 - un interfaz de usuario (100) dotado de una pantalla indicadora, y
 - un módulo de cálculo de una posición de la herramienta (22) por utilización de los datos de posición angular procedentes del conjunto de los dispositivos detectores (30, 31, 32).
- 55 10. Utilización de dispositivos detectores, según la reivindicación 9, en la que el emisor con interfaz inalámbrico del módulo de comunicación de cada uno de los dispositivos detectores (30, 31, 32) transmite, dentro de la señal de emisión (Sg), un identificador.
- 60 11. Utilización de dispositivos detectores, según la reivindicación 9 ó 10, en la que la fuente de alimentación eléctrica autónoma de cada uno de los dispositivos detectores (30, 31, 32) comprende, como mínimo, una batería cargada por células fotovoltaicas.
12. Utilización de dispositivos detectores, según una de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la cara de acoplamiento (4) de cada uno de los dispositivos detectores (30, 31, 32) es aplanada.
- 65 13. Utilización de dispositivos detectores, según una de las reivindicaciones 9 a 12, en la que el módulo de cálculo compara, además, la posición de la herramienta (22) calculada con una profundidad de referencia ajustada con

intermedio del interfaz de usuario para determinar una consigna de ajuste vertical de la herramienta (22), suministrando el módulo de cálculo, una señal representativa de dicha consigna de destino de la pantalla indicadora.

5 14. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina excavadora (2) que comprende un bastidor (200), un brazo de soporte (20) fijado de manera pivotante sobre el bastidor (200), un brazo de cuchara (21) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando acoplado al primer extremo de manera pivotante sobre el brazo de soporte (20), estando acoplado la herramienta de tipo cuchara (22) de manera pivotante sobre el segundo extremo del brazo de cuchara (21) y un sistema accionador para accionar, como respuesta a señales de mando, el brazo de soporte (20), el brazo de cuchara (21) y la herramienta (22),
10 caracterizado porque la máquina comprende:

15 - tres dispositivos detectores de posición angular (30, 31, 32), según la reivindicación 1, estando dispuestos dichos dispositivos detectores (30, 31, 32) por medio de imanes (40), respectivamente, sobre el brazo de soporte (20), el brazo de la cuchara (21) y la herramienta (22);
- un interfaz de usuario (100) para permitir controlar el sistema accionador; y
- en conexión con el interfaz de usuario (100), un aparato de control (10) dotado de un receptor de comunicación inalámbrico para recibir señales de emisión (Sg) suministradas por los emisores de tres dispositivos detectores.

20 15. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina, según la reivindicación 14, en la que el emisor por interfaz inalámbrico del módulo de comunicación de cada uno de los dispositivos detectores (30, 31, 32) transmite dentro de la señal de emisión (Sg) un identificador, comprendiendo el aparato de control (10) una tabla de correspondencia para asociar a un órgano articulado entre el brazo de soporte (20), el brazo de la cuchara (21) y la herramienta (22) una posición angular transmitida en la señal de
25 emisión (Sg), estando establecida esta asociación gracias al identificador de dispositivo detector transmitido con la posición angular en la señal de emisión (Sg).

30 16. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina, según la reivindicación 14 ó 15, en la que los emisores y el receptor utilizan ondas de radio con una frecuencia determinada.

35 17. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina, según una de las reivindicaciones 14 a 16, en la que el aparato de control (10) comprende:

40 - una memoria para almacenar un parámetro de profundidad de referencia;
- un módulo de cálculo de una consigna de movimiento vertical de la herramienta (22) por utilización de datos de posición angular facilitados por los tres dispositivos detectores (30, 31, 32) y del parámetro de profundidad de referencia;
- un enlace con una pantalla indicadora del interfaz de usuario para facilitar a esta pantalla indicadora el resultado del cálculo de consigna.

