

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 909**

51 Int. Cl.:

G06F 3/046 (2006.01)

A63F 3/00 (2006.01)

H04B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2011 PCT/FR2011/052012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2012 WO12028827**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2011 E 11773020 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2612226**

54 Título: **Procedimiento y dispositivos para interconectar en tiempo real una pluralidad de elementos móviles con un sistema informático**

30 Prioridad:

03.09.2010 FR 1057014

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

04.07.2018

73 Titular/es:

**STARBREEZE PARIS (100.0%)
63, avenue des Champs Elysées
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LEFEVRE, VALENTIN y
DUTEIL, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 674 909 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 y dispositivos para interconectar en tiempo real una pluralidad de elementos móviles con un sistema informático

5 La presente invención se refiere a las interfaces entre un usuario y un sistema informático, particularmente en el campo de los juegos, y más particularmente un procedimiento y dispositivos para interconectar una pluralidad de elementos móviles con un sistema informático.

10 En numerosas situaciones, puede ser necesario que un sistema informático detecte la posición y/o la orientación de los elementos móviles para permitir que este último respondan en consecuencia. De este modo, por ejemplo, en un juego de ajedrez que permita a un usuario jugar contra un jugador virtual simulado por el sistema informático, la aplicación implementada en el sistema informático debe conocer la posición de todas las piezas del tablero de ajedrez, particularmente las movidas por el usuario, para calcular su movimiento.

Existen soluciones para detectar la posición y/o la orientación de objetos reales en un tablero de juego que permita utilizar estos objetos como una interfaz de un sistema informático.

15 De este modo, por ejemplo, las pantallas táctiles de tipo resistivo pueden utilizarse como un tablero de juego a fin de detectar la posición de un objeto tal como un lápiz táctil cuando se aplique presión suficiente. Sin embargo, este tipo de pantalla solo soporta en general un único contacto y necesita una presión constante del usuario para conocer la posición. En otras palabras, no es posible detectar la posición del lápiz táctil si se libera la presión ejercida por este último.

20 También es posible utilizar pantallas táctiles de tipo capacitivo, basadas en el principio de fuga de corriente a través de un cuerpo conductor. Sin embargo, solo los objetos conductores conectados a una masa permiten la detección de su posición. De este modo, por ejemplo, las posiciones de los objetos de plástico o de madera no pueden determinarse mediante dichas pantallas.

Además, en general, las soluciones basadas en pantalla táctil o en película táctil solo soportan un número limitado de contactos simultáneos o casi simultáneos y no permiten la determinación de una cantidad importante de objetos.

25 Otras soluciones implementan tecnologías basadas en infrarrojos, particularmente en forma de tablas. De este modo, los productos conocidos como Surface (Surface es una marca registrada de Microsoft), mTouch (mTouch es una marca registrada de Merel Technologies) y Entertaible (Entertaible es una marca de Philips) utilizan cámaras infrarrojas dispuestas en el grosor de la tabla. Sin embargo, el grosor impuesto de estas tablas las hace voluminosas, no muy móviles y les da cierta rigidez. Además, su precio no permite realmente un uso familiar.

30 Finalmente, estas soluciones no permiten detectar la altitud, con respecto a una referencia predeterminada, de los elementos móviles cuyos movimientos y/u orientaciones se detectan.

35 La solución descrita en la solicitud de patente US 2008/238885 permite la detección de la posición de elementos móviles en una superficie. Sin embargo, esta solución utiliza una activación secuencial de los módulos de localización incluidos en cada uno de los elementos móviles, lo que hace que la detección de posición del elemento móvil sea lenta.

La invención resuelve al menos uno de los problemas expuestos anteriormente.

40 La invención tiene como objetivo de este modo un procedimiento para interconectar en tiempo real una pluralidad de elementos móviles con un sistema informático, estando el procedimiento definido en las reivindicaciones 1 a 13. La invención también tiene como objetivo un elemento móvil, tal como se define en las reivindicaciones 14 y 15. La invención también tiene como objetivo un dispositivo, tal como se define en la reivindicación 16. Otras ventajas, objetivos y características de la presente invención resaltarán a partir de la siguiente descripción detallada, hecha a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura que implementa la invención;

45 - la figura 2 ilustra un ejemplo de superficie de detección y de lógica asociada, según la invención, de acuerdo con un primer modo de realización;

- la figura 3 ilustra esquemáticamente el principio físico de acoplamiento inductivo entre un solenoide y un bucle conductor de una superficie de detección;

50 - la figura 4 ilustra esquemáticamente un mecanismo de interpolación que permite calcular la posición de un solenoide colocado en una superficie de detección, de acuerdo con un eje dado, a partir de las mediciones obtenidas por un sistema tal como el descrito con referencia a la figura 2;

- las figuras 5 y 6 ilustran un ejemplo de superficie de detección y de lógica asociada, según la invención, de acuerdo con un segundo y un tercer modo de realización, respectivamente;

- la figura 7 ilustra esquemáticamente bloques lógicos de un módulo de localización de un elemento móvil cuya posición y/u cuya orientación pueden determinarse a partir de un sistema tal como los ilustrados en las figuras 2, 5 y 6;

5 - la figura 8 ilustra un ejemplo de una implementación electrónica del diagrama lógico descrito con referencia a la figura 7 en relación con un módulo de localización de un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación pueden determinarse;

- la figura 9, que comprende las figuras 9a y 9b, ilustra esquemáticamente dos ejemplos de elementos móviles cuya posición puede determinarse y cuya posición y cuya orientación pueden determinarse, respectivamente;

10 - las figuras 10 y 11 ilustran ejemplos de algoritmos que pueden utilizarse para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización y calcular las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles correspondientes;

- la figura 12 ilustra un ejemplo de cronograma de activación de módulos de localización en función de una señal de activación común;

- la figura 13, que comprende las figuras 13a y 13b, ilustra un tercer ejemplo de un algoritmo que se puede utilizar para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización mediante una señal de activación común; y

15 - la figura 14 representa un cronograma de un sistema de activación dinámica para módulos de localización.

En general, la invención tiene como objetivo determinar la posición (abscisa, ordenada y/o altitud) y/o la orientación (rumbo, cabeceo y/o balanceo) de elementos móviles o partes dispuestos en una superficie y utilizados juntos. Para estos fines, la invención implementa una superficie de detección de elementos móviles, elementos móviles provistos cada uno de al menos un módulo de localización y un módulo de activación que permiten determinar la posición y, preferentemente, la orientación, de cada elemento móvil, secuencialmente. La posición puede ser una posición bidimensional, en un plano, o una posición tridimensional que incluya una altitud (o elevación). De este modo, la invención tiene como objetivo una nueva interfaz entre un usuario y un sistema informático relacionado con la posición y la orientación de una pluralidad de elementos móviles. La superficie de detección se puede combinar con una pantalla para proporcionar, por ejemplo, elementos de decoración o informaciones.

25 A modo de ilustración, la captura de las posiciones tridimensionales de los elementos móviles puede efectuarse por campo electromagnético. Para estos fines, se utiliza una superficie de detección de posiciones de los elementos móviles, compuesta de una malla de tipo fila/columna de captura electromagnética. Está asociada a un módulo electrónico capaz de calcular, por demultiplexación, la posición de un módulo de localización que emita un campo electromagnético.

30 Por lo tanto, cada módulo de localización se selecciona secuencialmente, por ejemplo, de acuerdo con un identificador propio, a fin de que emita un campo electromagnético. Para estos fines, cada módulo de localización incluye un mecanismo de activación para que, cuando se active, emita un campo electromagnético que pueda capturarse por la superficie de detección.

35 Un módulo de control de detección de posición está asociado con la superficie de detección a fin de activar secuencialmente las emisiones electromagnéticas de los módulos de localización a través de una señal de control o para controlar dicha activación secuencial. La señal de control entre este módulo y los módulos de localización puede transmitirse a través de una conexión por cable o, preferentemente, a través de conexiones inalámbricas, por ejemplo, una señal de radio HF (símbolo de alta frecuencia) o una señal que cumpla con los estándares de Wi-Fi, ZigBee o Bluetooth (Wi-Fi, ZigBee y Bluetooth son marcas comerciales).

40 La superficie de detección de posición es, por ejemplo, una tarjeta de tipo PCB (siglas de *Printed Circuit Board* en la terminología anglosajona) para la recepción electromagnética, flexible o rígida. Se puede asociar a una pantalla, igualmente flexible o rígida, táctil o no táctil, por ejemplo una pantalla de tipo LCD (siglas de *Liquid Crystal Display* en la terminología anglosajona) u OLED (siglas de *Organic Light-Emitting Diode* en la terminología anglosajona) que permita desarrollar elementos móviles en una superficie visual interactiva. La superficie de detección puede asociarse igualmente con una superficie magnetizada que permita mover los elementos móviles en un plano inclinado, vertical o invertido (boca abajo) o someterse a golpes, sin alterar la detección de posición.

45 La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura 100 que implementa la invención.

La arquitectura 100 comprende aquí un tablero 105, por ejemplo un tablero de juego, en el que están dispuestos elementos móviles 110 que permiten a un usuario interactuar con un sistema informático asociado a este tablero moviendo los elementos móviles 110. Aunque aquí solamente se representen cinco elementos móviles, es posible usar varias decenas, o incluso varias centenas. El tablero 105 define la zona de detección de posición y/u de orientación de los elementos móviles implementados.

El tablero 105 comprende aquí una superficie de detección 115 acoplada a una pantalla 120 y una superficie magnetizada 125 (la superficie de detección 115, la pantalla 120 y la superficie magnetizada 125 son aquí

sustancialmente paralelas). Comprende igualmente un módulo de hardware 130 (o sistema de procesamiento central) para detectar la posición y, si es necesario, la orientación de los elementos móviles 110 así como para implementar una o más aplicaciones con las que el usuario interactúe. El módulo de hardware 130 se encarga particularmente de gestionar las detecciones de las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles, es decir, identificar los módulos de localización uno tras otro, activarlos para que emitan, cada uno por turnos, un campo electromagnético y evaluar sus posiciones.

El módulo de hardware 130 se inserta preferentemente en una carcasa con los otros elementos del tablero 105. De forma alternativa, puede tratarse de un módulo remoto integrado, por ejemplo, en un ordenador o en una consola de juegos. Se puede cargar eléctricamente con una batería recargable o a través de un adaptador de CA y presenta un conjunto de conexiones clásicas 135, por ejemplo, una toma de corriente para adaptador de CA, puertos USB, Ethernet, video VGA (siglas de *Video Graphics Array* en la terminología anglosajona) y/o HDMI (siglas de *High Definition Multimedia* en la terminología anglosajona), si corresponde, particularmente si una pantalla está asociada con la zona de detección. Comprende además preferentemente un módulo de comunicación inalámbrica, por ejemplo un módulo de comunicación inalámbrica de tipo WIFI o Bluetooth que permite interactuar con otro sistema informático y/o acceder a datos a través de una red de comunicación.

El módulo de hardware 130 comprende típicamente un módulo de cálculo y un módulo de control de detección y de captura de posición detallada a continuación. El módulo de cálculo está provisto aquí con una unidad central de procesamiento (CPU, siglas de *Central Processing Unit* en la terminología anglosajona), una unidad de procesamiento de gráficos (GPU, siglas de *Graphie Processing Unit* en la terminología anglosajona), componentes de memoria (RAM, siglas de *Random Access Memory* en la terminología anglosajona, ROM, siglas de *Read Only Memory* en la terminología anglosajona y/o de tipo Flash) para almacenar los programas y variables necesarios para la implementación de la invención así como de un módulo de procesamiento de sonido, en forma, por ejemplo, de un conjunto de chips.

El módulo de control de detección y de captura de posición activa secuencialmente, preferentemente por radio, cada módulo de localización cuya posición debe determinarse o controla dicha activación secuencial. Después de la activación, cada módulo de localización emite aquí un campo electromagnético capturado por la superficie de detección. Este último transmite entonces al módulo de detección y de captura de posición las informaciones que permitan calcular la posición de un módulo de localización, por ejemplo del tipo (x, y, z). Como se describe a continuación, cuando varios módulos de localización están asociados con el mismo elemento móvil, es posible, a partir de las posiciones de estos módulos de localización, determinar los parámetros de orientación de este elemento móvil, por ejemplo en forma de ángulos. Las posiciones y/u orientación de todos los elementos móviles cuya posición y/o cuya orientación deben determinarse se transmiten entonces al módulo de cálculo que los utiliza para gestionar la interactividad con la aplicación en cuestión.

La figura 2 ilustra un ejemplo de superficie de detección y de lógica asociada de acuerdo con un primer modo de realización.

La superficie de detección 115 está constituida aquí por una malla en forma de filas y columnas que constituyen una rejilla conductora. Esta última comprende un conjunto de bucles conductores según dos ejes ortogonales. Cada bucle es un sensor discreto que permite medir la intensidad de la corriente o la tensión inducida por un elemento radiante, típicamente un solenoide que pertenece a un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación deben calcularse, que se coloca en la superficie de detección.

A modo de ilustración, se acepta aquí que se coloca un solenoide en la posición 200, es decir, en la intersección de los bucles 205 y 210, uno de cuyos extremos está conectado a una masa y el otro extremo está conectado a los componentes electrónicos utilizados para calcular una posición. Cuando se carga el solenoide situado en la posición 200, genera una corriente inductiva en los bucles 205 y 210 que se puede analizar y comparar con la corriente inducida en los otros bucles. De este modo, es posible, por acoplamiento inductivo entre el solenoide y la rejilla y por medio de la corriente inducida, determinar la posición del solenoide.

Los multiplexores 215 y 220 están conectados a cada bucle de cada uno de los dos ejes de la rejilla, es decir, aquí a cada uno de los bucles verticales y horizontales, respectivamente. Las salidas de los multiplexores 215 y 220 están conectadas a los controladores automáticos de ganancia (CAG) 225 y 230, respectivamente, del módulo de control de detección y de captura de posición, referenciado aquí con 130-1, del módulo de hardware 130. Las señales de salida de los controladores automáticos de ganancia 225 y 230 se demodulan primero en los demoduladores 235 y 240, respectivamente. La demodulación produce una señal continua (DC, siglas de *Direct Current* en la terminología anglosajona) proporcional a la senoide original completada por componentes alternativos (AC, siglas en inglés de *Alternating Current* en la terminología anglosajona) múltiplos de la frecuencia fija emitida por el solenoide.

De acuerdo con un diagrama actualmente implementado, el módulo de cálculo, al que se hace referencia en la presente memoria 130-2, del módulo de hardware 130 controla los multiplexores 215 y 220 a fin de activar los bucles secuencialmente, es decir, activar un bucle n +1 después de un bucle n. Cuando se alcanza el último bucle, el procesador inicia un nuevo bucle y controla la activación del primer bucle.

5 Se implementa ventajosamente un filtro de paso bajo en cada demodulador 235 y 240 para suprimir los armónicos no deseados de la señal demodulada así como del ruido de fondo electromagnético. Este filtrado permite refinar las mediciones de las señales procedentes de los controladores automáticos de ganancia 225 y 230, después de la demodulación, que se digitalizan a continuación en los convertidores analógico/digital (CAN) 245 y 250, respectivamente.

