



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 340 803**

(51) Int. Cl.:
H03K 17/955 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06818321 .9**

(96) Fecha de presentación : **30.10.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1943734**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

(54) Título: **Circuito que permite detectar la presencia, posición y/o aproximación de un objeto mediante un montaje compuesto al menos por un electrodo.**

(30) Prioridad: **28.10.2005 DE 10 2005 051 834**
06.06.2006 DE 10 2006 026 192

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2010

(73) Titular/es: **Ident Technology AG.**
Argelsrieder Feld 5
82234 Wessling, DE

(72) Inventor/es: **Fasshauer, Peter**

(74) Agente: **Temño Cenicerros, Ignacio**

ES 2 340 803 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

Circuito que permite detectar la presencia, posición y/o aproximación de un objeto mediante un montaje compuesto al menos por un electrodo.

El invento consiste en un circuito conforme al esquema general de la reivindicación 1. Dicho circuito sirve para hacer posible la detección de la presencia, posición y/o aproximación de un objeto, particularmente una parte del cuerpo humano, dentro de un determinado rango de observación.

Se conoce un montaje de circuitos similar en virtud de la patente US 3,103,655. Asimismo son conocidos algunos sistemas de detección por proximidad o contacto, en los cuales la detección se lleva a cabo mediante efectos de interacción de cargas electrostáticas. El principio de funcionamiento consiste en una propiedad eléctrica del cuerpo humano, el cual es capaz, mediante sus características conductoras, de alterar el campo eléctrico procedente de un electrodo al cual se ha aplicado un voltaje con referencia precisa a una conexión de tierra. La descripción cuantitativa de este efecto se lleva a cabo mediante medidas de capacidad, puesto que el cuerpo humano en virtud de sus propiedades conductoras emite un campo constituyendo una capacidad de aproximadamente 120 pF a 150 pF con respecto a tierra. Por lo tanto, el cuerpo, al aproximarse o tocar un electrodo de señales, genera una variación en la capacidad de éste. La capacidad del electrodo de señales resulta detectable a través de un cambio de la frecuencia en los circuitos de detección convencionales. Midiendo los cambios en la frecuencia sabremos si hay algo que se aproxima.

Pero hay un problema en particular para determinadas aplicaciones: la sensibilidad y la resistencia a parásitos. Cuando se trata de detectar cuerpos pequeños, como por ejemplo un dedo de la mano, las variaciones de capacidad suelen ser minúsculas, del orden de 0,01 a 0,1 pF, y su registro en ocasiones problemático. La sensibilidad teórica depende de los cambios relativos de capacidad en relación con la capacidad de base de un circuito oscilante que a tal fin debería ser lo más pequeño posible, pero en tal caso las altas frecuencias del oscilador entrarían en conflicto con la normativa EMV, haciendo al dispositivo además extremadamente sensible a los parásitos eléctricos procedentes del exterior.

El invento que nos ocupa se ha propuesto lograr un circuito que permita hacer posible de manera precisa y al mismo tiempo segura -en relación con otras propuestas anteriores dirigidas al mismo fin- la detección de un objeto, en particular cuerpos de seres vivos, mediante un sensor a base de electrodos.

Esta tarea se logra mediante un circuito eléctrico que posea las características expuestas en la reivindicación 1.

Dicho circuito hace posible detectar con exactitud y fiabilidad muy elevadas la aproximación de un objeto al sensor de electrodos.

Dicho circuito en su configuración inicial está diseñado para detectar la aproximación de un objeto al sensor de electrodos en virtud de una variación en la frecuencia de resonancia. La mencionada variación en el comportamiento de resonancia, en el invento que nos ocupa, consiste en el cambio de fase de una señal de referencia generada por el circuito LC con respecto a una señal de referencia procedente del generador. La señal procedente del generador puede consistir en la propia tensión eléctrica del generador o bien una señal activada mediante disparador.

El invento permite la implementación de un sistema de detección posicional a través del cual se puede obtener información de proximidad o distancia de los objetos.

La variación de propiedades eléctricas en el entorno de los electrodos hace cambiar el comportamiento de resonancia recíproco de los dos circuitos LC. Esta alteración puede ser analizada midiendo el desplazamiento de fase de las señales respectivas.

Se puede hacer que varíe la frecuencia de excitación. La variación de la frecuencia excitadora puede llevarse a cabo en función de la fase. La magnitud del cambio en la frecuencia de excitación sería entonces un parámetro indicativo a la hora de cuantificar la señal generada por la presencia del objeto.

Otra de las características del invento que nos ocupa consiste en que hace posible compensar de manera definida las variaciones sistemáticas en la capacidad de un sistema de condensadores constituido mediante la inclusión de los electrodos. Estas variaciones sistemáticas pueden aparecer, por ejemplo, cuando el sensor de electrodos se emplea en combinación con elementos móviles (como elevadores eléctricos, techos solares, cubiertas abatibles, sistemas de asientos ajustables, puertas, trampillas y capós). El objeto de todo ello consistiría en detectar la presencia de miembros orgánicos en zonas críticas para su seguridad. Las variaciones sistemáticas en la capacidad de los sistemas de condensadores a base de electrodos sensores pueden ser tenidas en cuenta procesando en aquellos los fenómenos de compensación que tienen lugar en el circuito oscilante del cual forma parte el electrodo sensor. Estos cambios compensatorios pueden procesarse de modo particular a través de elementos de circuito provistos de diodos varicap y/o giradores. Una disposición de estas características hace posible el manejo del sistema también en condiciones de variación de la capacidad del sistema de condensadores que incluye el electrodo detector dentro de un rango de frecuencia de resonancia en paralelo, con lo cual se podrían detectar sucesos permaneciendo constante la frecuencia en virtud de efectos de desplazamiento de fase en las señales.

Una de las ventajas del invento consiste en que el empleo de los circuitos compensatorios mencionados con anterioridad (p. Ej. Varicap y giradores) haría posible el funcionamiento del sistema dentro de un rango ventajoso de frecuencias. Como suceso detectable podemos tomar la magnitud del ajuste en el montaje de varactores o giradores. En particular puede constatarse la existencia de un suceso detectable cuando la necesidad de ajuste del sistema compensatorio exhiba una dinámica diferente a la que generaría un acontecimiento puntual e instantáneo. Un suceso perturbador o la aproximación de un objeto puede detectarse cuando la señal indicadora de la necesidad de ajuste corrector en el sistema de compensación difiera en una magnitud determinada (variable mediante función) de la señal indicadora de ajuste en el sistema compensatorio que corresponda a un funcionamiento normal.

Las necesidades de ajuste en el sistema de compensación hacen posible detectar la proximidad de un objeto al montaje de electrodos. El circuito puede estar realizado de tal modo que su montaje LC funcione siempre en paralelo resonante o bien con un determinado desplazamiento de fase entre el suceso excitador y la frecuencia de resonancia, llevándose a cabo por el lado del circuito resonante un ajuste corrector para mantener el desplazamiento de fase (o para la creación de un determinado estado de desplazamiento de fase). Las necesidades de ajuste corrector pueden tomarse como criterio de análisis para determinar un estado momentáneo de aproximación.

De modo ventajoso se puede lograr un ajuste posterior de la frecuencia del generador con la finalidad de adaptarla a capacidades eléctricas en variación, como las asociadas a objetos móviles tipo ventanillas o techos deslizantes de vehículos. La adaptación dinámica de la línea característica del sensor al movimiento, a la par que se mantiene la pendiente de fase del sensor, presenta la ventaja de que durante un suceso de movimiento o actuación de un objeto se mantiene sin cambio la sensibilidad de detección del sistema.

