

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 358 655**

21 Número de solicitud: 200901904

51 Int. Cl.:

G01L 5/22 (2006.01)

G01L 5/16 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **24.09.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2011**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
12.05.2011

71 Solicitante/s: **Universidad Carlos III de Madrid
Parque Tecnológico de Leganés
Avda. del Mar Mediterráneo, 22
28914 Leganés, Madrid, ES**

72 Inventor/es: **Balaguer Bernaldo de Quirós, Carlos;
Martínez de la Casa Díaz, Santiago;
Martín Delgado, Raúl;
Jardón Huete, Alberto y
Pérez Martínez, Carlos**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

54 Título: **Sensor táctil de tres ejes.**

57 Resumen:

Sensor táctil de tres ejes.

La presente invención se relaciona con un sensor táctil de tres ejes que comprende un cuerpo elástico en el interior del cual se ubica un imán permanente, estando dicho cuerpo elástico colocado sobre un soporte rígido, y tres sensores de efecto Hall ubicados por debajo de dicho soporte rígido y colocados de manera que se encuentran dentro de la proyección del área del imán formando un triángulo alrededor del eje perpendicular de dicho imán, de manera que cuando se aplica una fuerza sobre el cuerpo elástico se produce un desplazamiento del imán provocando un campo magnético que es detectado por los sensores de efecto Hall, siendo dicho campo magnético indicativo de la magnitud y dirección del desplazamiento.

ES 2 358 655 A1

DESCRIPCIÓN

Sensor táctil de tres ejes.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se enmarca dentro del campo de la robótica y, en particular, se refiere a sensores táctiles de tres ejes capaces de medir las deformaciones en objetos causadas por las fuerzas que actúan sobre el pie de un robot humanoide.

10

Antecedentes

Los robots, tanto los denominados industriales como los robots humanoides, necesitan conocer información de sí mismos y del entorno que les rodea. En este sentido, los sensores propioceptivos son aquellos que permiten la medición del estado interno del robot, posición angular de cada uno de los grados de libertad, carga de las baterías, etc. Por su parte, los sensores exteroceptivos se emplean para la percepción y medida de aspectos externos al robot, como por ejemplo, la temperatura, presión y localización de objetos.

Un aspecto muy importante es la medición de fuerzas que actúan sobre la suela del pie del robot humanoide. Para ello, y dentro del área de los sensores exteroceptivos, se han ido desarrollando diversos sensores táctiles que permiten medir las deformaciones causadas en los objetos como consecuencia de las mencionadas fuerzas. Según su comportamiento físico, estos sensores táctiles artificiales se clasifican en sensores piezoeléctricos, sensores capacitivos, sensores resistivos, sensores de celda de carga, galgas extensiométricas, sensores de efecto magnético, acelerómetros, sensores biopotenciales, sensores basados en análisis de color, etc.

No obstante, las principales limitaciones que presentan estos sensores es que algunos sólo miden las fuerzas perpendiculares a la superficie en la que se encuentran y otros, aunque sí son capaces de medir fuerzas en los tres ejes, no soportan las fuerzas a las que se ve sometida la suela del pie de un robot humanoide.

30

Así, se han desarrollado varios sensores de tres ejes para intentar detectar el desplazamiento o medir la fuerza en los tres ejes. Kobayashi *et al.* [*IEICE Transactions on Electronics*, 1991, J74-C-II, 5, 427-433] desarrollaron un prototipo de sensor táctil de tres ejes utilizando un array bidimensional de estructuras de silicón con celdas de carga fijas. No obstante, la fabricación de este tipo de sensores, además de ser laboriosa, es excesivamente cara. Ohka *et al.* [*Advances Information Storage Systems*, 1999, 10, 313-325] propusieron un método que medía un vector de fuerza utilizando la variación del índice de refracción en una guía de ondas óptica con forma de yema de dedo. La aplicación de este sensor táctil en el dedo de un robot es bastante sencilla pero el sistema sensor requiere adicionalmente un dispositivo de imagen. Shinoda *et al.* [*In Proc. of the 11th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators*, 2001, 2, 1430-1433] propusieron un elemento sensor táctil de tres ejes basado en una cavidad ultrasónica y comprobaban la capacidad para detectar el coeficiente de fricción mediante la medida de la frecuencia resonante de la cavidad. Sin embargo, este sensor permitía medir el coeficiente de fricción sólo en el momento del contacto, y además se hacía difícil reducir el tamaño del elemento sensor.