Los valores numéricos obtenidos se transmiten a la unidad central de procesamiento (CPU) 255 del módulo de cálculo 130-2 para memorizarse. Como se ilustra, la unidad central de procesamiento 255 controla los demoduladores 235 y 240.

10 Después de que se hayan memorizado los valores, la unidad central de procesamiento incrementa la dirección de los multiplexores a fin de proceder a la digitalización de las señales de los bucles siguientes. Cuando se alcanza un último bucle, la unidad central de procesamiento reinicia la dirección del multiplexor correspondiente al valor del primer ciclo del eje en cuestión.

15 Al final de un ciclo, la unidad central de procesamiento ha memorizado, para cada eje, tantos valores numéricos que hay bucles adyacentes cerca de la posición del solenoide. A partir de estos valores, la unidad central de procesamiento calcula la posición del solenoide por interpolación como se describe a continuación.

Aquí se observa que la conexión a tierra de los bucles se puede garantizar mediante tiras de metal colocadas entre los diferentes bucles a fin de protegerlos de las interferencias electromagnéticas. Una alternativa consiste en disponer una placa de masa uniforme debajo de la rejilla conductora.

20 Además, el módulo de control de detección y de captura de posición 130-1 comprende aquí un radiotransmisor 260, controlado por la unidad central de procesamiento 255 del módulo de cálculo 130-2, lo que permite activar un módulo de localización de un elemento móvil. A modo de ilustración, la unidad central de procesamiento 255 transmite al radiotransmisor 260 un identificador de un módulo de localización que vaya a activarse. Este identificador se codifica y luego se transmite en forma de señal de radio digital o analógica. Cada módulo de localización que reciba esta señal puede comparar entonces el identificador recibido con su propio identificador y activarse si los identificadores son idénticos.

25 De este modo, para estimar la posición de un conjunto de módulo de localización, es necesario realizar un ciclo en cada módulo de localización y, para cada uno de estos ciclos, de acuerdo con el modo de realización descrito aquí, un ciclo en cada conjunto de bucles.

30 Se pueden combinar varias superficies de detección entre sí, siendo el área de la superficie de detección resultante la suma de las áreas de las superficies de detección combinadas. Para estos fines, una superficie de detección se considera maestra, considerándose las otras esclavas. La activación secuencial de los elementos móviles se gestiona por la superficie de detección maestra que recibe, preferentemente, las posiciones calculadas por los módulos materiales asociados a cada superficie de detección esclava y los consolida elaborando una tabla que contiene las coordenadas y los ángulos de libertad de los módulos de localización

35 La Figura 3 ilustra esquemáticamente el principio físico de acoplamiento inductivo entre un solenoide y un bucle conductor de una superficie de detección.

Según la invención, cada elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación deben calcularse comprende al menos un solenoide cuyo eje está orientado preferentemente hacia la superficie de detección.

40 El solenoide 300 se atraviesa por una corriente alterna y emite un campo electromagnético que se propaga hacia la superficie de detección, particularmente, en este ejemplo, hacia el bucle 210. El bucle 210, que recibe un campo electromagnético procedente del solenoide 300, se acopla con el solenoide 300. Entonces, es posible medir una señal alternativa en los bornes de este bucle, referenciados con 305.

El acoplamiento entre el solenoide 300 y el bucle 210 puede expresarse en la forma de la siguiente relación,

$$R = \frac{k}{D^2} E$$

45 donde

E designa la tensión en los bornes del solenoide 300, R indica la tensión de la señal recibida en los bornes 305 del bucle de recepción 210, D es la distancia entre el solenoide 300 y el bucle de recepción 210 y k es una constante relacionada con factores intrínsecos del sistema que comprende el solenoide y el bucle de recepción, particularmente el número de vueltas del solenoide y el tamaño del bucle.

50 La figura 4 ilustra esquemáticamente un mecanismo de interpolación que permite calcular la posición de un solenoide colocado en una superficie de detección, de acuerdo con un eje dado, a partir de mediciones obtenidas por un sistema tal como el descrito con referencia a la figura 2.

ES 2 674 909 T3

Aquí se supone que el solenoide se sitúa cerca de los bucles verticales B3, B4 y B5, colocados de acuerdo con las abscisas X3, X4 y X5, e indicándose las tensiones medidas en los bornes de estos bucles con V3, V4 y V5, respectivamente. El solenoide se encuentra aquí en una posición, en la abscisa, indicada con XS.

5 Las coordenadas X3, X4 y X5 pueden obtenerse por la unidad central de procesamiento a partir de un identificador del bucle correspondiente (estos valores están predefinidos de acuerdo con el diagrama de enrutamiento de la superficie de detección y, preferentemente, memorizados en una memoria no volátil).

10 La parte de curva 400 representada en la figura 4 ilustra la variación de tensión para la posición XS del solenoide de acuerdo con las posiciones de los bucles acoplados con el solenoide, extrapolada a partir de los valores medidos por los bucles B3, B4 y B5. Se puede asimilar a una función del segundo grado de tipo parabólico. Esta aproximación local corresponde, en la práctica, al fenómeno del acoplamiento electromagnético entre un solenoide y bucles de una rejilla conductora.

Las siguientes relaciones ilustran esta propiedad.

$$V3 = a(X3 - XS)^2 + b$$

$$V4 = a(X4 - XS)^2 + b$$

15
$$V5 = a(X5 - XS)^2 + b$$

donde a y b son constantes, siendo a una constante menor que cero ($a < 0$).

Además, considerando la hipótesis de una función del segundo grado, las relaciones entre las abscisas X3, X4 y X5 pueden expresarse de la siguiente forma:

$$X4 - X3 = X5 - X4 = \Delta X$$

20
$$X5 - X3 = 2\Delta X$$

(Δ representando X la distancia entre las abscisas X3 y X4 y entre las abscisas X4 y X5).

De este modo, es posible interpolar la posición del solenoide de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$XS = X3 + \frac{\Delta X}{2} \frac{3V3 - 4V4 + V5}{V3 - 2V4 + V5}$$

25 También es posible, de acuerdo con la misma lógica, determinar la posición del solenoide a lo largo del eje de las ordenadas.

Además, la distancia entre el solenoide y el bucle (es decir, la altitud del solenoide en relación con la superficie de detección) se puede definir de acuerdo con la siguiente relación,

$$D = \sqrt{\frac{k}{R} E}$$

30 La distancia D es por lo tanto una función del valor R que representa la tensión en los bornes de los bucles en cuestión de la superficie de detección. Se puede extrapolar a partir de las mediciones realizadas. Se observa que la precisión de este cálculo de distancia está relacionada particularmente con la estabilidad de la señal E emitida por el solenoide cuyo valor debe ser lo más constante posible en el tiempo, lo que necesita una fuente de alimentación estabilizada en el módulo de localización que no debe caer durante la descarga de la batería. Esto se puede proporcionar por un regulador de tensión del módulo de localización.

35 La figura 5 ilustra un ejemplo de superficie de detección y de lógica asociada de acuerdo con un segundo modo de realización.

Una diferencia esencial entre la superficie de detección y la lógica asociada representadas en las figuras 2 y 5 reside en la utilización de multiplexores adicionales y de amplificadores diferenciales.

40 Al igual que la superficie de detección 115 descrita anteriormente, la superficie de detección 115' consiste aquí en una malla en forma de filas y de columnas que constituyen una rejilla conductora que comprende un conjunto de bucles según dos ejes ortogonales. Del mismo modo, cada bucle es un sensor discreto que permite medir la intensidad de la corriente o de la tensión inducida por un solenoide (perteneciente a un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación deben detectarse) que se coloque en la superficie de la detección.

45 Aquí se asocian dos multiplexores a cada conjunto (vertical y horizontal) de bucles. De este modo, para cada una de las dos dimensiones de la puerta, un primer multiplexor está conectado de forma alternativa a un bucle de dos

mientras que un segundo multiplexor está conectado a los bucles restantes. El multiplexor 215'-1 está conectado aquí a los bucles verticales impares mientras que el multiplexor 215'-2 está conectado a los bucles verticales pares. Del mismo modo, el multiplexor 220'-1 está conectado aquí a los bucles horizontales impares mientras que el multiplexor 220'-2 está conectado a los bucles horizontales pares.

- 5 Las salidas de los multiplexores 215'-1 y 215'-2, conectadas a los bucles verticales, están conectadas a un amplificador diferencial 500 mientras que las salidas de los multiplexores 220'-1 y 220'-2, conectadas a los bucles horizontales, están conectadas a un amplificador diferencial 505.

- 10 Los multiplexores y los amplificadores diferenciales producen por lo tanto, para cada eje de la rejilla de la superficie de detección, una comparación inmediata entre las señales recibidas por dos bucles adyacentes. En otras palabras, la señal de salida de cada amplificador diferencial es una señal diferencial.

- 15 A continuación se aplica un procesamiento similar al descrito con referencia a la figura 2 a las señales diferenciales. Sin embargo, el filtrado es aquí un filtrado adaptativo (y no un filtrado de paso bajo) a fin de suprimir el ruido común y el ruido relacionado con la demodulación y, de este modo, aumentar la relación señal/ruido. Este modo de realización permite una mayor amplificación y, por consiguiente, una mejor precisión en el cálculo de las posiciones. La unidad central del módulo de cálculo controla el filtro adaptativo a fin de que se restablezca preferentemente después del final de cada ciclo de mediciones.

- 20 La salida de cada amplificador diferencial 500 y 505 está conectada a un controlador automático de ganancia (AGC) 225 'y 230', respectivamente, del módulo de control de detección y de captura de posición, referenciado aquí con 130'-1. Las señales de salida de los controladores automáticos de ganancia 225 y 230 se demodulan primero en los demoduladores 235' y 240', respectivamente, para obtener una señal continua proporcional a la sinusoide original completada por múltiples componentes de la frecuencia fija emitida por el solenoide.

De nuevo, el módulo de cálculo, referenciado aquí con 130'-2, controla los multiplexores 215'-1, 215'-2, 220'-1 y 220'-2 a fin de activar los bucles secuencialmente, es decir, activar un bucle n+1 después de un bucle n. Cuando se alcanza el último bucle, el procesador inicia un nuevo ciclo y controla la activación del primer bucle.

- 25 Como se indicó anteriormente, se implementa ventajosamente un filtro adaptativo en cada demodulador 235 'y 240' para suprimir los armónicos no deseados de la señal demodulada así como el ruido de fondo electromagnético. Este filtrado permite refinar las mediciones de las señales procedentes de los controladores automáticos de ganancia 225' y 230', después de la demodulación, que se digitalizan a continuación en los convertidores analógico/digital 245 'y 250', respectivamente.

- 30 Los valores numéricos obtenidos se transmiten a la unidad central de procesamiento 255' del módulo de cálculo 130'-2 para memorizarse. Como se ilustra, la unidad central de procesamiento 255' controla los demoduladores 235' y 240'.

- 35 De nuevo, después que se hayan memorizado los valores, la unidad central de procesamiento incrementa la dirección de los multiplexores a fin de proceder a la digitalización de las señales procedentes de los bucles siguientes. Cuando se alcanza un último bucle, la unidad central de procesamiento restablece la dirección del multiplexor correspondiente al valor del primer bucle del eje en cuestión.

Al final de un ciclo, la unidad central de procesamiento ha memorizado, para cada eje, tantos valores numéricos como bucles adyacentes cerca de la posición del solenoide. A partir de estos valores, la unidad central de procesamiento calcula la posición del solenoide por interpolación como se describió anteriormente.

- 40 La conexión a tierra de los bucles también puede garantizarse aquí mediante tiras metálicas colocadas entre los diferentes bucles a fin de protegerlos de las interferencias electromagnéticas, una alternativa que consiste en disponer una placa de masa uniforme debajo de la rejilla conductora.

- 45 Como el módulo de control de detección y de captura de posición 130-1 descrito con referencia a la figura 2, el módulo de control de detección y de captura de posición 130'-1 comprende aquí un radiotransmisor 260', controlado por la unidad central de procesamiento 255' del módulo de cálculo 130'-2, lo que permite activar un módulo de localización.

La figura 6 ilustra un ejemplo de superficie de detección y de lógica asociada de acuerdo con un tercer modo de realización.

- 50 Este modo de realización se basa en el descrito con referencia a la figura 2. Comprende además dos amplificadores de ganancia fija, dos cadenas de demodulación con filtro de paso bajo y de conversión analógica/digital por eje de la rejilla conductora. Este modo de realización permite un cálculo fino de la altitud de los elementos móviles situados por encima del tablero de detección.

Se observa aquí que el cálculo de la altitud impone la utilización de datos de posiciones absolutas (y no relativas como la que es posible para las posiciones de acuerdo con los ejes de abscisas y ordenadas).

Para estos fines, se establece una segunda cadena de captura de posición donde el controlador automático de ganancia se reemplaza por un amplificador de ganancia constante. La pérdida de precisión inducida por la supresión del controlador automático de ganancia se reemplaza por la capacidad del amplificador de ganancia constante para proporcionar mediciones absolutas.

- 5 La superficie de detección 115" consiste nuevamente en una malla en forma de filas y de columnas que constituyen una rejilla conductora que comprende un conjunto de bucles según dos ejes ortogonales, formando cada bucle un sensor discreto que permite medir la intensidad de la corriente o la tensión inducida por un solenoide (que pertenece a un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación deben detectarse) que se coloca en la superficie de detección.
- 10 Los multiplexores 215" y 220" están conectados a cada bucle de cada uno de los dos ejes de la rejilla, es decir, a cada uno de los bucles verticales y horizontales, respectivamente. Las salidas de los multiplexores 215 y 220 están conectadas a los controladores automáticos de ganancia (CAG) 225" y 230" así como a los amplificadores de ganancia fija 600 y 605, respectivamente, del módulo de control de detección y de captura de posición, referenciado aquí con 130"-1.
- 15 Las señales de salida de los controladores automáticos de ganancia 225" y 230" se demodulan primero en los demoduladores de 235" y 240", respectivamente. La demodulación produce una señal continua proporcional a la senoide original completada de múltiples componentes alternativos de la frecuencia fija emitida por el solenoide.

Del mismo modo, las señales de salida de los amplificadores de ganancia fija 600 y 605 se demodulan primero en los demoduladores 610 y 615, respectivamente.

- 20 De nuevo, el módulo de cálculo, referenciado aquí 130"-2 controla los multiplexores 215" y 220" a fin de activar secuencialmente los bucles, es decir, de activar un bucle n+1 después de un bucle n. Cuando se alcanza el último bucle, el procesador inicia un nuevo ciclo y controla la activación del primer bucle.

- 25 Se implementa ventajosamente un filtro de paso bajo en cada demodulador 235", 240", 610 y 615 para suprimir los armónicos no deseados de la señal demodulada así como el ruido de fondo electromagnético. Este filtrado permite particularmente refinar las mediciones de las señales procedentes de los controladores automáticos de ganancia 225" y 230", después de la demodulación.

Las señales de salida de los demoduladores 235", 240", 610 y 615 se digitalizan a continuación en los conversores analógico/digital (CAN) 245", 250", 620 y 625, respectivamente.

- 30 Los valores numéricos obtenidos se transmiten a la unidad central de procesamiento 255" del módulo de cálculo 130"-2 para memorizarse. Como se ilustra, la unidad central de procesamiento 255" controla los demoduladores 235", 240", 610 y 615.