De modo preferente se podría lograr un incremento del factor de calidad del circuito oscilante que determina la sensibilidad del sensor mediante realimentación en la misma fase a través de una capacitancia en el circuito oscilante, quedando suprimida la amortiguación del mismo y viéndose por el mismo motivo incrementada la calidad y/o sensibilidad del sensor.

La realimentación en fase también tiene lugar automáticamente mediante la utilización de apantallamiento (shield) del electrodo conectado al circuito de resonancia en relación con un potencial de referencia como p. Ej. Tierra o bien el chasis del vehículo, toda vez que el apantallamiento esté acoplado en la misma fase. Como resultado de un acoplamiento capacitivo entre el electrodo y el apantallamiento tiene lugar un efecto de realimentación que con un dimensionamiento adecuado del montaje de circuitos produce una desamortiguación del circuito resonante de la cual se deriva, con consecuencias ventajosas en el caso que nos ocupa, un incremento en la sensibilidad de los elementos detectores.

De acuerdo con el invento la bobina inductiva sería reemplazada por un girador, elemento capaz de transformar capacitancias en inductancias.

Resulta posible disponer los circuitos objeto de descripción en el presente invento, a los efectos de mejorar el funcionamiento del circuito LC, en proximidad inmediata a la zona que interesa observar mediante el electrodo sensor, de modo que ello evitaría el tendido de una línea apantallada larga entre el electrodo y el circuito oscilante acoplado, con el consiguiente ahorro de material.

Como criterio de detección se podría entonces exportar únicamente la información relativa a la frecuencia con la que funciona el sistema, así como la capacidad y/o la inducción existente en el circuito LC ajustado en el instante dado a la frecuencia de resonancia en paralelo. Las desviaciones en el comportamiento dinámico de ajuste con respecto a una dinámica de ajuste motivada por un fenómeno anómalo pueden ser interpretadas en términos de un acontecimiento detectable, y la cuantificación de la diferencia como medida de la aproximación efectiva.

El gobierno de la señal se puede llevar a cabo adaptando la frecuencia del generador y/o adaptando los parámetros del circuito resonante. Preferiblemente las variaciones deberían ajustarse de tal manera que queden compensadas las variaciones sistemáticas, es decir, aquellas resultantes de un funcionamiento normal del circuito.

Para ampliar detalles y características del invento se presenta la siguiente descripción acompañada de un número de diagramas. Todo lo cual incluye:

Fig. 1a Esquema de circuito para explicar la estructura general de un sistema de sensores de proximidad capacitivos.

Fig. 1b Esquema de circuito para explicar la interacción eléctrica del sistema conforme a la figura 1 en cuanto un objeto hace acto de presencia en la zona vigilada.

Fig. 2a Esquema de circuitos para explicar la estructura general de un sistema de detección a base de sensores capacitivos con un montaje de circuito resonante acoplado con el electrodo sensor.

Fig. 2b Sistema de sensores con feedback para aumentar la sensibilidad.

Fig. 3 Sistema de sensores con feedback resultante de un control por fase a través de la malla de apantallamiento del electrodo.

Fig. 4 Diagrama representativo de variaciones de fase como resultado de variaciones capacitivas.

Fig. 5 Diagrama de bloques explicativo de la conexión del circuito base descrito en la figura 2a con una unidad de análisis;

Fig. 6 Montaje de electrodos para detectar coordenadas X e Y dependiendo de la fase.

Fig. 7 Diagrama que permite apreciar la relación lineal entre fase y coordenada posicional x.

Fig. 8 Montaje de electrodos en rejilla para mejorar la precisión en el cálculo posicional dentro de superficies grandes.

Fig. 9 Diagrama de bloques explicativo de un sistema de detección multicanal, en el que la determinación de la proximidad de un objeto se lleva a cabo mediante un número de electrodos a través de una determinación sucesiva de los estados de fase en el circuito LC con respecto a la señal procedente de un generador.

Fig. 10 Esquema que permite apreciar las posibilidades de aplicación de un montaje de circuitos elaborado conforme a nuestro invento en el elevavolts eléctrico de un automóvil con el fin de compensar variaciones de capacidad en un sistema de sensores basado en circuito oscilante dotado de un electrodo sensor (línea de puntos) originadas por el funcionamiento normal del dispositivo, es decir, como cuando se activa el cierre de la ventanilla.

Un concepto para la detección de objetos en proximidad a un electrodo sensor consiste en conectar un generador de señal a dicho electrodo mediante un condensador C1; el electrodo iría a su vez conectado a una unidad lógica (Véase figura 1a). De este modo se logra como resultado de una capacidad de entrada C2 de la unidad lógica un efecto divisor de tensión por efecto capacitivo, el cual atenuaría la tensión entregada por el generador en la entrada de la unidad electrónica lógica en un factor

$$k = C1 / C1 + C2 \quad (1)$$

tal y como indica la fórmula. Por ejemplo, para C1 = 1 pF y C2 = 10 pF la entrada de la unidad lógica recibe aprox. 9% de la tensión del generador.

En caso de que un cuerpo K se aproxime al electrodo receptor, situación que se representa en la figura 1b, a través de la capacidad de realimentación Ck y la capacidad inherente al cuerpo Cg, la capacidad de entrada C2 se vería incrementada a un valor más alto C2* = C1 + Ck, puesto que ha de asumirse en todo momento que Cg » Ck. Por consiguiente el factor divisor de tensión sería:

$$k^* = C1 / C1 + C2 + Ck \quad (2)$$

Para una capacidad de realimentación del cuerpo en torno a digamos Ck = 0,1 pF, el voltaje de recepción variaría aproximadamente en 1%. La sensibilidad del circuito sería relativamente baja.

La sensibilidad aumentaría un número de veces colocando un circuito oscilante a la entrada del módulo electrónico de análisis. Dicho circuito consiste de manera simple en un condensador conectado en paralelo a una inductancia, elementos ambos que conformarían el circuito resonante de la figura 2a. Sintonizando la frecuencia del generador a la de resonancia de dicho circuito se genera por efecto de la resonancia un incremento de tensión a la entrada del módulo de análisis, que incluso puede llegar a superar el voltaje del generador, de manera que este puede ser ajustado a un valor menor que en el caso del montaje descrito en la figura 1.

Una ventaja esencial del montaje descrito por la figura 2a consiste en que la sensibilidad frente a variaciones de capacidad por efecto de un cuerpo que se aproxima sería varias veces mayor que en los procedimientos utilizados hasta la fecha, ya que como resultado de la variación de capacidad el circuito resonante es desplazado de su frecuencia de resonancia, lo cual originaría cambios de amplitud y de fase en relación con la señal transmitida por el generador. Ambos parámetros de señal pueden utilizarse como indicativos de la aproximación de un objeto. Lo más ventajoso sin embargo consiste en servirse de los desplazamientos de fase, ya que eso permite prescindir de cualesquiera variaciones de amplitud que pudieran darse en el generador, alcanzándose además una elevada sensibilidad en relación con las variaciones de capacidad. Además, utilizando la detección por desplazamiento de fase se puede aplicar al circuito de resonancia un voltaje menor, lo cual reduciría la emisión de campos estáticos por el electrodo, mejorando así la compatibilidad electromagnética del dispositivo.