45 18. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina, según una de las reivindicaciones 14 a 17, en la que el brazo de soporte (20) o el dispositivo detector (30) situado sobre el brazo de soporte (20), está dotado de un dispositivo receptor láser lineal (70) que permite detectar un paso del receptor láser lineal a una altura definida por un plano láser de referencia, incluyendo el dispositivo receptor láser lineal (70) un módulo de comunicación inalámbrico para enviar, dentro de una señal de emisión (Sg'), los datos de detección del haz láser en el aparato de control (10).

50 19. Utilización de un sistema de determinación de la posición de una herramienta (22) de una máquina, según la reivindicación 18, en la que el dispositivo receptor láser lineal (70) comprende, como mínimo, una célula de recepción lineal que comprende fotodiodos alineados.

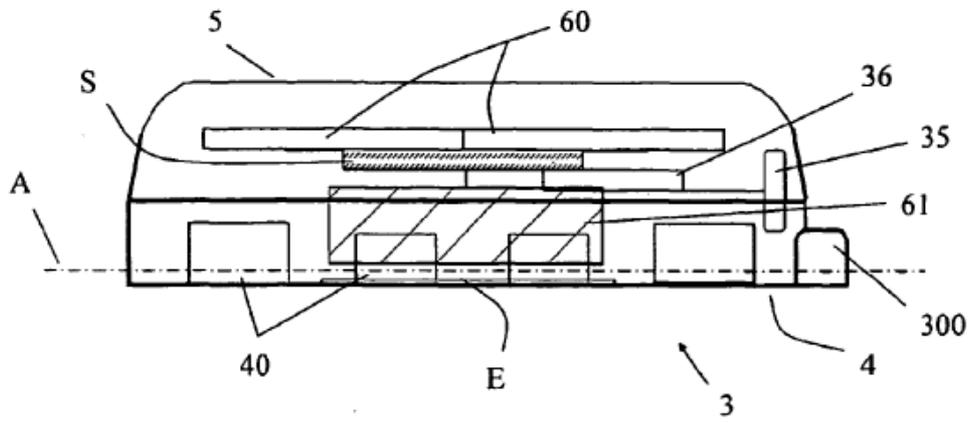


Fig. 1

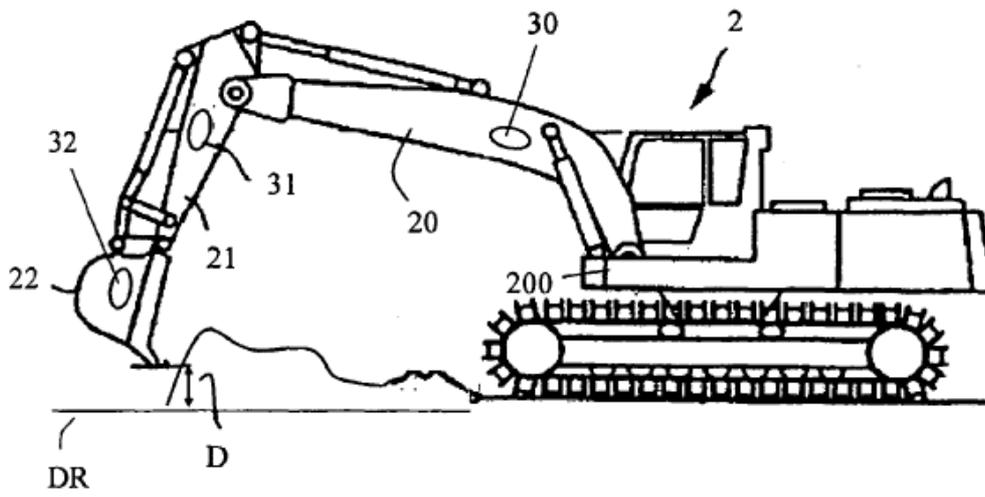


Fig. 2

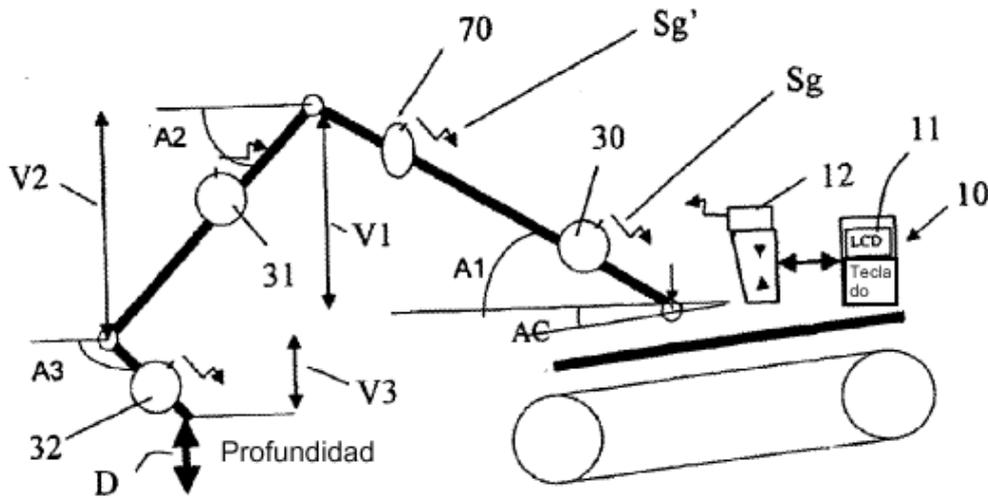


Fig. 3

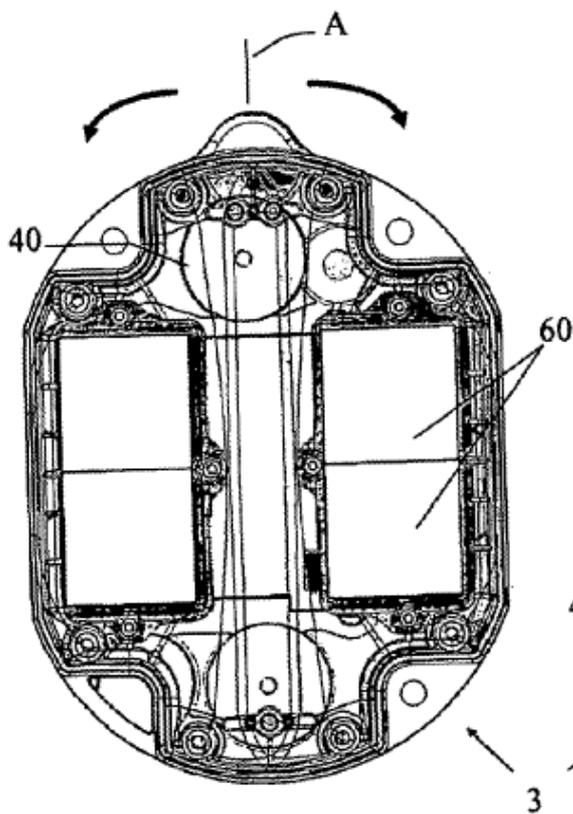


Fig. 4A

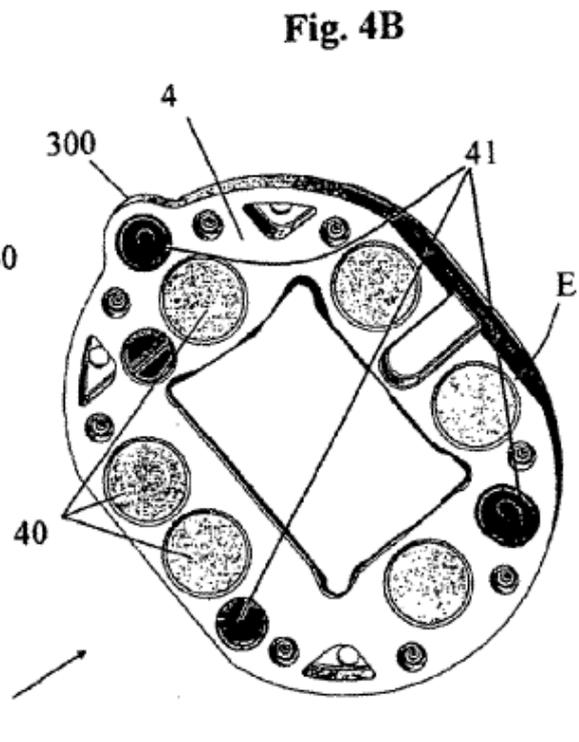


Fig. 4B

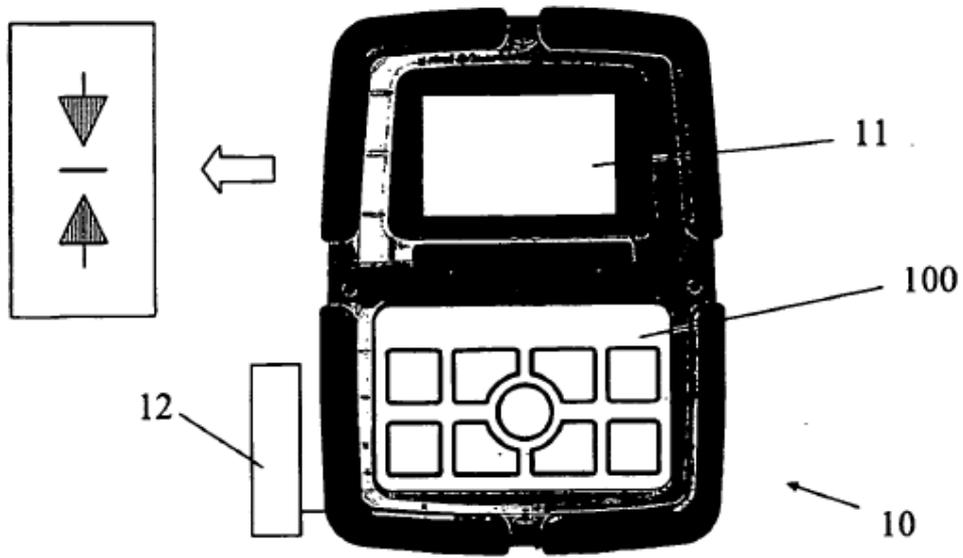


Fig. 5

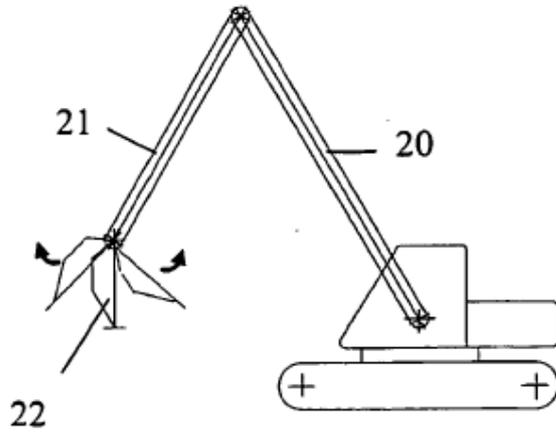


Fig. 6A

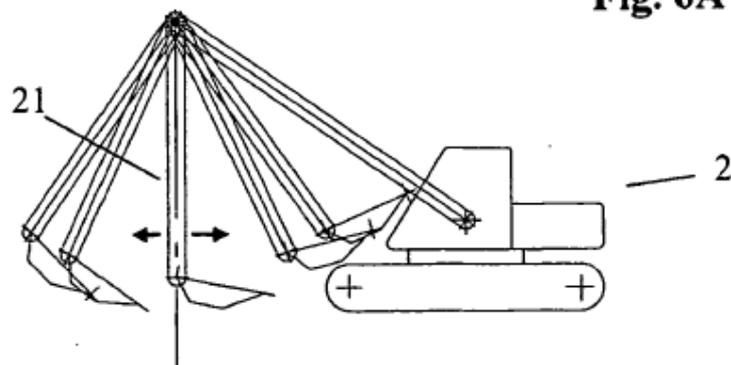


Fig. 6B