- 35 Después de que se hayan memorizado los valores, la unidad central de procesamiento incrementa la dirección de los multiplexores a fin de proceder a la digitalización de las señales procedentes de los bucles siguientes. Cuando se alcanza un último bucle, la unidad central de procesamiento reinicia la dirección del multiplexor correspondiente al valor del primer ciclo del eje en cuestión.

Al final de un ciclo, la unidad central de procesamiento ha memorizado, para cada eje, tantos valores numéricos como bucles adyacentes cerca de la posición del solenoide. A partir de estos valores, la unidad central de procesamiento calcula la posición del solenoide por interpolación como se describió anteriormente.

- 40 Aquí se observa que la conexión a tierra de los bucles se puede garantizar mediante tiras de metal colocadas entre los diferentes bucles a fin de protegerlos de las interferencias electromagnéticas. Una alternativa consiste en disponer una placa de masa uniforme debajo de la rejilla conductora.

Además, el módulo de control de detección y de captura de posición 130"-1 comprende aquí un radiotransmisor 260", controlado por la unidad central de procesamiento 255" del módulo de cálculo 130" -2, lo que permite activar un módulo de localización

- 45 Los elementos móviles cuya posición y/o cuya orientación deben determinarse contienen al menos un módulo de localización que integra un receptor de activación, preferentemente inalámbrico, por ejemplo un módulo de comunicación por radio HF, Wi-Fi, ZigBee o Bluetooth, que permite recibir un comando de activación de sus emisiones electromagnéticas. Cada módulo de localización es capaz de determinar si el comando de activación recibido, emitido por un módulo de control de detección y de captura de posición, se dirige a él o no. Una información de identificación del módulo de localización que se vaya a activar puede transmitirse en formato analógico o digital.
- 50

La figura 7 ilustra esquemáticamente bloques lógicos de un módulo de localización de un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación pueden determinarse a partir de un sistema tal como el descrito anteriormente.

Dicho elemento móvil es preferentemente autónomo tanto con respecto a su suministro eléctrico como a la recepción

de señales de control de emisión electromagnética.

5 El módulo de localización 700 comprende de este modo un módulo de suministro de eléctrico 705 que proporciona una tensión para todos los componentes del módulo de localización así como un módulo de recepción y de detección de control 710 que recibe y demodula una señal, por ejemplo, una señal HF, emitida por un módulo de control externo para detectar y capturar posición, para determinar si la señal recibida tiene como objetivo activar este módulo de localización. Como se describió anteriormente, dicha detección se puede realizar mediante la comparación de un identificador recibido con un identificador anteriormente memorizado.

10 El módulo de localización 700 comprende además un conmutador 715, controlado por el módulo de recepción y de detección de control 710, así como un amplificador selectivo 720 controlado por el conmutador 715. Finalmente, el módulo de localización 700 comprende un oscilador local 725 que genera una frecuencia, preferentemente fija, estable y de tipo cuadrado y un solenoide 730.

15 El amplificador selectivo 720 genera, de acuerdo con la posición del conmutador 715 y a partir de la señal procedente del oscilador local 725, una tensión sinusoidal a los bornes del solenoide 730, que permite al solenoide 730 generar casi instantáneamente (es decir, en tiempo real) una potencia de radiación suficiente. Los tiempos de establecimiento casi instantáneos de la oscilación del amplificador selectivo y de corte se obtienen mediante el par formado por el oscilador local 725 y el amplificador selectivo 720.

20 Para estos fines, el oscilador local 725 y el amplificador selectivo 720 están, de acuerdo con un primer modo de realización, siempre activos cuando el módulo de localización está cargado (no se detienen en función de la activación del módulo de localización). El conmutador 715 se utiliza entonces para encaminar o no la señal del oscilador local 725 hacia la entrada del amplificador selectivo 720. De este modo, cuando el oscilador local 725 se conmuta en el amplificador selectivo 720, el amplificador selectivo 720 alcanza su propia frecuencia de oscilación en un tiempo muy corto, típicamente algunos microsegundos (un oscilador estándar de tipo RLC mantenido necesita un tiempo de establecimiento de unos milisegundos, incompatible con el tiempo real). El corte del amplificador selectivo 720, que consiste en desconectar el oscilador local 725 del amplificador selectivo 720, es, por las mismas razones, casi instantáneo (del orden del microsegundo).

25 De acuerdo con otro modo de realización, el oscilador local 725 está siempre activo cuando el módulo de localización está cargado (no se detiene en función de la activación del módulo de localización), aunque el amplificador selectivo 720 solo se cargue cuando el módulo de localización está activado. El conmutador 715 tiene como objetivo entonces controlar la fuente de alimentación del amplificador selectivo 720. Los tiempos de establecimiento del amplificador selectivo y de corte son similares a los del primer modo de realización.

30 Se pueden utilizar varios tipos de fuentes de alimentación del módulo de localización. Se puede obtener carga a partir de una batería recargable y de un circuito de control estándar. También se puede obtener a partir de una batería y de un regulador de tensión que permita obtener una tensión constante a lo largo de un rango de utilización de la batería. Esta solución es particularmente ventajosa cuando el sistema debe calcular la altitud de los elementos móviles implementados.

35 La carga también se puede proporcionar indirectamente, por carga remota. De acuerdo con este modo de realización, una capa de solenoides radiantes dedicados está colocada debajo de la superficie de detección. Estos solenoides se atraviesan por una señal sinusoidal, y la potencia emitida por cada solenoide es suficiente para cargar de manera remota los módulos de localización colocados encima de él. Los módulos de localización están equipados igualmente con un solenoide para la recepción, por inducción, de la señal emitida por los solenoides presentes debajo de la superficie de detección.

40 La carga remota se puede acoplar igualmente con la utilización de un condensador de alta capacidad que se cargue a partir del solenoide del módulo de localización. El condensador se utiliza entonces como fuente de tensión para cargar los otros módulos. De forma alternativa, la carga remota se puede acoplar con la utilización de una batería presente en el elemento móvil, por ejemplo, una batería de litio. El solenoide del módulo de localización recarga constantemente esta batería tan pronto como se atraviesa por una corriente inducida. Un circuito de protección de carga/descarga está asociado ventajosamente a la batería para que permanezca dentro de su rango de tensiones aceptables. Como se indicó anteriormente, si se debe evaluar la altitud de los elementos móviles, la fuente de tensión se regula preferentemente para que el suministro de corriente sea constante durante un tiempo de utilización de esta fuente de tensión; es decir, durante una estimación de la posición y/o de la orientación del elemento móvil.

45 Los elementos móviles situados en una superficie de detección y utilizados conjuntamente pueden utilizar diferentes tipos de energía.

Además, cuando un elemento móvil comprenda más de un módulo de localización, ciertos componentes, particularmente la fuente de alimentación, pueden ser comunes a algunos o a todos los módulos de localización.

55 La figura 8 ilustra un ejemplo de implementación electrónica del esquema lógico descrito con referencia a la figura 7, relativo a un módulo de localización de un elemento móvil cuya posición y/o cuya orientación pueden determinarse.

El esquema electrónico ilustrado en la figura 8 tiene como objetivo un modo analógico con transmisión de N portadoras por el módulo de control de detección y de captura de posición, representando N el número máximo de módulos de localización cuyas posiciones pueden calcularse por el sistema.

5 El módulo de recepción y detección de control 710 tiene como objetivo aquí detectar la frecuencia de la portadora asociada con el módulo de localización en cuestión. En este ejemplo de implementación, comprende una antena de recepción 800 y una red LC, que comprende una capacidad 802 y una inductancia 804, de acuerdo con la frecuencia de transmisión del módulo de control de detección y de captura de posición. Comprende igualmente un diodo 806 encargado de suprimir el componente negativo de la señal así como un filtro RC de paso bajo, que comprende una resistencia 808 y una capacidad 810, encargada de suprimir la portadora. Si la portadora está presente, una señal
10 está presente en la salida del filtro, mientras que, si la portadora no se corresponde con el módulo de localización en cuestión, la señal se daña a la salida del filtro. El módulo de recepción y de detección de control 710 comprende además un transistor de conmutación 812, que controla el conmutador 715 a través de una resistencia 814 que permite activar el amplificador selectivo 720. El transistor de conmutación 812 está aquí conectado al circuito RC a través de una resistencia 816.

15 Dicha implementación tiene como objetivo una recepción de señal de activación en modulación de amplitud. Sin embargo, pueden implementarse otros modos tales como una recepción de modulación de frecuencia o una recepción de modulación de fase.

El conmutador utilizado es, por ejemplo, un conmutador HC 4066 de la empresa Texas Instrument. Permite activar o desactivar el amplificador selectivo casi instantáneamente (en tiempo real). La activación se realiza cuando el
20 conmutador está encendido, es decir, cuando el amplificador selectivo está conectado a la carga.

Como se describió anteriormente, el oscilador local 725 genera preferentemente una señal cuadrada cuya frecuencia es compatible con los bucles conductores de la superficie de detección (estos bucles están dimensionados para recibir una frecuencia específica). Comprende aquí un oscilador 818, por ejemplo un oscilador LTC 1799 de la empresa Linear Technology, acoplado a una resistencia 820 que tiene aquí un valor de 4kOhms
25 para definir una frecuencia de oscilación de 250 KHz compatible con la frecuencia detectada por los bucles de la superficie de detección.

El amplificador selectivo 720 permite convertir la onda cuadrada generada por el oscilador local 725 en una señal sinusoidal. Además garantiza una ganancia óptima a la frecuencia del oscilador local y permite obtener la intensidad requerida de la señal sinusoidal que recorre el solenoide 730 y, por lo tanto, la radiación electromagnética óptima
30 hacia la superficie de detección utilizada.

El amplificador selectivo se realiza aquí a partir de un transistor de conmutación 824, de las capacidades 826 y 828 así como de la red de resistencias 830 a 838. La capacidad 828 tiene, por ejemplo, el valor 33µF mientras que la resistencia 830 tiene un valor de 2kOhms, las resistencias 832, 834, 836 y 838 1kOhms y la resistencia 838 100kOhms. De este modo, los tiempos de establecimiento y de corte del amplificador selectivo 720 son lo más
35 cortos posible.

El módulo de recepción y detección de control 710 puede realizarse según otras variantes diferentes a la descrita anteriormente. En particular, más allá del modo analógico con la transmisión de N portadoras por el módulo de control de detección y de captura de posición, es posible implementar un modo analógico utilizando una única portadora que contenga una señal útil para la activación de un módulo de localización. De acuerdo con esta variante,
40 una señal útil cuya frecuencia debe detectarse para activar o no un módulo de localización está disponible en la salida del filtro RC de paso bajo. Esta señal puede, por ejemplo, filtrarse en un filtro de paso de banda cuya frecuencia de resonancia es de acuerdo con la frecuencia de activación específica del módulo de localización en cuestión. La salida de este filtro de paso de banda se transmite a continuación a un transistor de conmutación que activa el conmutador analógico que permite la activación del amplificador selectivo.

45 De forma alternativa, se puede usar un modo digital con transmisión de una única portadora que contenga una señal digital útil para la activación de un módulo de localización. De acuerdo con esta variante, una señal útil está disponible en la salida del filtro RC de paso bajo. Esta señal es típicamente una señal cuadrada que contiene una información digital codificada de varios bits que permite la activación de una pluralidad de módulos de localización. Cada módulo de localización está equipado con un microcontrolador que decodifica esta señal y, en función del valor codificado y de un valor predeterminado, activa el conmutador analógico y, por lo tanto, el amplificador selectivo.
50

Se pueden utilizar otros protocolos de comunicación tales como Wi-Fi, ZigBee o Bluetooth para transmitir un comando de activación.

El par formado por un oscilador local y un amplificador selectivo proporciona ciertas ventajas. En particular, al estar el oscilador local aún activo, no es necesario activarlo ni desactivarlo. Además, el amplificador selectivo utilizado es
55 el elemento que funciona en la conmutación (se carga o no según la posición del conmutador analógico). Dicha implementación autoriza por lo tanto un tiempo de activación y de desactivación muy corto para el amplificador selectivo y permite optimizar los tiempos de conmutación y por lo tanto el tiempo de ciclo global (un ciclo correspondiente a la activación/desactivación del conjunto de los módulos de localización).

Sin embargo, es posible implementar variantes más simples de osciladores que pueden reemplazar el par de oscilador local y de amplificador selectivo, típicamente un montaje conocido con el nombre de montaje de tipo Clapp o Colpitts.

5 Como se describió anteriormente, los módulos de localización que se vayan a activar se pueden identificar analógicamente o digitalmente. La identificación analógica de un módulo de localización puede realizarse enviando una frecuencia dedicada, de acuerdo con varios modos, en particular de acuerdo con una frecuencia de portadora específica para cada módulo de localización (esta frecuencia identifica el módulo de localización que está activado). Por lo tanto, la electrónica integrada responde en la portadora específica que le corresponda. De forma alternativa, se puede utilizar una frecuencia única de portadora para todos los módulos de localización. Esta frecuencia modula una señal útil que se recibe por cada módulo de localización. Es el valor de la frecuencia modulada de esta señal útil lo que permite la identificación del módulo de localización que se vaya a detectar. Las frecuencias de activación de cada módulo de localización se definen, por ejemplo, en la fábrica durante el montaje y se configuran en el módulo de control de detección y de captura de posición mediante software.

15 La identificación digital de un módulo de localización se efectúa mediante la transmisión de un código, típicamente en varios bits, en un mensaje de activación. Este mecanismo de identificación permite una mayor flexibilidad de utilización porque permite la programación (y por lo tanto la modificación) de la identificación de cada módulo de localización.

La figura 9, que comprende las figuras 9a y 9b, ilustra esquemáticamente dos ejemplos de elementos móviles cuya posición puede determinarse y cuya posición y cuya orientación pueden determinarse, respectivamente.

20 El elemento móvil 110 representado en la figura 9a comprende un único módulo de localización 700. Como se ilustra, el eje radial del solenoide es ventajosamente perpendicular al plano de la superficie de detección a fin de que la radiación electromagnética del solenoide se propague de manera óptima hacia esta superficie.

25 La posición tridimensional del elemento móvil 110, que comprende un único solenoide, se puede calcular según la invención, como se describió anteriormente. De hecho, desde la posición calculada del solenoide del módulo de localización 700 y conociendo la posición de este módulo en el elemento móvil 110, es posible deducir la posición del elemento móvil 110, es decir, la posición de un punto de referencia de este elemento móvil. Cuando varios elementos móviles están presentes en la superficie de detección, la posición de cada elemento móvil se determina secuencialmente.

30 El elemento móvil 100' mostrado en la figura 9b comprende dos módulos independientes de localización 700-1 y 700-2. De nuevo, como se ilustra, el eje radial de los solenoides es ventajosamente perpendicular al plano de la superficie de detección a fin de que la radiación electromagnética del solenoide se propague de manera óptima a esa superficie.