Además el método de desplazamiento de fase resulta para el receptor menos vulnerable a interferencias procedentes del exterior que otro basado en la modulación de amplitud. Otro plus en caso de perturbaciones consiste en que al existir en el procedimiento que nos ocupa un circuito resonante de banda estrecha tiene lugar un efecto de filtrado: ajustando un voltaje de recepción más alto se puede reducir aun más la influencia del parásito. Y finalmente otra

ES 2 340 803 T3

ventaja reside en que la detección de un desplazamiento de fase se puede lograr a través de circuitos digitales muy simples, como más adelante se verá. Por las razones expuestas se prefiere un método basado en el desplazamiento de fase, y a ello se han de referir las explicaciones que siguen.

Al efecto de simplificar la explicación del invento, la estructura que se muestra en la figura 2a comprende una variante básica del circuito oscilante. La teoría dice que para este montaje (p. Ej. En [1]) obtenemos un desplazamiento de fase Φ entre la señal del generador con frecuencia f y la señal recibida de

$$\Phi(f) = \arctan [1/Q (f / f_0) / (f / f_0)^2 - 1] \quad (3)$$

donde Q es el factor de calidad del circuito y f_0 la frecuencia de resonancia.

Para la pendiente de fase en el punto de resonancia resulta entonces:

$$d\Phi / df = - 2Q / f_0 \quad (4)$$

La ecuación 3 pone de manifiesto que en resonancia el desplazamiento de fase es de 90° .

En frecuencias próximas a la de resonancia, y según la ecuación 4, la variación de fase resulta tanto mayor cuanto más alto sea el factor de calidad Q . De esto depende la elevada sensibilidad del sensor. Para una variación relativa de capacidad de $\Delta C/C$ con $C=C_1+C_2$, la variación de fase es:

$$\Delta\phi = (\Delta C / C) Q \quad (5)$$

Según la ecuación 5 la sensibilidad del sensor es proporcional al factor de calidad Q , pudiendo aumentar considerablemente mediante la elección de un valor alto con respecto a los procedimientos conocidos hasta la fecha. Por ejemplo, con $C_1=1$ pF, $C_2=10...11$ pF, $L=10$ mH y $Q=50$, en la figura 4 se nos muestra el cambio en el desplazamiento de fase dependiendo de la frecuencia introducida y la variación de capacidad como parámetros característicos. Para una frecuencia de resonancia de 480 kHz y un aumento de la capacidad de 0,1 pF obtendríamos un desplazamiento de fase de 24° , lo cual correspondería a una variación del 27% con respecto a una fase de referencia de 90° . En el caso del circuito de la figura 1 el mismo cambio nos daría como resultado un valor de aprox. tan solo un 1%.

El factor de calidad que determina la sensibilidad del sensor, y que depende principalmente de la resistencia de pérdida de la bobina, se puede mejorar con una disposición como la descrita en la figura 2b realimentando la tensión aplicada al circuito de resonancia a través de un amplificador operacional y un condensador de realimentación C_R en la misma fase, con lo cual el circuito quedaría desamortiguado y aumentaría la calidad. El mismo efecto se puede lograr empleando apantallamiento (Figura 3) para proteger el electrodo del sensor contra superficies amplias, ya que entre el electrodo y la malla del apantallamiento tiene lugar un acoplamiento capacitivo.

Módulo electrónico de análisis

En lo que sigue se ofrece la descripción detallada de un montaje electrónico que podemos utilizar de modo preferente para analizar el desplazamiento de fase (Figura 5). Un generador de reloj (1) produce ciclos en el rango aproximado de 50 a 100 MHz, posteriormente procesados mediante un divisor de frecuencia en función de un número entero N de modo que el valor resultante corresponda a la frecuencia de resonancia del circuito (3) descrito en la figura 2.

En el ejemplo de la figura 5 el factor de división para una frecuencia de reloj de 50 MHz u una frecuencia de resonancia de 480 kHz es claramente $N = 104$.

La señal de salida de este circuito con el desplazamiento de fase de 90° al que hacíamos referencia en el apartado es llevada a un comparador (4) para acto seguido combinarla con la señal generada por el divisor (2) mediante una función EXOR, lo cual en términos matemáticos equivale a una multiplicación de las dos señales. Mediante esto aparecería en la salida EXOR una señal digital de frecuencia idéntica a la doble frecuencia de resonancia del circuito y una amplitud de impulso directamente proporcional al desplazamiento de fase del circuito sensor (3). Al analizar esta amplitud de impulso por medio de un contador (6) que lleva cuenta de la señal de reloj durante el tiempo que dura el impulso, el resultado del contador refleja el desplazamiento de fase generado por el circuito. El valor numérico entregado por el contador puede ser después cotejado con otro leído en (8) por medio de un comparador (7), con lo cual obtendríamos una señal indicadora que correspondería a un determinado cambio de fase o, lo que es lo mismo, al movimiento de aproximación de un objeto. Otra posibilidad de análisis consiste en hacer pasar la señal de salida de la puerta EXOR a través de un filtro de paso bajo, con el objeto de generar una tensión continua proporcional al desplazamiento de fase, señal que finalmente podría ser analizada por medio de un conversor AD y un microprocesador.

Para compensar derivas prolongadas del generador del reloj o del circuito existe la posibilidad de regular la frecuencia del generador de reloj por medio del valor del contador o la tensión continua obtenida de manera que en estado de reposo siempre existiría un desplazamiento de fase de salida de 90° en el circuito de sensores. La aproximación del objeto sería entonces detectada únicamente como *cambio* del valor del contador, con lo cual resultaría una *función diferenciada* de este análisis.

Ventajas del invento/Aplicaciones

La mayor ventaja del montaje previamente explicado que se muestra en la figura 5 consiste en hacer posible una fabricación de toda la electrónica de análisis por medio de un solo microprocesador conectado a una bobina, seleccionada en función de la frecuencia de resonancia, merced a lo cual se obtendría un sensor de proximidad extremadamente preciso, de dimensiones reducidas y bajo coste.

Una aplicación característica podría consistir en el montaje de este sensor en la manilla de una puerta de automóvil en conexión con una funcionalidad de acceso sin llave, hallándose las capacitancias C1 y C2 integradas en el asa mediante una disposición conveniente de los electrodos. Asimismo el invento que nos ocupa permite realizar sensores para la vigilancia de zonas de peligrosidad como por ejemplo aperturas en ventanillas de coches, puertas, cubiertas, maleteros y capós. Los electrodos pueden estar constituidos en forma de placas o también de filamentos. También pueden revestir la forma de componentes eléctricos con otras funciones (manilla de la puerta).

Los electrodos asimismo podrían servir como interfaces para una transferencia de las señales con otra finalidad. La señal aplicada a los electrodos podría utilizarse, por ejemplo, para ser transferida a través del cuerpo hasta un dispositivo detector que permita evaluar si el ocupante del vehículo se encuentra en una posición marcada por el emplazamiento del detector. De este modo sería posible detectar estados adicionales como por ejemplo si un determinado asiento del vehículo se encuentra ocupado.

La figura 6 muestra el diagrama de un sistema de detección de posiciones con el cual se podría realizar una superficie de entrada de datos de tipo táctil. A tal efecto el estado de aproximación a los electrodos X- e Y- respectivos podría quedar determinado en función de un análisis de los desplazamientos de fase Φ_x e Φ_y para establecer la posición del dedo sobre una superficie táctil en aparatos del hogar, creando de este modo teclados virtuales o activando funciones indicadores en pantallas al estilo de los denominados sistemas gestuales. A tal fin resulta necesario determinar la posición de coordenadas x e y sobre la superficie correspondiente. Para ello y de modo ventajoso se obtiene una diferencia de fase $\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$ y una suma de fases $\Sigma\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ de las dos parejas de electrodos x e y, haciendo posible una determinación de las coordenadas por métodos lineales, como muestra la figura 7 en el ejemplo de cálculo correspondiente a la coordenada x. Primeramente la formación de la diferencia pone de manifiesto la existencia de un proceso no lineal dependiente de x (Figura 7a), que de manera particular origina en la parte central del rango un aplanamiento considerable. Definiendo una nueva función $\Psi = \Sigma\Phi - \Phi_0$ (Fig. 7b) y constituyendo

$$\Delta\Phi / \Psi = \Phi_1 - \Phi_2 / \Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_0 \quad (6)$$

con una constante Φ_0 elegida convenientemente, se obtendrían condiciones de linealidad como las que se representan en la figura 7a, que posteriormente posibilitarían una determinación sencilla de la posición en virtud de la inminente proporcionalidad respecto de las coordenadas.

Al efecto de poder determinar la posición en superficies grandes con un grado de exactitud suficiente se necesitaría mayor número de electrodos dispuestos en rejilla como se indica en la figura 8. El análisis de las correspondientes informaciones de fase facilitadas por los electrodos se llevaría entonces a cabo de modo conveniente por medio de un multiplexor conforme a lo representado en el diagrama de bloques de la figura 9, con el ahorro de costes que supondría la existencia de un solo medidor de fase para todos los electrodos. La determinación de la posición dentro de cada uno de los campos de la cuadrícula se lleva a cabo aplicando el algoritmo descrito con anterioridad.

Es posible variar la frecuencia de generador de manera sincrónica a la medición de cada uno de los electrodos, de modo que a tal fin deberán tenerse en cuenta con anterioridad determinadas capacidades base de los distintos sistemas.

Mediante un ciclo de calibración la frecuencia del generador podría quedar sintonizada en función de los sistemas respectivos que de este modo podrían funcionar en resonancia.

El circuito descrito por la presente invención resultaría idóneo, con ventajas considerables, también para evitar que los viajeros sufran lesiones al quedar atrapada accidentalmente alguna parte de su cuerpo por elementos móviles del vehículo, como por ejemplo ventanillas, puertas, techos solares, capós, etc.

Los electrodos correspondientes podrían hallarse integrados, por ejemplo, en proximidad a los bordes de la zona de riesgo respectiva. Los electrodos podrían ir integrados en piezas funcionales, en particular palancas, bridas o bastidores. La forma de colocarlas podría ser mediante placas o apliques de film o barniz conductor, dispuestos sobre la carrocería sobre un aislamiento adecuado y posteriormente recubiertos de pintura.

ES 2 340 803 T3

En resumen, los circuitos que acabamos de describir para el presente invento permiten obtener un número de ventajas con respecto a los sensores convencionales que se venían utilizando hasta la fecha:

1. Una sensibilidad más elevada en virtud de las variaciones de capacidad por efecto de la aproximación de objetos.
2. Menor sensibilidad a interferencias y parásitos en virtud de mayores amplitudes de recepción y selección a través de circuitos resonantes de banda estrecha.
3. Independencia de las oscilaciones de la amplitud mediante análisis del desplazamiento de fase.
4. Sistema electrónico de análisis muy simple hecho a base de unos pocos componentes.
5. Análisis mediante proceso digital puro con posibilidades de implementación en microprocesador o ASIC.
6. Por tanto: fabricación compacta y económica.

La figura 10 muestra un esquema que permite apreciar las posibilidades de aplicación de un montaje de circuitos, elaborado conforme a nuestro invento, en el elevavolante eléctrico de un automóvil con el fin de compensar variaciones de capacidad en un sistema de sensores basado en circuito oscilante dotado de un electrodo sensor (línea de puntos) originadas por el funcionamiento normal del dispositivo, es decir, como cuando cierra la ventanilla. Resulta posible poner en correlación la dinámica correctora necesaria para mantener una posición de fase determinada entre la señal del generador y la frecuencia del circuito resonante paralelo con las informaciones de velocidad o trayectoria generadas por el mecanismo de activación del elevavolante eléctrico. En el supuesto de que para un ajuste posterior fuera necesario variar la dinámica en grado considerable, ello sería un indicio de que existen para ello causas ajenas al funcionamiento normal del dispositivo, como por ejemplo la aproximación de una mano.

REIVINDICACIONES

5 1. Circuito para detectar la presencia, posición y aproximación de un objeto dentro de una zona de observación, con un dispositivo de electrodos sensores constituyendo parte de un sistema de condensadores cuya capacidad, evaluada en relación con un potencial de referencia, varía en función de la presencia, posición o acercamiento de objetos situados en la zona de observación; un circuito LC que incluya el sistema de condensadores previamente citado; un circuito de análisis acoplado a la instalación de electrodos sensores; un generador cuya misión consiste en proporcionar al sistema constituido por el circuito LC y el montaje de electrodos detectores una frecuencia en el rango de la frecuencia de resonancia del circuito LC, donde el circuito de análisis está diseñado para detectar la aproximación de un objeto al sensor de electrodos en virtud de una variación en la frecuencia de resonancia, y donde la mencionada variación en el comportamiento de resonancia consiste en el cambio de fase de una señal de referencia generada por el circuito LC con respecto a una señal de referencia procedente del generador, **caracterizados** porque la tensión aplicada al circuito LC es realimentada en fase a través de un amplificador operacional (AmpOp) y un condensador de feedback (C_R), con lo cual el circuito LC quedaría desamortiguado aumentando la calidad, y donde la inducción (L) del circuito LC está conformada mediante un girador.

2. Circuito conforme a la reivindicación 1, **caracterizado** porque la frecuencia de generador varía dependiendo del desplazamiento de fase.

20 3. Circuito conforme a la reivindicación 2, **caracterizado** porque las necesidades de variación de la frecuencia del generador son evaluadas en términos de una señal indicativa de la presencia de objetos.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Sensor capacitivo