35 Cada solenoide 700-1 y 700-2 del elemento móvil 110' se puede activar independientemente uno del otro, secuencialmente. De este modo, es posible determinar la posición del elemento móvil 110' determinando la posición de cada solenoide de los módulos de localización 700-1 y 700-2 y conociendo su posición en el elemento móvil 110'. Del mismo modo, es posible conocer la orientación de este elemento móvil a partir de las posiciones relativas de los solenoides de los módulos de localización 700-1 y 700-2 y de su posición en el elemento móvil 110'. Aquí debe observarse que la utilización de las coordenadas de los solenoides de los módulos de localización 700-1 y 700-2, en el plano de la superficie de detección, permite determinar la orientación del elemento móvil 110' en este plano, mientras que la utilización de la altitud de los solenoides de los módulos de localización 700-1 y 700-2 permite calcular el cabeceo del elemento móvil 110'.

Aquí se observa que los elementos móviles que comprendan un único solenoide y que comprendan dos solenoides se pueden utilizar juntos en una superficie de detección siempre que el módulo de control de detección y de captura de posición utilizado pueda activar (directamente o no) cada solenoide independientemente de los demás.

45 La captura de la orientación de los elementos móviles se puede obtener por lo tanto proporcionando a cada elemento móvil al menos dos módulos de localización (que no deban alinearse según una perpendicular a la superficie de detección) y definiendo una regla de identificación de estos módulos de localización.

50 El balanceo de un elemento móvil se puede determinar proporcionando a este último dos módulos de localización complementarios (entonces se usan cuatro módulos de localización) y completando la regla de identificación de estos módulos para asociar identificadores de estos cuatro módulos de localización a un elemento móvil.

Desde las posiciones tridimensionales de cuatro módulos de localización de un elemento móvil, es posible calcular sus seis grados de libertad.

También es posible, asociando tres módulos de localización a un elemento móvil, formando un triángulo equilátero, calcular aproximadamente sus seis grados de libertad.

55 La activación secuencial de los módulos de localización, mediante un módulo de control de detección y de captura

de posición, permite estimar la posición y/o la orientación de una pluralidad de elementos móviles provistos de estos módulos de localización.

5 Cuando un módulo de localización recibe un comando de activación dedicado a él, activa una emisión electromagnética. El sistema de detección, conociendo la identificación del módulo de localización que se esté localizando, puede enlazar entonces las informaciones de posición calculadas con el identificador del módulo de localización.

10 El módulo de control de detección y de captura de posición está encargado entonces de activar secuencialmente un módulo de emisión electromagnética por módulo de localización, de recuperar todas las posiciones una por una y, conociendo los enlaces entre los identificadores de los módulos de localización y los identificadores de elementos móviles, de calcular, si es necesario, orientaciones para asociar posiciones y/u orientaciones con identificadores de elementos móviles. De este modo, construye una tabla que contiene, para cada elemento móvil, un identificador, una abscisa, una ordenada y, preferentemente, una altitud en una referencia de la superficie de detección, así como, si es necesario, valores de guiñada, cabeceo y balanceo.

15 La activación secuencial de la emisión electromagnética de los módulos de detección permite la utilización de una única frecuencia de emisión para todos los elementos móviles gestionados por el sistema. El módulo de control de detección y de captura de posición pueden utilizar diferentes algoritmos de activación. De este modo, es posible activar sistemáticamente todos los módulos de localización, activar un subconjunto de módulos de localización, definiéndose este subconjunto, por ejemplo, mediante programación a través del módulo de cálculo (dicha implementación permite en particular reducir la duración total de la secuencia de activación completa de las partes) o
20 activar módulos de localización de acuerdo con el contexto. Esta última solución permite particularmente gestionar el hecho de que ciertos elementos móviles pueden abandonar la superficie de detección y que ya no es necesario calcular sus posiciones y/u orientación. Sin embargo, un bucle secundario supervisa preferentemente su posible reintegración en la superficie de detección y la necesidad inducida de volver a capturar su posición y/o su orientación. Este modo permite optimizar la duración total de la secuencia de activación de todos los módulos de localización que se deban activar.
25

La figura 10 ilustra un primer ejemplo de un algoritmo que se puede utilizar para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización y para calcular las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles correspondientes.

30 Una primera etapa consiste aquí en iniciar una variable i , que representa un índice en módulos de localización, al valor cero (etapa 1000). En una etapa siguiente (etapa 1005), el valor de la variable i se compara con el valor de una constante M que representa el número de módulos de localización soportados por el sistema. Típicamente, el orden de magnitud de la constante M es de cien. Si el valor de la variable i es mayor o igual que el de la constante M , la variable i se reinicia (etapa 1000).

35 Si, por otro lado, el valor de la variable i es menor que el de la constante M , se efectúa una prueba para determinar si se utiliza el módulo de localización que tiene el índice i (etapa 1010), es decir, si el módulo de localización que tiene el índice i es válido. La validez de los módulos de localización se puede memorizar en una tabla que puede actualizarse por una aplicación utilizando la interfaz formada por los elementos móviles que comprenden estos módulos de localización y el sistema de localización de estos módulos. Como se ilustra mediante la utilización de líneas discontinuas, esta etapa es opcional.

40 Si el módulo de localización correspondiente al índice i es válido, se activa este módulo (etapa 1015). Como se describió anteriormente, la activación del módulo de localización que tiene el índice i consiste, por ejemplo, en emitir una señal cuya portadora tenga una frecuencia que caracterice un identificador de este módulo de localización.

Cuando se activa el módulo localizador que tiene el índice i , emite un campo electromagnético que permite su localización por medio de tensiones inducidas en bucles de la superficie de detección como se indicó anteriormente.

45 El módulo de control de detección y de captura de posición puede calcular entonces la posición del módulo de localización activado (etapa 1020).

Estas informaciones se memorizan para su uso por el módulo de cálculo (etapa 1025). Particularmente, se pueden memorizar en una tabla de posición de los módulos de localización a partir de la que se pueden estimar las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles que comprendan estos módulos de localización.

50 La variable i se incrementa entonces en uno (etapa 1030) y las etapas anteriores se repiten (etapas 1005 a 1030) hasta que se hayan determinado las posiciones de todos los módulos de localización (o módulos de localización válidos).

55 Del mismo modo, si el módulo de localización correspondiente al índice i no es válido (etapa 1010), la variable i se incrementa en uno (etapa 1030) y las etapas anteriores se repiten (etapas 1005 a 1030) hasta que las posiciones de todos los módulos de localización (o módulos de localización válidos) se hayan determinado.

La posición y/o la orientación de cada elemento móvil se calculan a partir de las posiciones de los módulos de localización. Este cálculo se puede efectuar cuando se hayan calculado las posiciones de todos los módulos de localización válidos o, elemento móvil por elemento móvil, cuando se hayan calculado las posiciones de todos los módulos de localización válidos que pertenezcan al mismo elemento móvil.

5 Aquí se observa que la validez de los módulos de localización puede enlazarse particularmente con la lógica de la aplicación que utilice la interfaz formada por los elementos móviles que comprendan estos módulos de localización y el sistema de localización de estos módulos. A modo de ilustración, en el caso de un juego, los módulos no válidos de localización pueden corresponder a elementos móviles que representen puntos no utilizados en la partida, por ejemplo, piezas que se cogieron durante una partida de ajedrez o peones no utilizados en un escenario de juego
10 dado.

La figura 11 ilustra un segundo ejemplo de un algoritmo que se puede utilizar para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización y calcular las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles correspondientes.

15 Este algoritmo permite particularmente gestionar el hecho de que ciertos elementos móviles pueden abandonar la zona de evolución (es decir, la superficie de detección) y de que las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles correspondientes ya no necesitan estimarse. Sin embargo, un bucle de software secundario supervisa su posible reintegración en la superficie de detección y la necesidad inducida de estimar de nuevo sus posiciones y/u orientaciones. Este algoritmo permite, en comparación con el algoritmo descrito con referencia a la figura 10, reducir la duración global de la secuencia de activación del conjunto de los módulos de localización gestionando
20 dinámicamente su validez.

En este algoritmo, la constante M corresponde al número máximo de módulos de localización soportados por el sistema, la variable i caracteriza el índice de un módulo de localización, la tabla P corresponde a la tabla de posiciones de los módulos de localización, la tabla V corresponde a la tabla de validez de los módulos de localización, la variable C es una variable global correspondiente al número total de módulos de localización
25 utilizados, K es una constante predeterminada correspondiente al número máximo de iteraciones de búsqueda de módulos de localización fuera del área de detección (un valor típico para K es del orden de una decena) y A es una variable que representa un índice para contar las iteraciones de búsqueda de los módulos de localización situados fuera del área de detección para un ciclo global.

30 Una primera etapa tiene como objetivo iniciar las variables i y C en cero (etapa 1100). En una siguiente etapa, el valor de la variable i se compara con el de la constante M (etapa 1102). Si el valor de la variable i es inferior al de la constante M, la tabla de validez de los módulos de localización se actualiza de manera que el módulo de localización correspondiente al índice i se considera válido (etapa 1104). La variable i se incrementa entonces en uno (etapa 1106) y el nuevo valor de la variable i se compara con el de la constante M (etapa 1102). Las etapas 1102 a 1106 permiten iniciar la tabla de validez de los módulos de localización.

35 Si, por el contrario, el valor de la variable i es mayor o igual que el de la constante M, la variable i se reinicia en cero (etapa 1108). En una siguiente etapa, el valor de la variable i se compara de nuevo con el de la constante M (etapa 1110). Si el valor de la variable i es inferior que el de la constante M, se realiza una prueba para determinar si el módulo de localización correspondiente al índice i es válido (etapa 1112).

40 Si el módulo de localización correspondiente al índice i es válido, este módulo se activa (etapa 1114) para que emita un campo electromagnético que permita su localización mediante tensiones inducidas en bucles de la superficie de detección.

El módulo de control de detección y de captura de posición puede calcular entonces la posición y, si es necesario, la orientación del módulo de localización activado (etapa 1116).

45 Entonces, se efectúa una prueba en las coordenadas obtenidas del módulo de localización (etapa 1118). Si estas coordenadas son nulas, la tabla de validez de los módulos de localización se actualiza para que el módulo de localización correspondiente al índice i se considere no válido (etapa 1120). En el caso contrario, si estas coordenadas no son nulas, estas coordenadas se memorizan para su uso por el módulo de cálculo (etapa 1122). Particularmente, pueden memorizarse en la tabla de posiciones de los módulos de localización a partir de la que se pueden estimar las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles que comprendan estos módulos de
50 localización, como se describió anteriormente.

La variable i se incrementa entonces en uno (etapa 1124) y su valor se compara de nuevo con el de la constante M (etapa 1110).

Del mismo modo, si el módulo de localización correspondiente al índice i no es válido (etapa 1112), la variable i se incrementa en uno (etapa 1124) y su valor se compara de nuevo con el de la constante M (etapa 1110).

55 Si el valor de la variable i es mayor o igual que el de la constante M (etapa 1110), el valor de la variable A se inicia en el valor cero (etapa 1126). Entonces, se efectúa una prueba para comparar el valor de la variable A con el de la

constante K (etapa 1128). Si el valor de la constante K es inferior o igual que el de la variable A, el valor de la variable i se reinicia en cero (etapa 1108) y se repiten las etapas descritas anteriormente.

De lo contrario, se efectúa una prueba para determinar si el módulo de localización correspondiente a un índice cuyo valor es igual a C no es válido (etapa 1130).

- 5 Si es así, este módulo se activa (etapa 1132) para que emita un campo electromagnético que permita su localización, por ejemplo midiendo tensiones inducidas en bucles de la superficie de detección.

El módulo de control de detección y de captura de posición puede calcular entonces la posición del módulo de localización activado (etapa 1134).

- 10 Entonces, se realiza una prueba en las coordenadas obtenidas del módulo de localización (etapa 1136). Si estas coordenadas son nulas, la tabla de validez de los módulos de localización se actualiza para que el módulo de localización correspondiente al índice cuyo valor es igual al de la variable C se considere no válido (etapa 1138). En el caso contrario, la tabla de validez de los módulos de localización se actualiza para que el módulo de localización correspondiente al índice cuyo valor es igual al de la variable C se considere válido (etapa 1140).

- 15 Los valores de las variables A y C se incrementan entonces en uno (etapa 1142). Del mismo modo, si el módulo de localización correspondiente a un índice cuyo valor es igual al de la variable C no es inválido (etapa 1130), los valores de las variables A y C se incrementan entonces en uno (etapa 1142).

Se realiza entonces una prueba para comparar el valor de la variable C con el de la constante M (etapa 1144). Si el valor de la variable C es menor que el de la constante M, se comparan los valores de la variable A y de la constante K (etapa 1128) y se repiten las etapas descritas anteriormente.

- 20 Si el valor de la variable C es mayor o igual que el de la constante M, el valor de la variable C se reinicia en el valor cero (etapa 1146). Se comparan entonces los valores de la variable A y de la constante K (etapa 1128) y se repiten las etapas descritas anteriormente.

- 25 De acuerdo con un tercer ejemplo de un algoritmo que se puede utilizar para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización y calcular las posiciones y/u orientaciones de los elementos móviles correspondientes, la activación de todos los módulos de localización se inicia mediante un sistema de procesamiento central (módulo de control de detección y de captura de posición) mediante una señal de activación común, determinando cada módulo de localización de forma autónoma su activación en función de la señal de activación común. La definición de los valores de temporización asociados con cada módulo de localización, es decir el retardo entre la detección de la señal de activación común (o una de sus características llamada «instrucción» de activación a continuación en la descripción) y la activación del módulo de localización, se puede realizar de forma estática, por ejemplo, utilizando un identificador almacenado en los módulos de localización como clave de cálculo, o de forma dinámica.
- 30

La figura 12 ilustra un ejemplo de cronograma de activación de módulos de localización en función de una señal de activación común.

- 35 Como se ilustra, una señal de activación común, indicada con *sync*, comprende aquí pulsos periódicos, de período $P1$ y de duración $P2$. Cada pulso de la señal *sync*, que representa una «instrucción» de activación, tiene como objetivo la activación secuencial de los módulos de localización (todos o los seleccionados anteriormente). $P2$ corresponde a la duración mínima que garantiza la detección de la señal común por todos los módulos de localización implicados.

- 40 Al recibir una «instrucción» de activación de la señal *sync*, cada módulo de localización calcula o determina el valor de temporización al final del que debe activarse, es decir, típicamente, en cuyo instante el conmutador 715 controla el amplificador selectivo 720 para generar una tensión sinusoidal en los bornes del solenoide 730, que permite a este último generar suficiente potencia de radiación. El conmutador 715 es, por ejemplo, de acuerdo con este ejemplo, un microcontrolador o un circuito que comprende dos básculas monoestables (una que se usa como contador y la otra como conmutador).

- 45 La activación de cada módulo de localización i se representa en la figura 12 mediante una señal *Activ. Mi*. De este modo, por ejemplo, el módulo de localización 0 se activa entre los instantes $t1+P2$ y $t1+P2+P3$, correspondiendo $P3$ aquí a la duración de activación de cada módulo de localización ($P3$ se define aquí de tal manera que $P1 = P2+nxP3$, donde n representa el número de módulos de localización que se activarán durante un período $P1$), como se representa mediante la señal *Activ. MO*. Del mismo modo, el módulo de localización 1 se activa entre los instantes $t1+P2+P3$ y $t1+P2+2xP3$, como se representa mediante la señal *Activ. M1*. De manera más general, el módulo de localización i se activa entre los instantes $t+P2+ixP3$ y $t+P2+(i+1)xP3$ donde t representa el instante de recepción de una «instrucción» de activación de una señal de activación común.
- 50

- 55 La figura 13, que comprende las figuras 13a y 13b, ilustra el tercer ejemplo de algoritmo que se puede utilizar para activar secuencialmente un conjunto de módulos de localización mediante una señal de activación común. La Figura 13a muestra algunas etapas implementadas en el sistema de procesamiento central, mientras que la figura 13b

muestra ciertas etapas implementadas en cada módulo de localización.