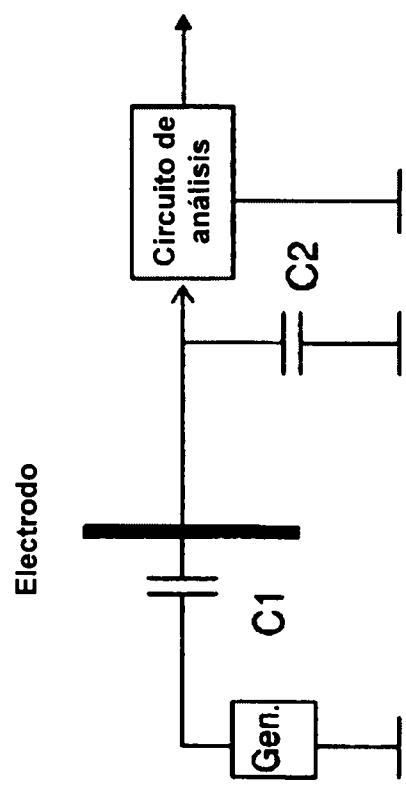


Fig.1a

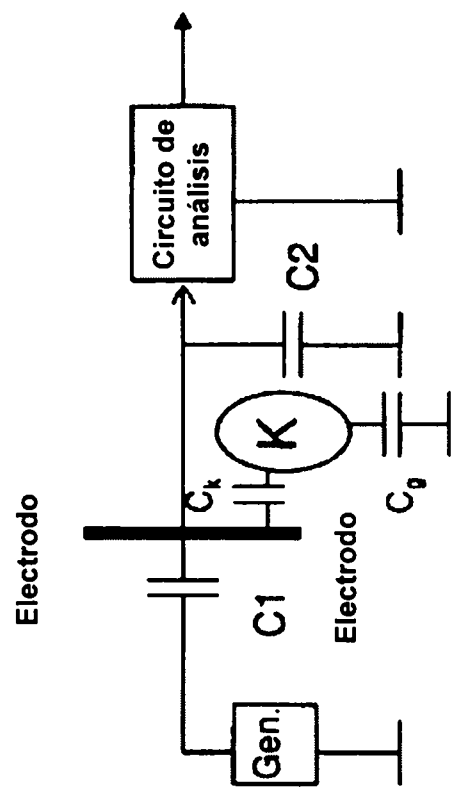


Fig.1b

Sensor capacitivo

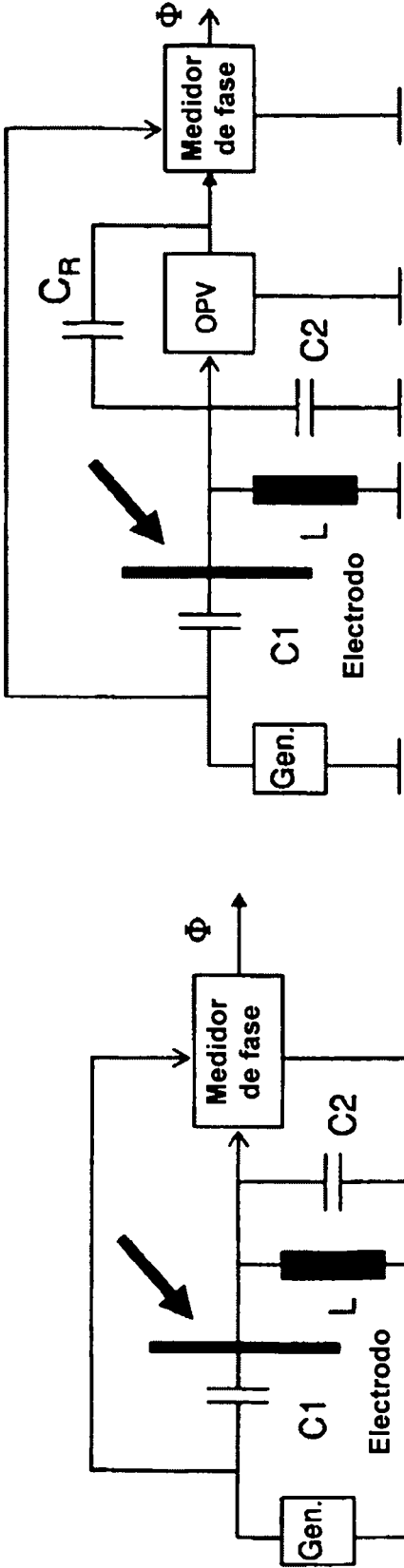


Fig.2a

Fig. 2b

Sensor capacitivo con apantallamiento

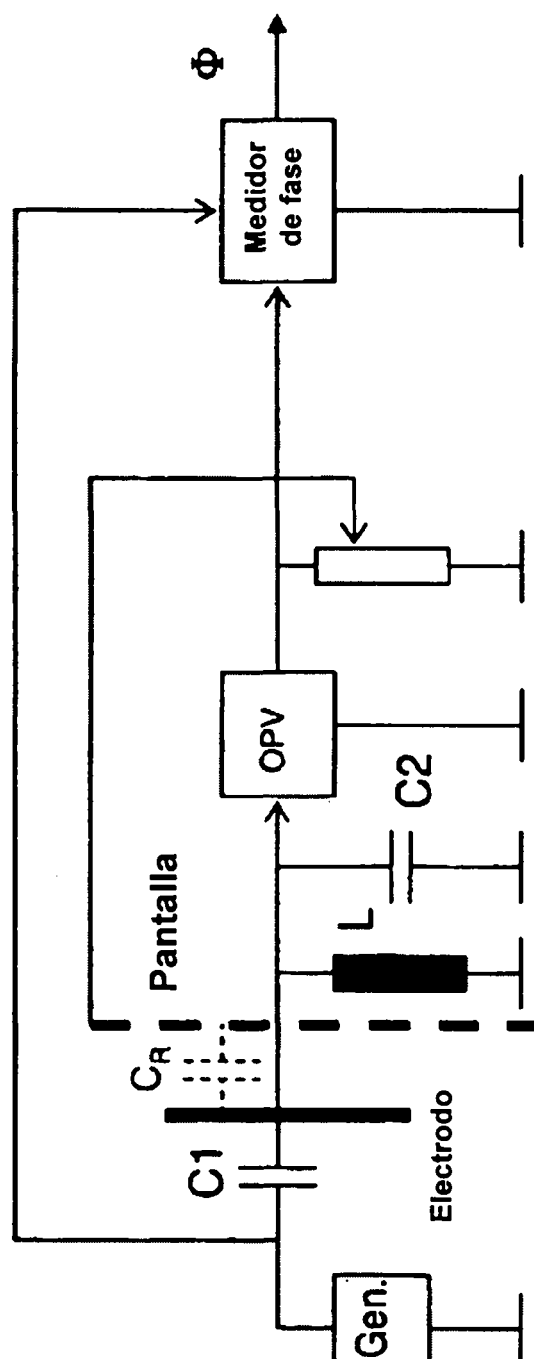


Fig.3