Como se ilustra en la figura 13a, una primera etapa (etapa 1300) consiste aquí en obtener un valor que representa el momento presente; por ejemplo, mediante la función *GetTime ()*, este valor se almacena en una variable de tiempo. La señal de activación común *sync*, o más precisamente una «instrucción» de activación, se emite entonces durante el intervalo de tiempo *P2* (etapa 1305) y la variable *i*, que representa un índice de módulo de localización, se inicia en cero (etapa 1310).

En una siguiente etapa, se obtiene la posición (en dos o tres dimensiones) de un módulo de localización activado (etapa 1315). Esta posición se puede obtener particularmente como se describió anteriormente mediante una unidad central de procesamiento (255, 255' o 255"). La posición obtenida está asociada con el módulo de localización *i* (etapa 1320) y el valor de la variable *i* se incrementa en uno (etapa 1325).

Se efectúa entonces una prueba para determinar si el valor de la variable *i* es inferior que el número *n* de módulos de localización cuyas posiciones se estiman durante un período *P1*. En sentido negativo, es decir, después de obtener la posición de cada módulo de localización cuyas posiciones se estiman durante un período *P1*, el algoritmo regresa a la etapa 1300 para comenzar de nuevo un nuevo ciclo de obtención de posiciones.

Si, por el contrario, el valor de la variable *i* es inferior que el número *n* de módulos de localización cuyas posiciones se estiman durante un período *P1*, el momento presente se compara con el instante memorizado anteriormente (*time*) al que se añadieron el período *P2* y tantas veces el período *P3* multiplicado por el valor del índice *i*, es decir, el $time + P2 + i \times P3$ (etapa 1335).

Si el valor que representa el momento presente es inferior que el valor de $time + P2 + i \times P3$, el algoritmo regresa a la etapa 1335 (estando el módulo de localización cuya posición se ha obtenido aún activo, no se puede obtener la posición de otro módulo de localización). Si, por el contrario, el valor que representa el momento presente no es inferior que el $time + P2 + i \times P3$, el algoritmo regresa a la etapa 1315 para obtener la posición del módulo de localización que tiene el índice *i* (cuyo valor se incrementó anteriormente).

En paralelo a las etapas descritas con referencia a la figura 13a, cada módulo de localización cuya posición debe obtenerse ejecuta etapas tales como las ilustradas en la figura 13b.

Después de haber recibido una «instrucción» de activación (etapa 1340), típicamente un pulso de la señal *sync*, un valor de temporización *P(i)*, donde *i* representa un índice de módulo de localización (diferente para cada módulo de localización y comprendido entre cero y el número de módulo de localización menos uno), se calcula (etapa 1345) de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P(i) = P2 + i \times P3$$

P(i) representa de este modo una duración entre el comienzo de la «instrucción» de activación de la señal de activación común y el comienzo de la activación del módulo de localización que tiene el índice *i*.

Se obtiene un valor que representa entonces el momento presente, por ejemplo, mediante la función *GetTime ()*, y se asigna a las variables *t* y *timer* (etapa 1350).

A continuación, el valor de la variable *timer* se resta del de la variable *t* y el resultado se compara con el valor de temporización *P(i)* calculada anteriormente (etapa 1355).

Si la diferencia entre las variables *t* y *timer* no es inferior que el valor de temporización *P(i)*, se obtiene de nuevo un valor que representa el momento presente y se asigna de nuevo a la variable *t* (etapa 1360) y el algoritmo regresa a la etapa 1355. Por el contrario, si la diferencia entre las variables *t* y *timer* es inferior que el valor de temporización *P(i)*, el módulo de localización que tiene el índice *i* se activa durante un intervalo de tiempo *P3* (etapa 1365) para que su posición pueda obtenerse.

Aunque el orden de activación de los módulos de localización pueda predeterminarse y corresponderse con los índices de este último (o de un dato similar), también es posible usar un sistema de activación dinámica de los módulos de localización como se describe a continuación con referencia a la figura 14. Dicho sistema puede basarse particularmente en un algoritmo de acceso múltiple por división en el tiempo (la técnica de acceso múltiple por división de tiempo se utiliza particularmente en las redes de telefonía móvil de segunda generación tales como GSM, siglas de Global System for Mobile communications en la terminología anglosajona, y variantes según las cuales el número de *timeslots* se pueden reservar de forma dinámica existen en estándares tales como el estándar Bluetooth, Bluetooth es una marca comercial).

Dicho modo de realización tiene la ventaja de no necesitar posiciones predefinidas en la secuencia de activación de los módulos de localización. Además, dicha gestión dinámica permite resolver conflictos entre módulos de localización que tendrían valores de tiempo calculados o predefinidos idénticos.

De acuerdo con un modo de realización particular, la duración entre dos «instrucciones» de activación de la señal de activación común se divide en un número *n+1* de intervalos de tiempo (denominados *timeslots* en terminología

anglosajona), de duración fija y predeterminada. referenciados con *TS0* a *TSn*. Por lo tanto, un ciclo de activación común contiene $n+1$ *timeslots*.

El primer *timeslot TS0* comienza en el momento de emitir una «instrucción» de activación de la señal de activación común. Es específico y está reservado para la llegada de nuevos módulos de localización.

- 5 Durante la duración del *timeslot TS0*, los módulos de localización que no tengan un *timeslot* asignado emiten a través de su solenoide. Si el sistema de procesamiento central recibe señales de módulos de localización durante el *timeslot TS0*, el sistema de procesamiento central transmite una señal de activación secundaria al final de cada *timeslot* no asignado. Esta señal de activación secundaria puede ser, por ejemplo, una tonalidad específica que module una señal FM. Los módulos de localización se informan entonces del conjunto de los *timeslots* libres.
- 10 Cada módulo de localización realiza un sorteo para determinar un *timeslot* libre durante el que se emitirá en el siguiente ciclo.

En cada ciclo y para cada *timeslot* libre se presentan tres posibilidades siguientes:

- 15 - el *timeslot* permanece libre: ningún módulo de localización lo ha seleccionado. Por lo tanto, el sistema de procesamiento central continúa indicando que el *timeslot* está libre al emitir una señal de activación secundaria al final del *timeslot*;
- el *timeslot* se seleccionó por un único módulo de localización que emite durante la duración del *timeslot*: el sistema de procesamiento central deja de emitir una señal de activación secundaria al final de este *timeslot*. La desaparición de la señal de activación secundaria informa al módulo de localización que su asignación de *timeslot* es efectiva; y,
- 20 - el *timeslot* se seleccionó por varios módulos de localización que emiten durante la duración del *timeslot*: el sistema de procesamiento central detecta una colisión de señales y continúa indicando que el *timeslot* es libre emitiendo una señal de activación secundaria al final del *timeslot*.

Por ejemplo, los casos de colisión se resuelven, por ejemplo, con algoritmos tales como los mencionados en el capítulo «*Collision backoff and retransmission*» de la norma de Ethernet IEEE 802.3.

- 25 La liberación de *timeslots* se gestiona mediante la detección de la ausencia de emisión por un módulo de localización. Una temporización se activa entonces. Si durante toda la temporización, el sistema de procesamiento central no recibe emisión por parte de un módulo de localización, se considera liberado el *timeslot* correspondiente.

El cronograma representado en la figura 14 ilustra ciclos de activación de 25 ms para los que el sistema de procesamiento central emite una «instrucción» de activación (en una señal de activación común) al comienzo de cada ciclo, estando cada ciclo dividido en cinco *timeslots* referenciados con *TS0* a *TS4*.

- 30 Las cruces en el cronograma indican colisiones durante las asignaciones de los *timeslots* a los módulos de localización.

Por hipótesis, durante el primer ciclo del cronograma, el *timeslot TS1* ya está asignado aquí a un módulo de localización que emite.

- 35 Las etapas E1 a E6 del cronograma ilustran la asignación de *timeslots* a módulos de localización que aparecen en la superficie de detección en cuestión:

- 40 - etapa E1: los nuevos módulos de localización (que no tienen *timeslot* asignado) emiten por defecto en el *timeslot TS0*. En respuesta, el sistema de procesamiento central emite señales de activación secundaria al final de los *timeslots* libres (aquí los *timeslots TS2*, *TS3* y *TS4*). Los nuevos módulos de localización efectúan sorteos aleatorios de asignación de *timeslots* basados *timeslots* libres. Dos de ellos seleccionan el *timeslot TS2*, un tercero selecciona el *timeslot TS3*;
- etapa E2: hay un conflicto en el *timeslot TS2*. El sistema de procesamiento central lo señala manteniendo la emisión de la señal de activación secundaria al final del *timeslot*, lo que indica a los módulos de localización que esperan la asignación que el *timeslot TS2* permanece libre. Los módulos de localización realizan un nuevo sorteo aleatorio;
- 45 - etapa E2bis: no hay conflicto en el *timeslot TS3*, se acepta la solicitud de asignación. El sistema de procesamiento central lo señala al interrumpir la emisión de la señal de activación secundaria al final del *timeslot TS3*. Este *timeslot* está asignado a partir de ahora;
- etapa E3: ningún módulo de localización ha seleccionado el *timeslot TS2*. El sistema de procesamiento central señala que siempre está disponible emitiendo una señal de activación secundaria al final del *timeslot TS2*;
- 50 - etapa E4: hay una colisión en el *timeslot TS4*. La señal de activación secundaria se mantiene al final de este *timeslot* para indicar que no siempre está asignada;

- etapa E5: los dos módulos de localización no asignados seleccionaron los *timeslot* *TS2* y *TS4*. No hay conflicto y las asignaciones se aceptan. El sistema de procesamiento central deja de emitir señales de activación secundaria al final de estos *timeslots* para indicar que están asignados; y,

- etapa E6: régimen permanente, a cada módulo de localización se le asignó un *timeslot*.

5 Aunque, en el ejemplo descrito aquí, el número final de módulos de localización sea igual al número de *timeslots* por ciclo de activación, los mecanismos de activación no imponen dicha restricción.

10 La señal de activación común puede detectarse en cada módulo de localización mediante un receptor de alta frecuencia que demodula la señal de activación común y la transmite hacia un microcontrolador encargado de calcular la temporización asociada con el módulo de localización. Cuando ha transcurrido la duración de la temporización, el módulo de localización emite una señal de localización mediante su solenoide produciendo, por ejemplo, una señal cuadrada para una duración $P3$ a la frecuencia de resonancia del amplificador selectivo conectado al solenoide.

15 De forma alternativa, la detección, en el receptor de alta frecuencia de un módulo de localización, de un paso a un estado particular de la señal de activación común, por ejemplo, un estado alto, puede activar una primera báscula monoestable configurada para producir un pulso después una duración de temporización $P(i)$ asignada al módulo de localización. Cuando ha transcurrido la duración de la temporización, el flanco descendente de la primera báscula monoestable activa una segunda báscula monoestable que conecta el oscilador local al amplificador selectivo conectado al solenoide durante una duración $P3$. En este modo de realización, las básculas monoestables pueden implementarse por medio de contadores binarios o de circuitos que usen el tiempo de carga de un circuito RC. El oscilador local puede servir de señal de reloj de los contadores binarios.

20 La señal de activación común puede ser una señal específica o una señal existente. De este modo, por ejemplo, es posible utilizar la señal inducida por la trama de sincronización de una pantalla utilizada como señal de activación común, que permita suprimir el receptor de alta frecuencia en el elemento móvil. En este caso, el receptor de alta frecuencia se reemplaza aquí por un bucle de inducción de acuerdo con la frecuencia de actualización de la pantalla. Este bucle de inducción es constitutivo de un montaje RLC resonante en la propia frecuencia de la pantalla y conectado a la entrada del convertidor analógico/digital del microcontrolador encargado del cálculo de la temporización asociada con el módulo de localización.

25 De manera similar, el receptor de alta frecuencia puede reemplazarse por un bucle de inducción de acuerdo con la frecuencia de la fuente de alimentación remota de los módulos de localización (la emisión de la frecuencia de energía remota se interrumpe de forma cíclica para proporcionar la señal de activación común).

Es conveniente destacar aquí que la señal de activación común, tal como una señal de carga remota de módulos localización, se puede utilizar para transferir datos a módulos de localización, por ejemplo, utilizando una codificación de modulación de frecuencia.

35 Del mismo modo, las señales de localización emitidas por los módulos de localización pueden utilizarse por los módulos de localización para direccionar datos, por ejemplo, un identificador del módulo de localización en cuestión y/o el estado de un conmutador, al sistema de procesamiento central.

40 De acuerdo con un modo de realización particular, un microcontrolador de un módulo de localización móvil genera una señal cuadrada de frecuencia variable. Esta modulación de frecuencia permite codificar un tren binario correspondiente a los datos que se vayan a transferir, correspondiendo una frecuencia $F1$ a un estado bajo y correspondiendo una frecuencia $F2$ a un estado alto. Las frecuencias $F1$ y $F2$ están preferentemente cerca de la frecuencia del amplificador selectivo del módulo de localización para que la ganancia del amplificador selectivo sea alta.

45 Aún de acuerdo con un modo de realización particular, los módulos de localización que emiten solo durante los *timeslots* que se les asignan a ellos, el sistema de procesamiento central puede identificar de qué módulo de localización proceden los datos recibidos.

50 De acuerdo con otro modo de realización particular, el oscilador local situado en el elemento móvil genera una señal de frecuencia variable. Esta modulación de frecuencia se realiza, por ejemplo, mediante una polarización exterior inducida por un cambio de impedancia en la entrada del oscilador local. De nuevo, esta modulación de frecuencia permite codificar el tren binario correspondiente a los datos que se vayan a transferir. La señal modulada recibida por el sistema de procesamiento central puede procesarse mediante una entrada analógica de este sistema para convertirse y memorizarse.

55 De forma alternativa, la señal recibida por el sistema de procesamiento central se demodula por un circuito de demodulación analógica a fin de reconstruir la señal en banda. De acuerdo con otra alternativa, la señal recibida se amplifica y se envía a una entrada de reloj de un contador interno mientras que un segundo contador interno sirve de referencia temporal interna. Este segundo contador se activa cuando se recibe del flanco frontal de la señal amplificada y después se detiene cuando el primer contador alcanza un valor anteriormente definido. El valor

obtenido al detener el segundo contador se utiliza para discriminar las frecuencias de la señal modulada. Cuanto mayor sea el valor que alcanzará el primer contador, y cuanto mayor sea la frecuencia de reloj del segundo contador con respecto a las frecuencias de la señal modulada, más podrán discriminarse las frecuencias de la señal modulada. De forma general, la velocidad será \log_2 (número de frecuencias discriminadas) por ciclo de activación.

- 5 Las transferencias de datos hacia o desde los módulos de localización se pueden encriptar de manera estándar utilizando, por ejemplo, claves públicas y privadas de tipo RSA.

La duración de activación de un módulo de localización igualmente puede ser característica de un elemento de datos que se vaya a transmitir por este último, particularmente su identidad.

- 10 Aquí se observa que el uso de un conmutador en los módulos de localización para suministrar los elementos radiantes (solenoides o similares) utilizados para determinar su posición permite localizar estos módulos en tiempo real y, por consiguiente, autorizar el encargo de una gran cantidad de módulos de localización. De hecho, como se ilustra en las figuras 7 y 8, la señal de excitación del solenoide de los módulos de localización está siempre disponible, transmitiéndose esta señal o no al solenoide en función de la posición del conmutador 715 (que puede integrar particularmente un microcontrolador o básculas monoestables) y siendo aquí el tiempo de conmutación insignificante.

A modo de ilustración, suponiendo que el ciclo de obtención de las posiciones de los módulos de localización sea de 50 Hz y que se utilicen 50 módulos de localización, el tiempo de activación de cada módulo de localización es de aproximadamente 0,4 ms. Si el tiempo de instalación y de parada es del orden del 1 % del tiempo de activación, este debe ser del orden de 40µS.

- 20 De acuerdo con un modo de realización particular, la frecuencia de emisión del solenoide de los módulos de localización está dimensionada en un rango próximo a 100 KHz. A esta frecuencia, el acoplamiento electromagnético entre el módulo de localización y los bucles de la superficie de detección es principalmente de orden magnético.

- 25 Esta elección de frecuencia permite limitar las perturbaciones inducidas por una pantalla (colocada entre la superficie de detección y los módulos de localización) en el acoplamiento electromagnético entre los módulos de localización y la superficie de detección (la radiación de una pantalla es principalmente de naturaleza eléctrica). Por lo tanto, es posible colocar la superficie de detección y los módulos de localización en cualquier lado de la pantalla conservando un funcionamiento óptimo del sistema.

Se recuerda que la intensidad del campo magnético generado por un solenoide viene dada por la siguiente fórmula:

$$30 \quad B = c \cdot I \cdot \frac{N}{L}$$

donde c es una constante, I es la intensidad de la corriente que atraviesa el solenoide, N es el número de vueltas del solenoide y L es la longitud del solenoide.

- 35 Las dimensiones del solenoide están restringidas para que las dimensiones del módulo de localización se reduzcan y permitiendo la integración en objetos habituales, y L es típicamente del orden de unos pocos milímetros, N se dimensiona entonces para obtener una intensidad de campo magnético suficiente.

- 40 Además, para permitir un acoplamiento adecuado a través de la superficie de una pantalla, se debe optimizar el valor de la corriente que atraviese el solenoide. Esto es lo que garantiza la implementación del oscilador local acoplado al amplificador selectivo que irradia. El oscilador local genera la frecuencia de resonancia exacta del amplificador radiante selectivo. Cuando se activa, el amplificador de radiación selectiva funciona a su frecuencia de resonancia exacta y garantiza que la corriente que atraviesa el solenoide es máxima.

- 45 De acuerdo con la aplicación prevista, puede ser necesario limitar el uso del sistema a un subconjunto de módulos de localización disponibles o asociar ciertos módulos de localización con una función particular. De este modo, en una fase de iniciación del sistema, puede ser necesario definir una lista de módulos de localización cuya posición no se deba calcular (su emisión electromagnética no está activada por el módulo de activación). Esta lista puede variar con el tiempo y puede diferir del valor inicial definido durante la fase de iniciación. También es posible, en una fase de iniciación, asignar a un módulo de localización o a un elemento móvil una función o un papel específico. De este modo, por ejemplo, un elemento móvil asociado con un módulo de localización predefinido puede desempeñar el papel de Rey si este elemento móvil se usa en un programa de ajedrez, pudiendo el mismo elemento móvil desempeñar igualmente el papel de una goma o de un fieltro en una aplicación de dibujo o incluso tener el papel de un automóvil en un programa de educación vial.

A modo de ejemplo, la asociación entre los módulos de localización y una función se puede efectuar disponiendo los elementos móviles que comprendan estos módulos de localización en partes específicas de la superficie de detección y activando un registro. El módulo de control de detección y de captura de posición efectúa una secuencia

completa de activación y los papeles se asocian en función de las posiciones respectivas de los elementos móviles (por ejemplo, piezas de un campo A frente a piezas de un campamento B).

5 Cuando se superpone una pantalla en la superficie de detección, es posible elegir un papel en un menú contextual para cada elemento móvil mostrando un menú, cerca de la posición de cada elemento móvil, proponiendo los diferentes papeles posibles.

Una aplicación particular de la invención se refiere a juegos de mesa que permiten mantener el aspecto fácil de usar de los juegos de mesa y el placer de manipular peones o figuritas reales mientras se disfruta de la interactividad y el dinamismo de los videojuegos. En este campo de aplicación, una gran pantalla táctil se superpone preferentemente a la superficie de detección de las piezas.

10 Los módulos de localización se colocan ventajosamente en las bases de las figuritas utilizadas en el juego, garantizando de este modo la detección de la posición de las figuras en el juego.

15 La pantalla táctil puede mostrar la pista de juego en la que evolucionarán las figuritas, ofreciendo de este modo un soporte visual dinámico. Típicamente, la pantalla muestra el entorno animado y realista en el que se encuentran las figuritas inmersas (pasillos en una nave espacial para un juego de ciencia ficción, áreas geográficas para un juego de tipo «risk», un tablero de ajedrez si las figuritas son piezas de ajedrez, etc.).

Durante el lanzamiento del juego, el sistema propone una asignación de función a los elementos móviles a fin de permitir que el programa relacione el identificador de uno o varios módulos de detección con la figurita representada por este elemento móvil. Esto se puede efectuar mostrando un menú específico de selección de papel en la pantalla cerca de la posición de cada figurita dispuesta en el tablero.

20 Cuando las piezas se registran, es decir, se les asignan sus papeles, se convierten en verdaderas interfaces del juego. El sistema puede verificar entonces constantemente que los movimientos de las figuritas respetan los límites de movimiento impuestos por las reglas de juego teniendo en cuenta su papel en el juego (desplazarse de una caja a otra en un pasillo, por ejemplo, respetar los movimientos apropiados para un juego de ajedrez, etc.). El sistema también puede calcular y mostrar en la pantalla las líneas de visión entre dos figuritas en un juego de combate o
 25 calcular y mostrar automáticamente los posibles errores. También es posible activar animaciones visuales contextuales debajo de una figurita o a partir de una figurita. De este modo, seleccionar un disparo de arma en el menú de una figurita puede mostrar una iluminación específica alrededor del tirador y la visualización de balas trazadoras entre dos figuritas. De forma similar, es posible activar animaciones sonoras contextuales cuando la posición relativa de dos figuritas lo permita. Por ejemplo, cuando se mueve una figurita, el sistema determina la
 30 existencia de una línea de visión con otra figurita, el sistema puede activar una alarma de sonido «objetivo a la vista».

Del mismo modo, es posible mostrar menús contextuales dependiendo de la posición de las figuritas (se muestra un menú de cálculo de resultado de un combate cuerpo a cuerpo si dos figuritas enemigas están a una distancia mínima), ofrecer ayuda automática en línea cuando un jugador efectúe un movimiento prohibido con su figurita y
 35 modificar la visualización en la pantalla cuando los jugadores efectúen rotaciones con las figuras.

Además, pueden asociarse características específicas (color, función de goma o grosor de trazo para un elemento móvil que representa un lápiz) con los diferentes elementos móviles. Pueden transmitirse por los módulos de localización (directamente o en función de los valores de tiempo de temporización asociados) como se describió anteriormente. La selección de una función o de un color se puede visualizar en el objeto que comprende el módulo
 40 de localización en cuestión por la visualización de LED (siglas de *Light-Emitting Diode* en la terminología anglosajona) dedicada, por ejemplo.

Para el mismo elemento móvil, además es posible cambiar sus características modificando uno de estos parámetros en la acción del usuario (un anillo, una rueda codificadora o un interruptor en el bolígrafo, por ejemplo). En base a estas intervenciones mecánicas, un microcontrolador presente en el módulo de localización puede modificar el valor
 45 de temporización asociado o transmitir los datos, particularmente en forma de un tren binario, lo que indica que se ha seleccionado una nueva función.

Otras aplicaciones particulares de la invención se refieren al control de objetos autónomos tales como coches, barcos, helicópteros y aviones. De este modo, por ejemplo, para una carrera de coches, la invención puede proporcionar asistencia de conducción para un coche controlado por un jugador y controlar otros vehículos
 50 conducidos por el sistema. Si los vehículos están dotados con dos módulos de localización, es posible suavizar las trayectorias calculadas.

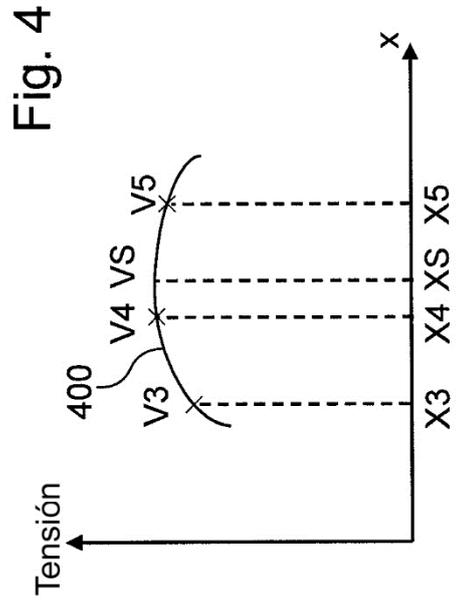
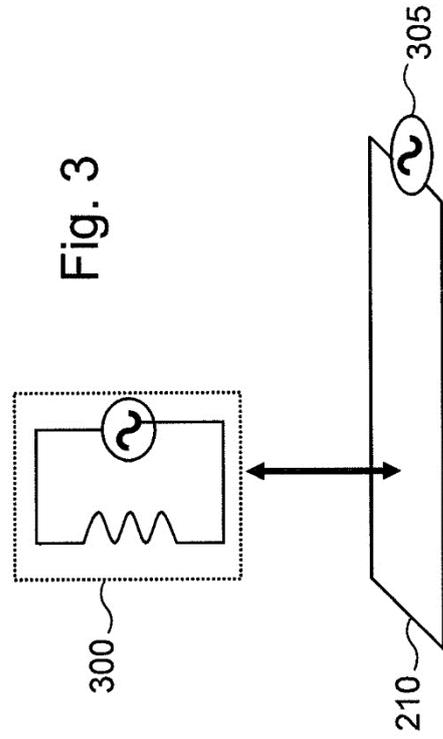
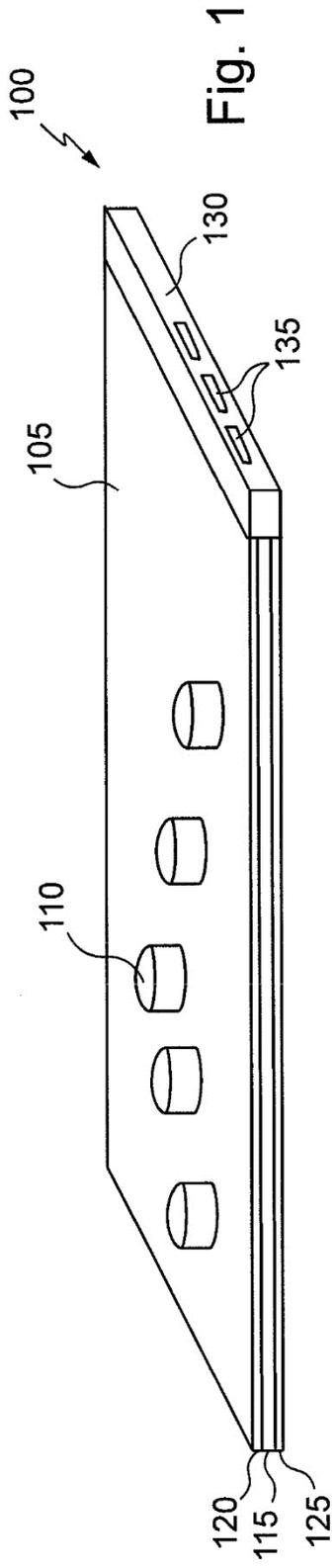
Del mismo modo, para una aplicación de pilotaje de helicóptero, la invención puede proporcionar una ayuda al pilotaje, particularmente durante las fases de despegue y aterrizaje, beneficiándose de una simplificación de la electrónica integrada en el helicóptero (el giroscopio utilizado habitualmente se vuelve inútil por ejemplo). Si el
 55 volante móvil está equipado con tres módulos de localización, el servo-control puede realizarse en tres dimensiones, disponiendo el sistema de procesamiento central en tiempo real de seis grados de libertad (abscisa, ordenada, altitud, cabeceo, balanceo y rumbo).

Naturalmente, para satisfacer necesidades específicas, un experto en el campo de la invención podrá aplicar modificaciones en la descripción precedente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para interconectar en tiempo real una pluralidad de elementos móviles (110, 110') con un sistema informático, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas,
- 5 - transmisión (1015, 1114, 1305) de una señal de activación a al menos un módulo de localización (700, 700-1, 700-2) integrado en al menos un elemento móvil de dicha pluralidad de elementos móviles;
- activación secuencial de dicho al menos un módulo de localización, comprendiendo dicha activación una etapa de conmutación para accionar, en respuesta a la recepción de dicha señal de activación, un elemento radiante de dicho al menos un módulo de localización;
- 10 - recepción de al menos una señal de dicho al menos un módulo de localización activado, por medio de una superficie de detección (115) que comprende una malla de línea de tipo fila/columna de captura electromagnética;
- medición de tensiones inducidas en la malla del tipo fila/columna de la superficie de detección;
- cálculo (1020, 1116), a partir de las tensiones inducidas medidas, de al menos una información de posición de dicho elemento móvil que comprende dicho al menos un módulo de localización activado,
- 15 un único módulo de localización que se puede activar en un instante dado,
- caracterizado por que
- dicha señal de activación es una señal de activación común para controlar conjuntamente la activación de una pluralidad de módulos de localización; y
- el procedimiento comprende además una etapa de cálculo de un valor de temporización para cada módulo de localización de dicha pluralidad de módulos de localización, representando dicho valor de temporización un intervalo de tiempo entre la recepción de una señal de activación y la activación del módulo de localización.
- 20
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada valor de temporización se determina de acuerdo con un dato de identificación del módulo de localización.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada valor de temporización se determina de forma
- 25 dinámica.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada valor de temporización se determina de acuerdo con un algoritmo de acceso múltiple por división de tiempo que permite asociar un módulo de localización con un intervalo de tiempo.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 que comprende además las etapas siguientes,
- 30 - señalización de al menos un intervalo de tiempo no asignado a un módulo de localización y
- selección de un intervalo de tiempo no asignado por al menos un módulo de localización no asociado con un intervalo de tiempo.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además una etapa de señalización de la asignación de un intervalo de tiempo a un módulo de localización.
- 35
7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, que comprende además una etapa de liberación de un intervalo de tiempo asignado a un módulo de localización, quedando sin asignar el intervalo de tiempo liberado.
8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha señal de activación común se induce a partir de una señal existente independientemente de dicho procedimiento.
- 40
9. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además una etapa de cálculo de al menos una información de orientación de dicho elemento móvil, comprendiendo dicho elemento móvil al menos dos módulos de localización.
10. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además una etapa de transmisión de al menos un dato de dicho al menos un módulo de localización a dicho sistema informático.
- 45
11. Procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además una etapa de control de validez (1010, 1112) de dicho al menos un módulo de localización, efectuándose dicha etapa de activación secuencial de dicho al menos un módulo de localización en respuesta a dicha etapa de control de validez.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 que comprende además una etapa de asignación (1138, 1140) de un estado de validez o invalidez a dicho al menos un módulo de localización, estando determinado dicho estado de validez o invalidez de acuerdo con dicho al menos una información de posición.
- 5 13. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha etapa de recepción de al menos una señal comprende una etapa de selección secuencial de una pluralidad de receptores, recibándose dicha al menos una señal desde al menos un receptor seleccionado en la dicha pluralidad de receptores.
- 10 14. Elemento móvil (100, 110') para un dispositivo para interconectar una pluralidad de elementos móviles con un sistema informático, estando dicho elemento móvil caracterizado por que comprende al menos un módulo de localización (700, 700-1, 700-2), comprendiendo dicho módulo de localización los siguientes medios,
- medios (730) para emitir una señal que permita calcular la posición de dicho módulo de localización;
 - medios (720, 725) para generar una señal de accionamiento de dichos medios para emitir una señal;
 - medios (715) de conmutación para controlar la transmisión de dicha señal de accionamiento a dichos medios para emitir una señal; y,
- 15 - medios (710) para recibir una señal de activación y, de acuerdo con al menos una información de dicha señal de activación, activar dichos medios de conmutación para permitir la emisión de una señal que permita calcular la posición de dicho módulo de localización,
- dichos medios para recibir una señal de activación que comprende medios para calcular un valor de temporización, representando dicho valor de temporización un intervalo de tiempo entre la recepción de una señal de activación y la
- 20 activación de dichos medios de conmutación.
15. Elemento móvil de acuerdo con la reivindicación 14, comprendiendo dicho al menos un módulo de localización al menos un solenoide, accionable por inducción, para cargar componentes eléctricamente de dicho al menos un módulo de localización.
- 25 16. Dispositivo para interconectar una pluralidad de elementos móviles (110, 110') con un sistema informático, comprendiendo el dispositivo una superficie de detección (115) que comprende una malla de tipo de línea/columna de captura electromagnética y medios adaptados a la implementación de cada una de las etapas del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.