Desplazamiento de fase en función de variaciones capacitivas

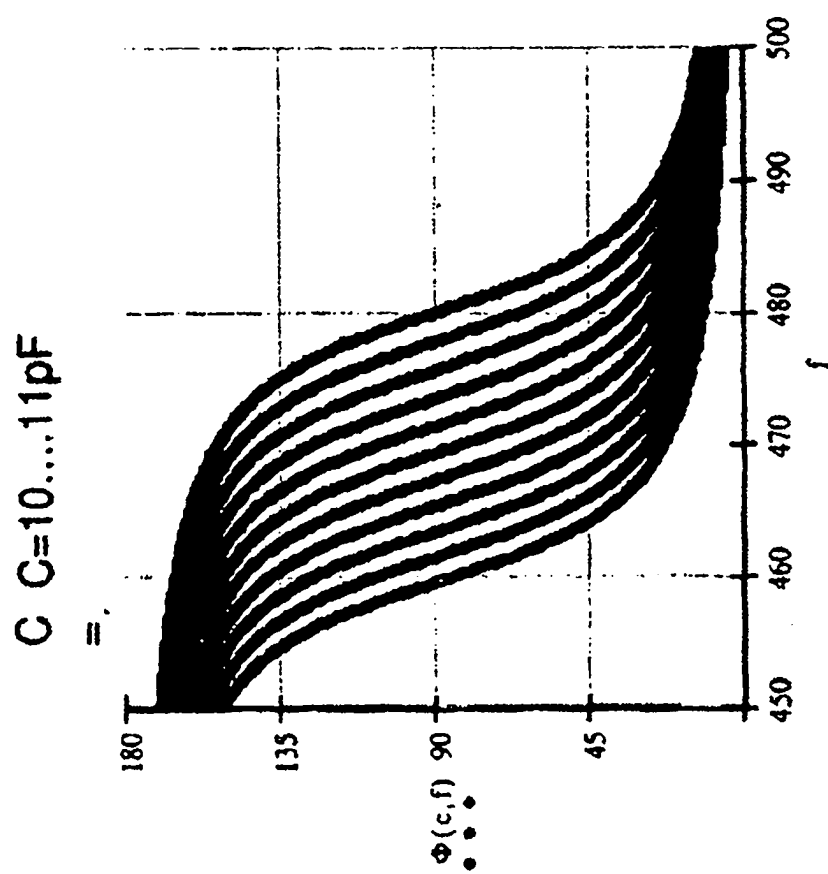


Fig.4

Electrónica de análisis para el sensor capacitivo con procesamiento de fase

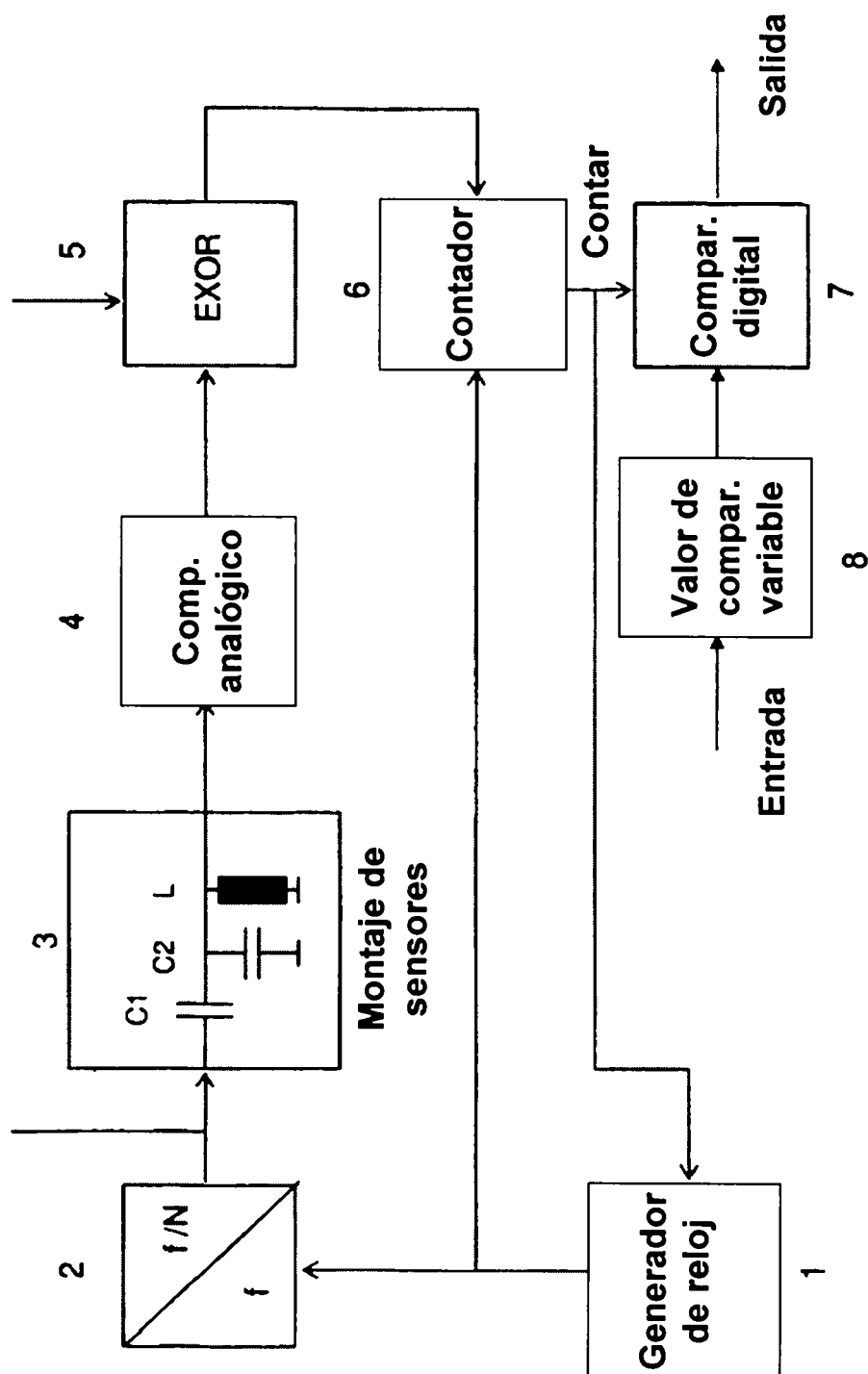


Fig.5

Montaje para determinar la posición en un área mediante desplazamiento de fase