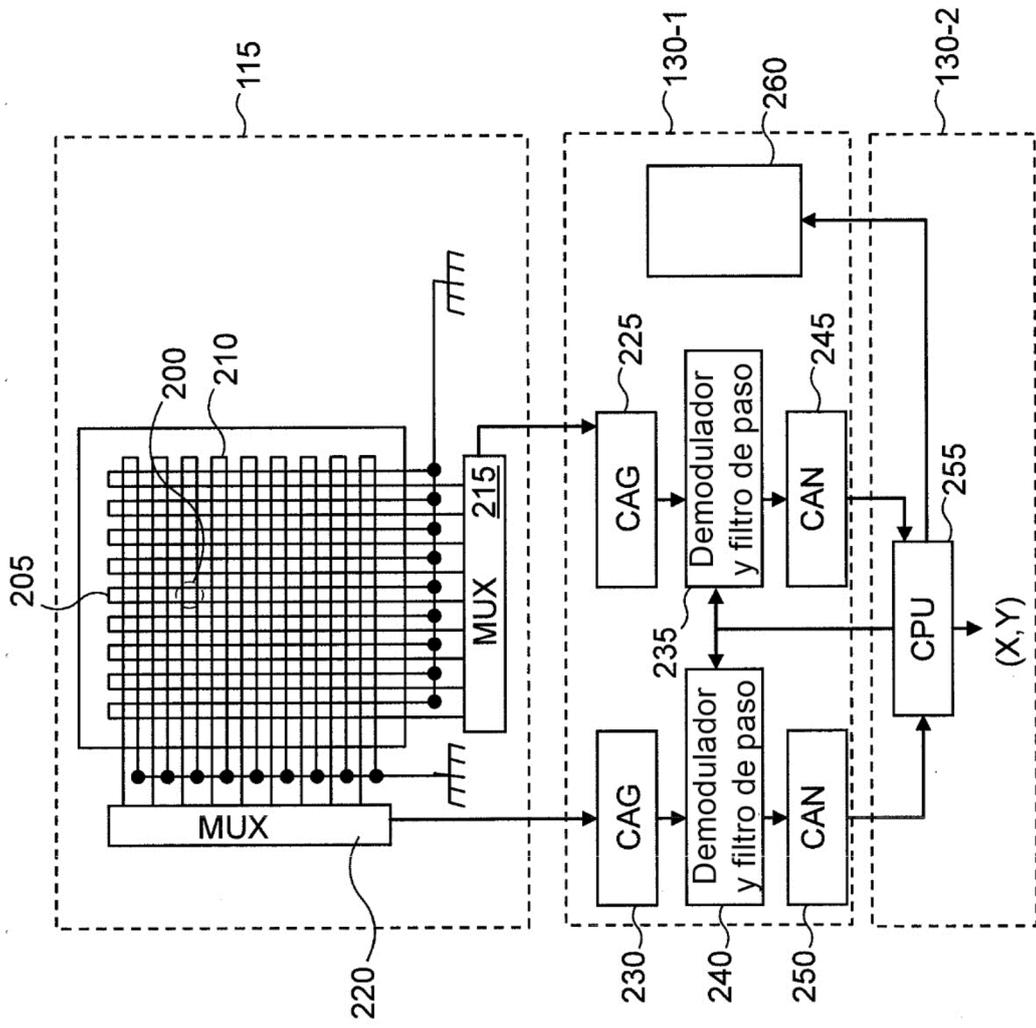


Fig. 2

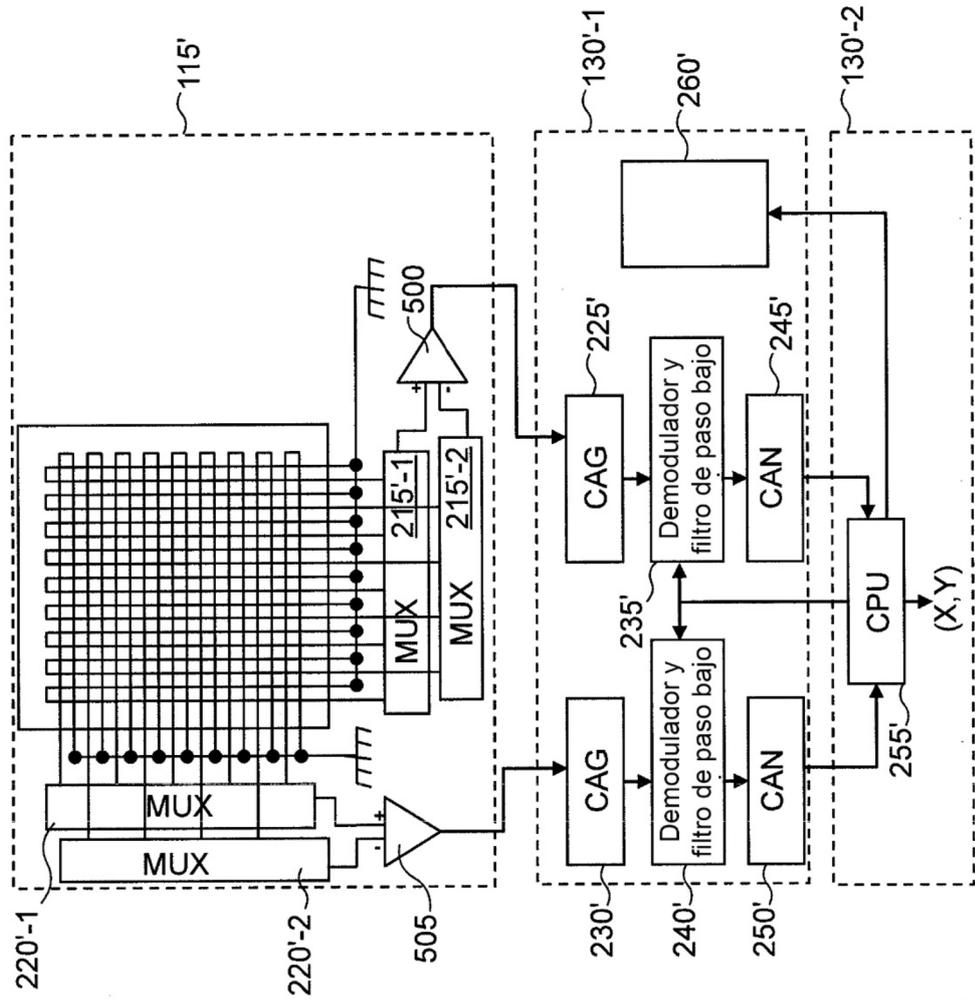


Fig. 5

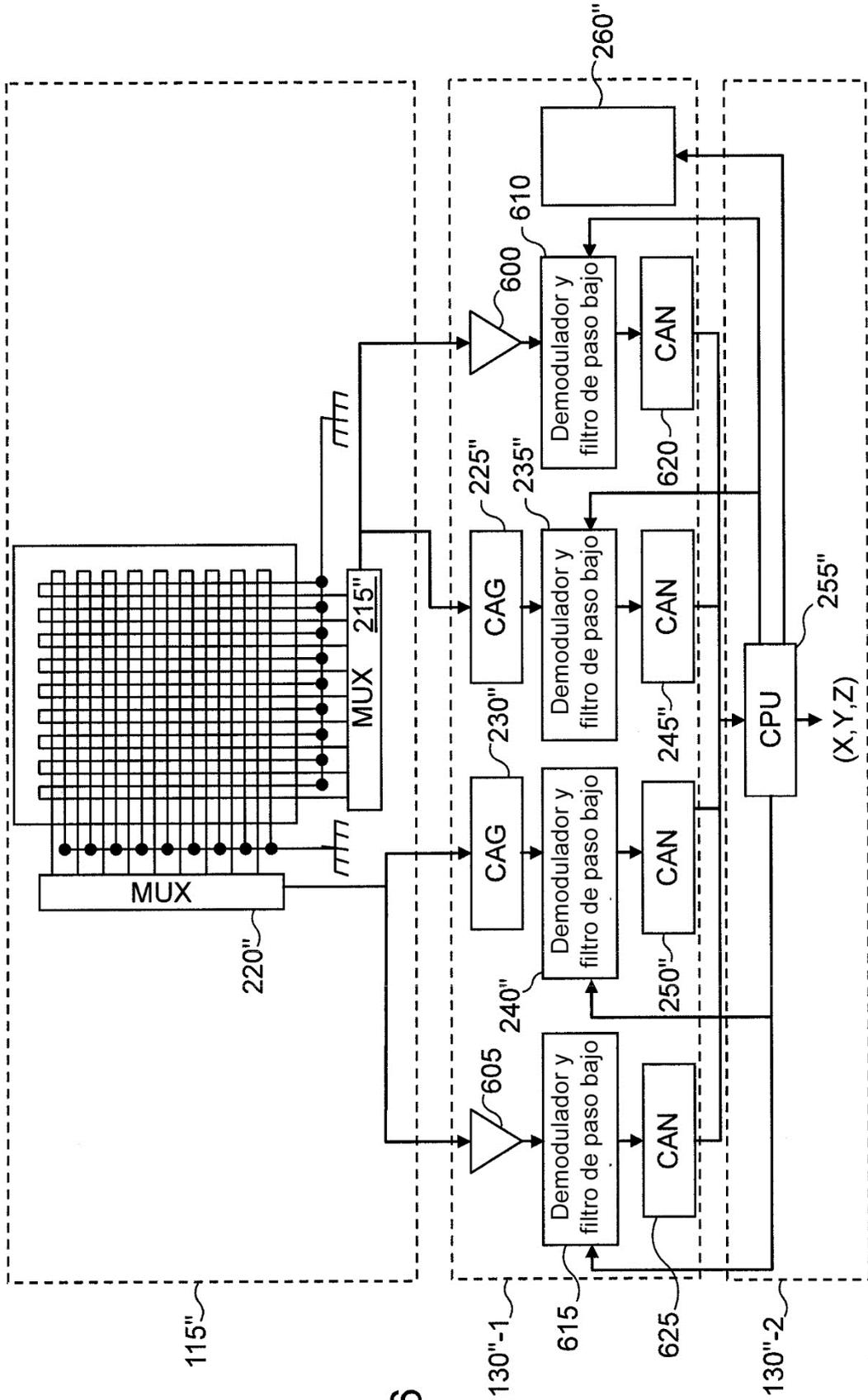


Fig. 6

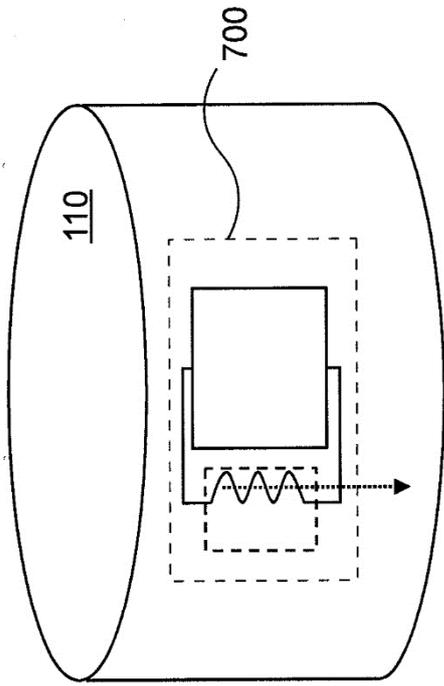


Fig. 9a

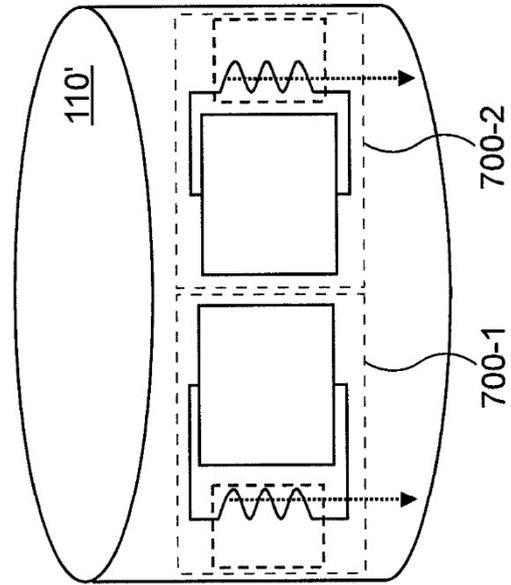


Fig. 9b

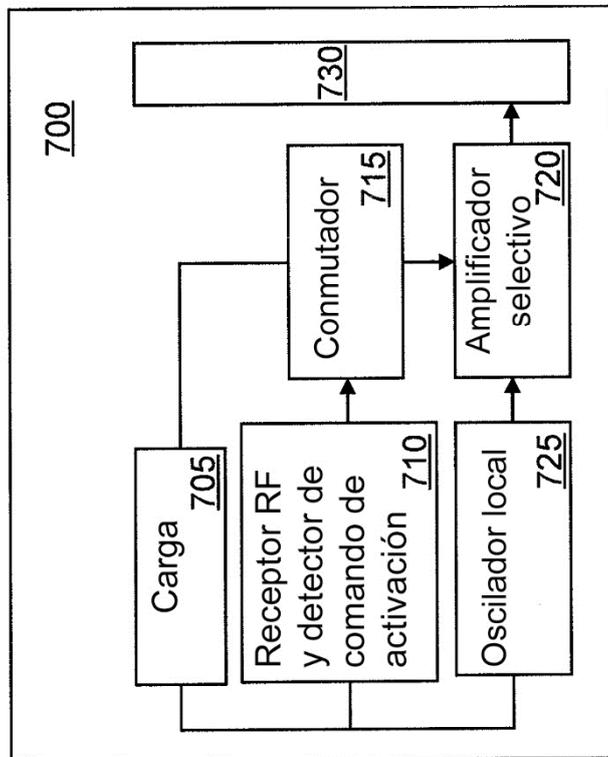


Fig. 7

Fig. 8

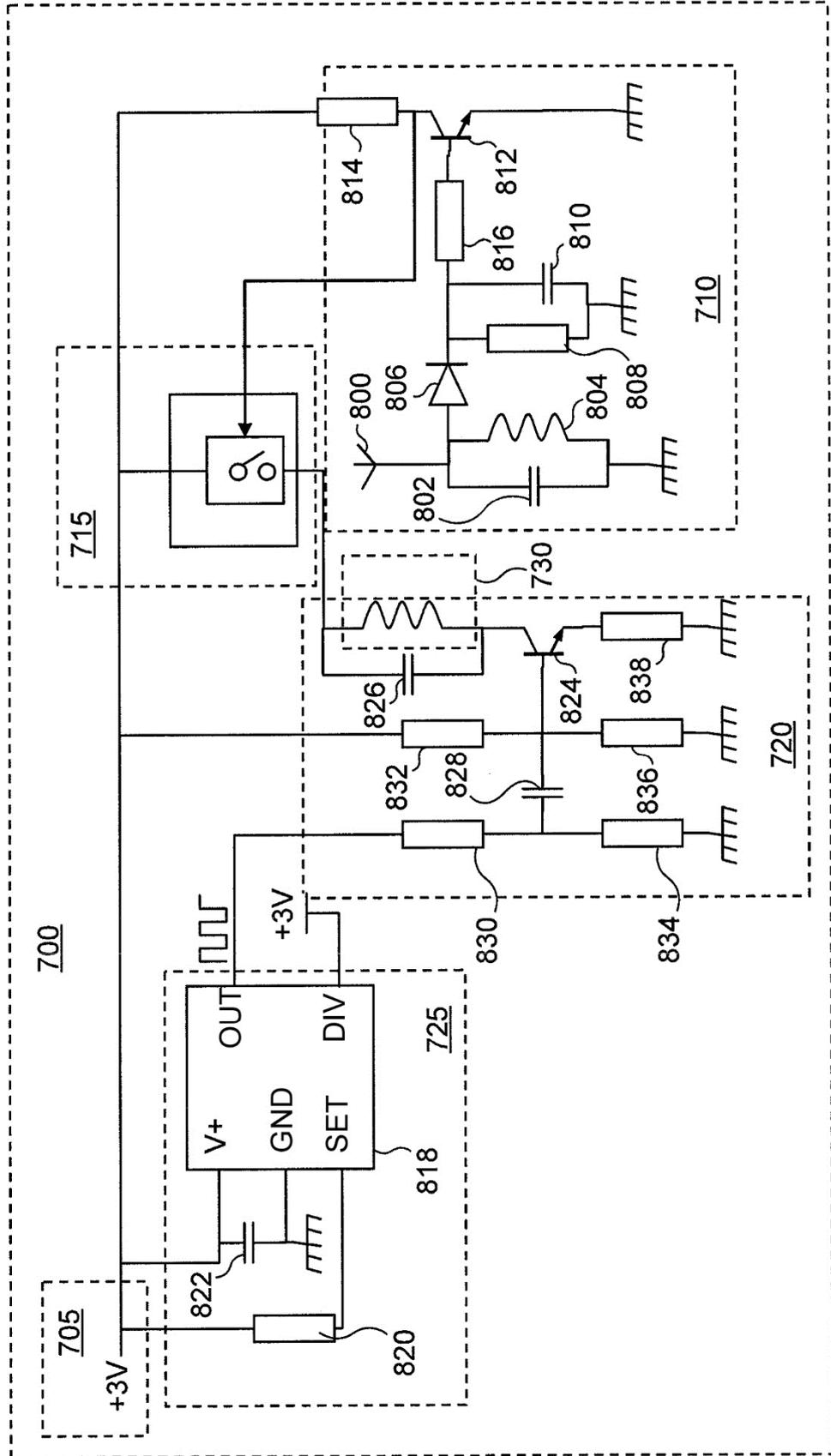


Fig. 10

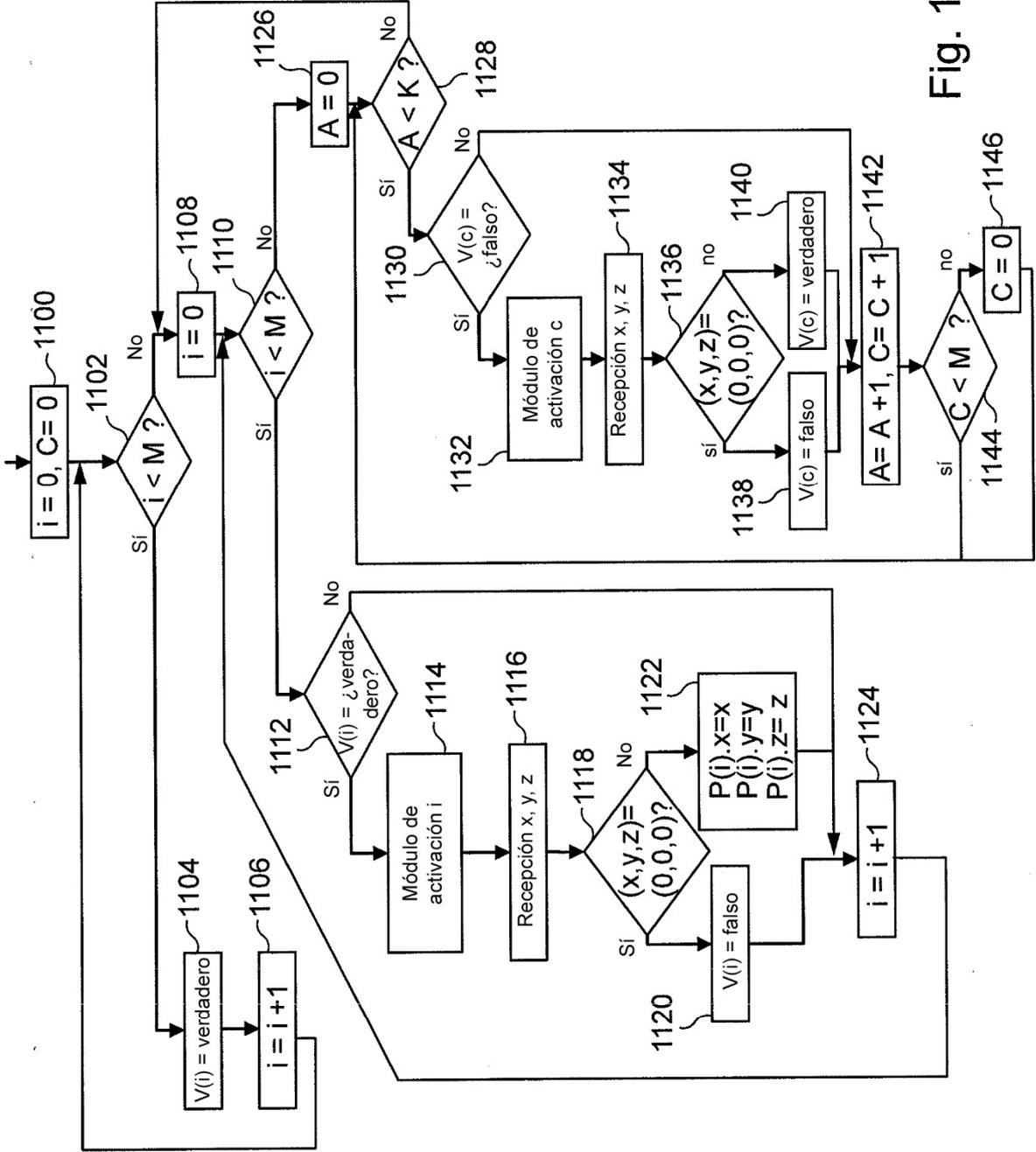
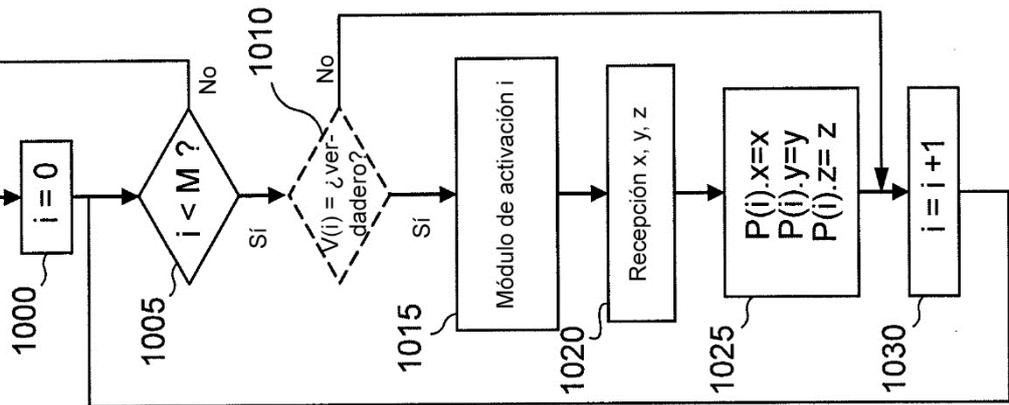


Fig. 11

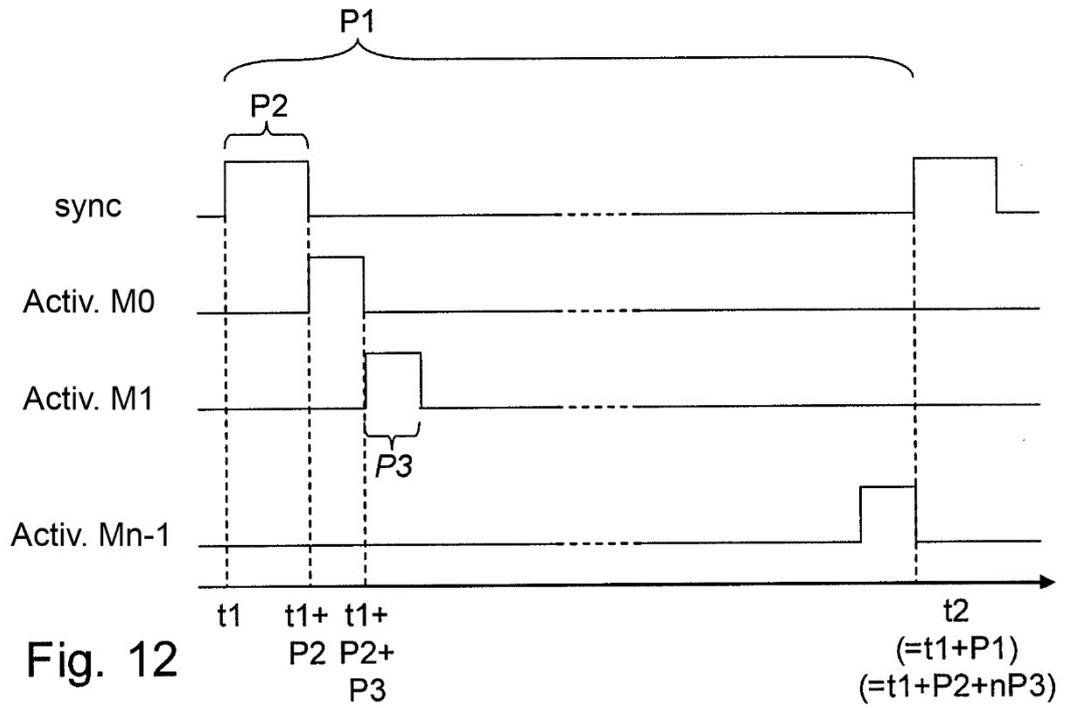


Fig. 12

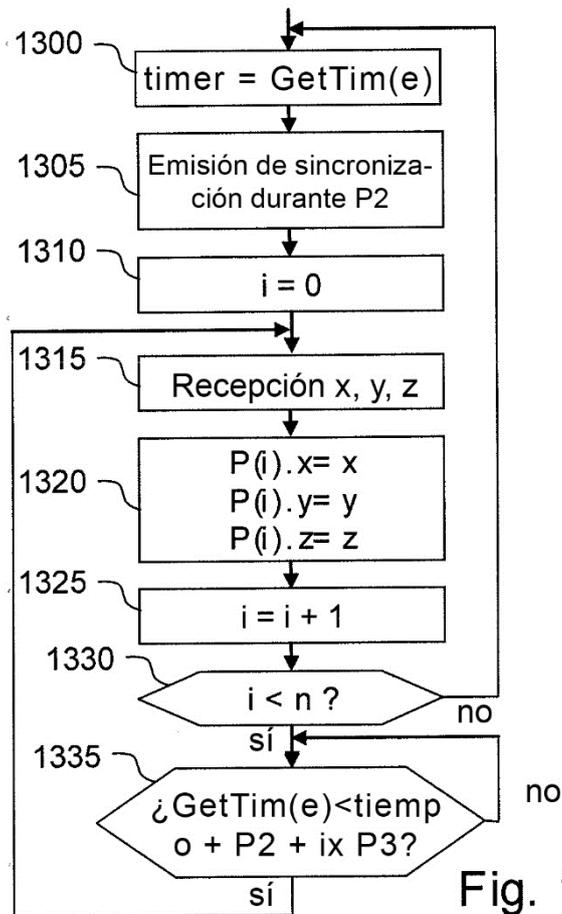


Fig. 13a

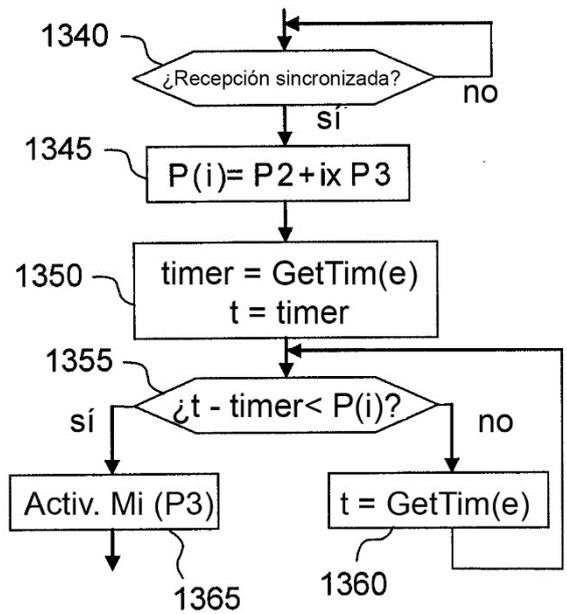


Fig. 13b