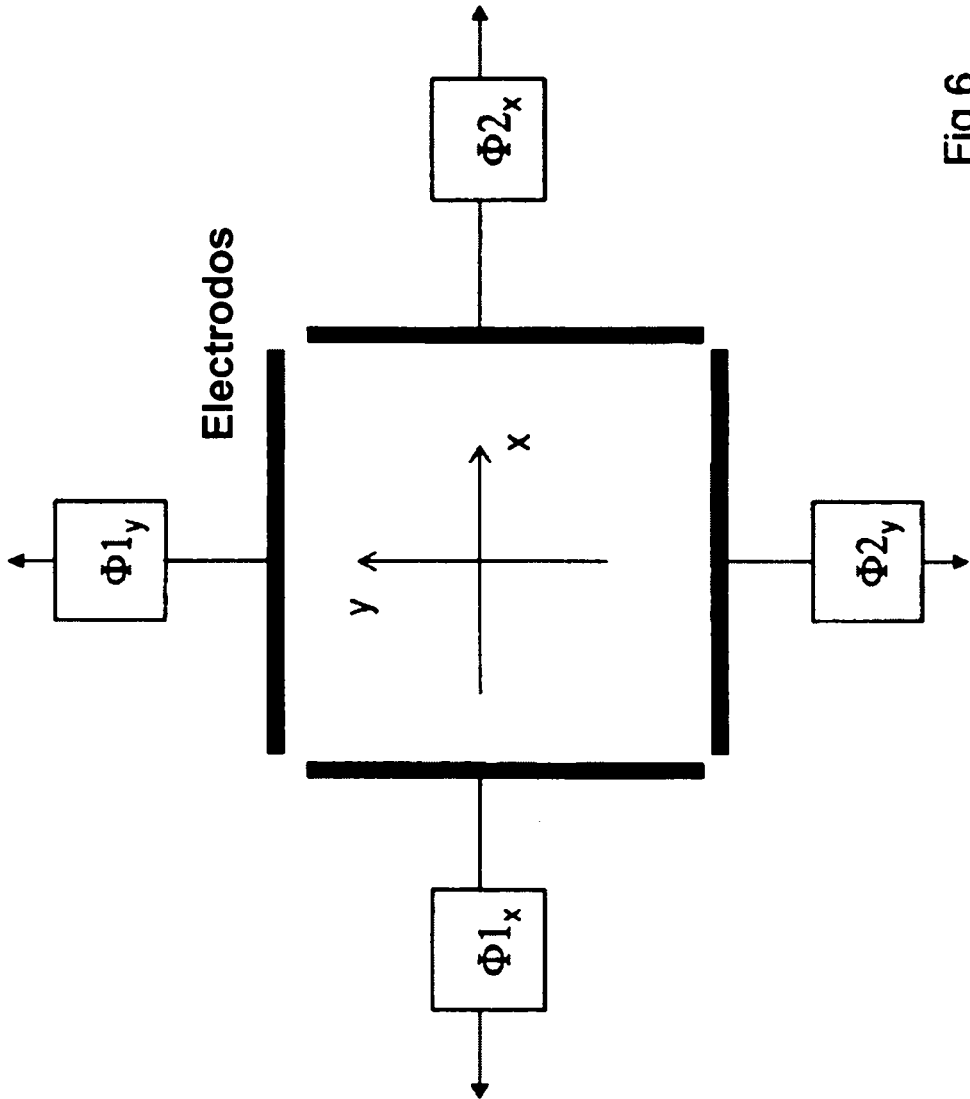


Fig.6

Linealización de desplazamiento de fase entre los dos electrodos de un par

Diferencia de fases

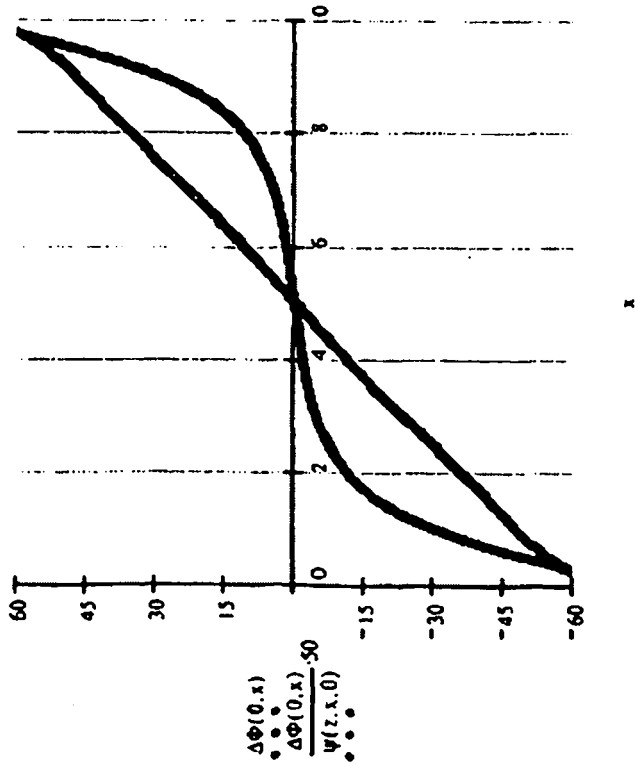


Fig.7a

Suma de fases

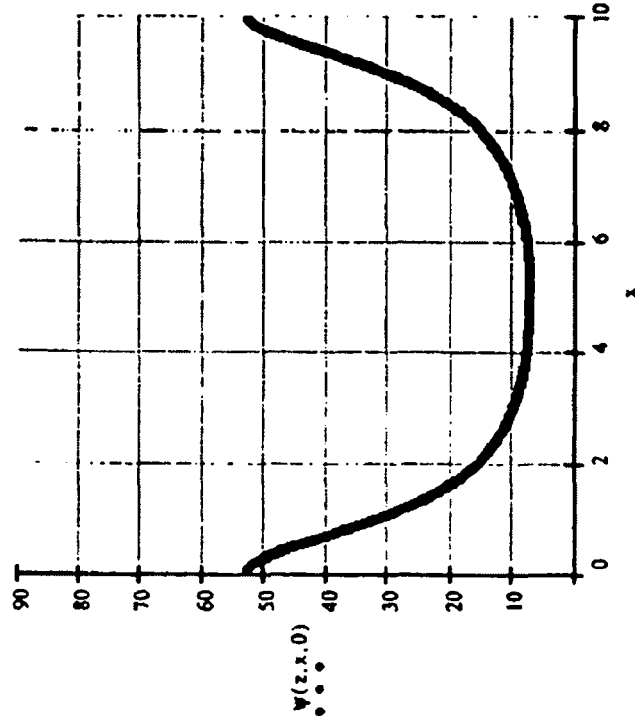


Fig.7b

Estructura de electrodos para determinar
la posición de unobjeto

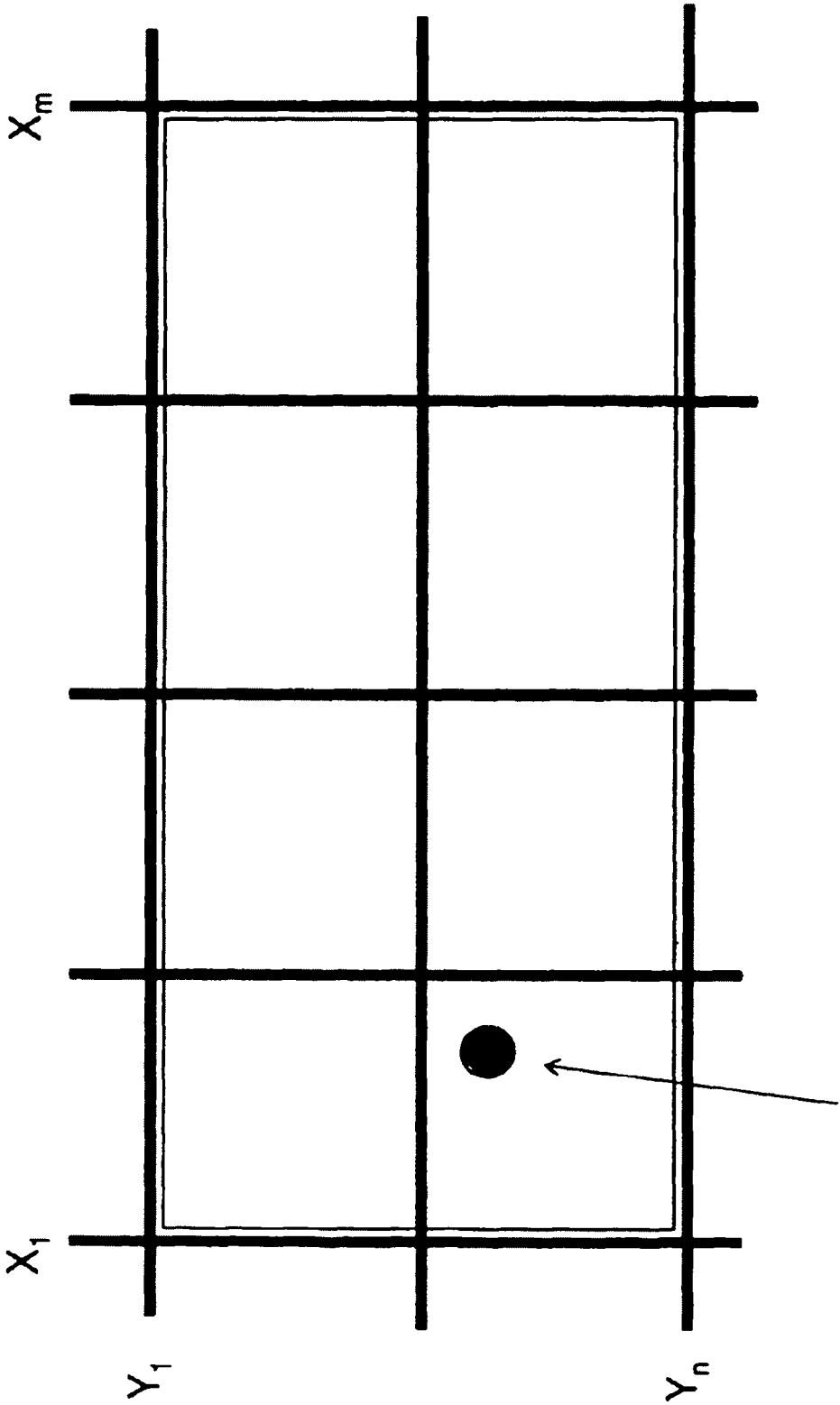


Fig.8

Campo táctil activo

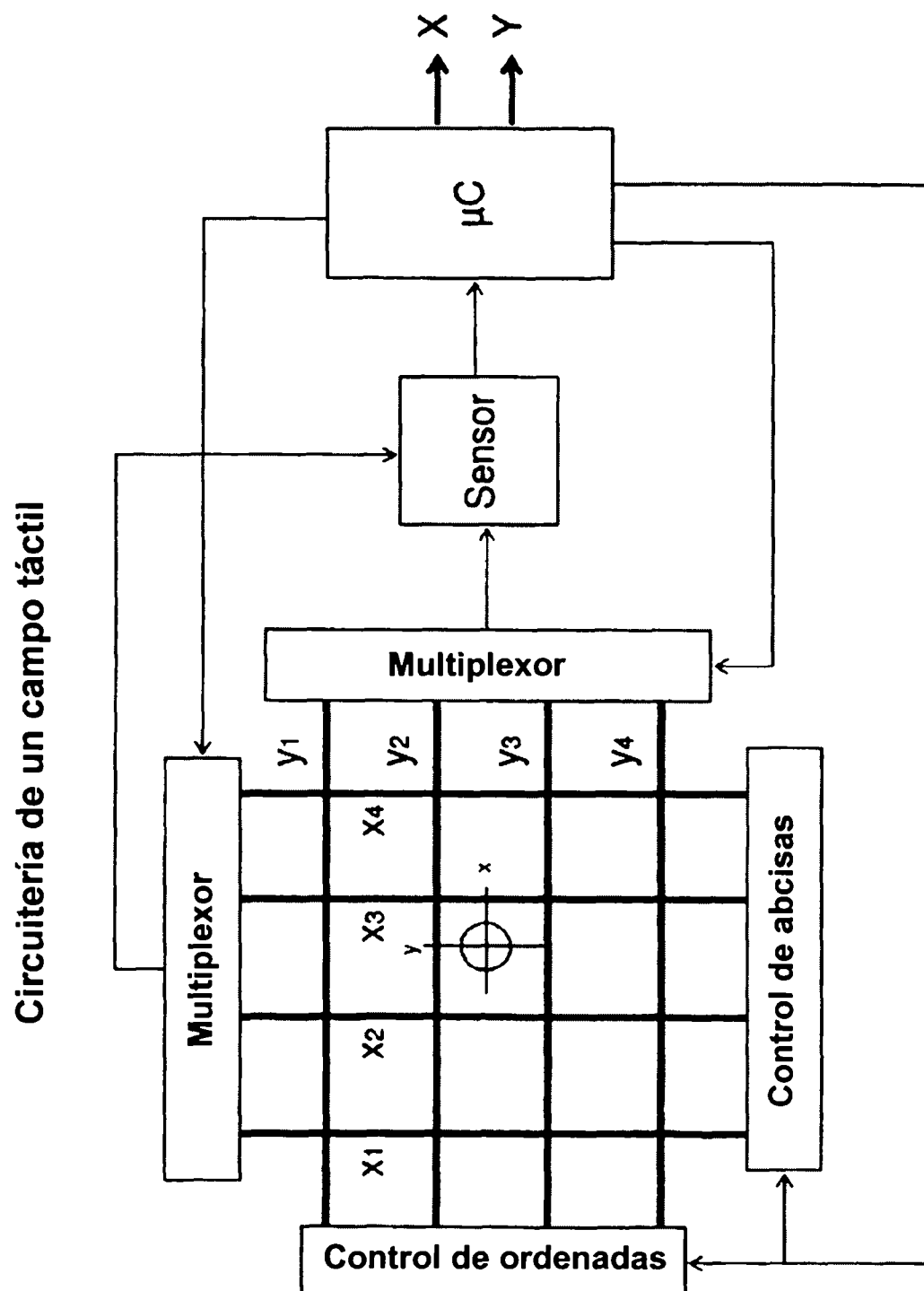


Fig.9

Esquema de la disposición de sensores
en un elevavolantes eléctrico

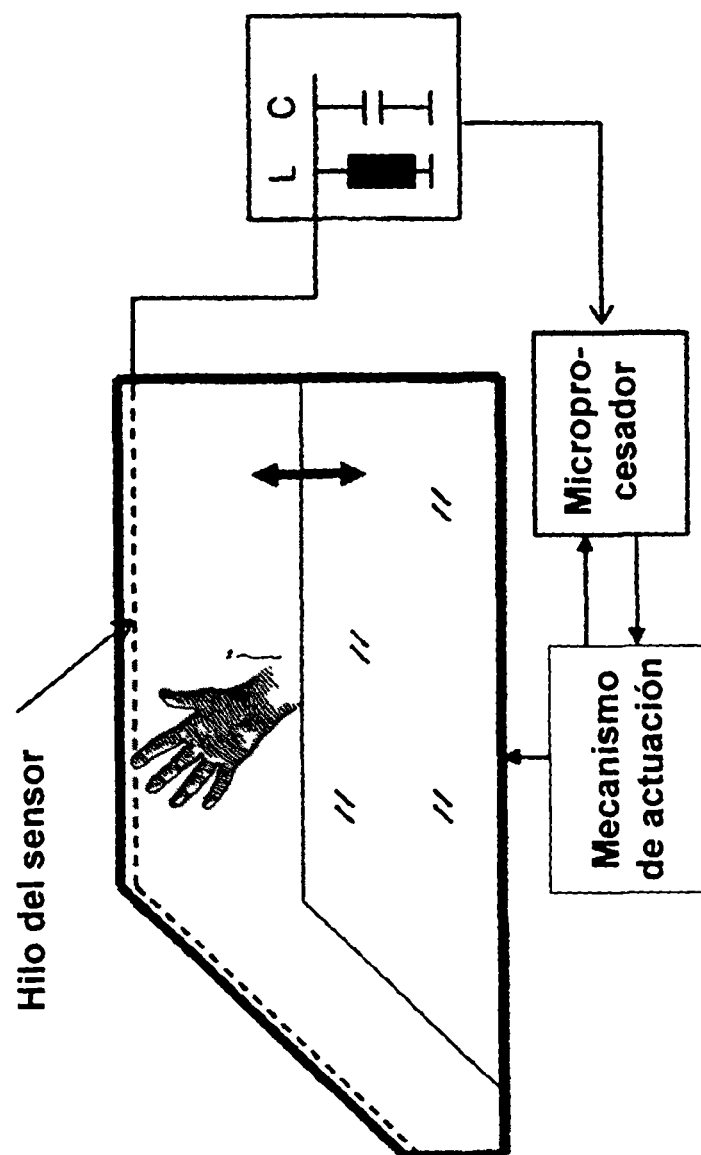


Fig. 10