El desplazamiento sobre el suelo puede medirse utilizando dispositivos piezoeléctricos. Así, Son *et al.* [*In Proc. of the 1994 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1994, 471-476] desarrollaron un sensor táctil con tiras de film piezoeléctrico para detectar el desplazamiento incipiente y el de contacto. Sin embargo, el vector fuerza no era capaz de medirlo adecuadamente. Jockusch *et al.* [*In Proc. of the 1997 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1997, 3080-3086] prototiparon un sensor táctil utilizando también un dispositivo piezo-resistivo y un dispositivo piezoeléctrico colocados en capas para realizar la medida simultánea de la fuerza de contacto y la posición y detectar el desplazamiento, no obstante, este sensor híbrido resultaba excesivamente complicado y su estructura periférica muy voluminosa.

Recientemente, Takenawa [*Proc. of the 2009 IEEE International Conference on Mechtronics*, 2009] ha desarrollado un sensor táctil para la medida de fuerzas en tres direcciones basado en el campo magnético. Dicho sensor está basado en la inducción electromagnética y su estructura consiste en un cuerpo elástico que contiene un imán permanente ubicado sobre un sustrato rígido y cuatro bobinas encapsuladas. La tensión es generada por cada bobina en respuesta a la aplicación de un vector fuerza que deforma el cuerpo elástico y produce un desplazamiento en el imán. No obstante, la principal desventaja que presenta este sensor es que depende de la variación del campo magnético, por lo que, para conseguir una señal o una tensión adecuada cuando la variación del campo es pequeña se necesita aumentar el tamaño de las bobinas o el número de espirales que las constituyen, lo que condiciona enormemente el tamaño final del sensor.

A la vista de los inconvenientes que presentan los sensores propuestos hasta la fecha, se hace necesario el desarrollo de sensores táctiles de tres ejes que permitan medir la fuerza en tres direcciones adecuadamente y con un tamaño más reducido para una mejor implementación en la estructura de un robot.

65

Breve descripción de la invención

Los autores de la presente invención han observado que la sustitución de cuatro bobinas encapsuladas, como las empleadas en el sensor de Takenawa, por tres sensores de efecto Hall permite no sólo efectuar una medida adecuada de la fuerza en tres direcciones, sino además reducir en gran medida las dimensiones finales del sensor táctil. Esto se debe fundamentalmente a que, a diferencia de las mencionadas bobinas, la tensión generada en los sensores de tipo Hall depende del valor del campo magnético y no de su variación, por lo que no se requiere que dichos sensores o celdas sensores tengan un mayor tamaño cuando las variaciones de dicho campo son reducidas. Además, mediante el sensor táctil de la invención se reduce a tres el número de celdas sensores y dado que éstas se ubican dentro de la proyección del área del imán, con esta disposición se consigue ocupar el mínimo espacio y con ello obtener una mayor densidad de sensores. Una ventaja adicional que presenta el sensor de la invención es ser un sensor estático, es decir, no necesita una variación de la posición del imán para medir una fuerza, lo que permite por ejemplo la medida de fuerzas constantes. Asimismo, el algoritmo de medida se basa en una tabla precalculada que realiza operaciones simples, lo que conlleva un menor coste computacional.

Así, en un primer aspecto la presente invención se relaciona con un sensor táctil de tres ejes que comprende:

- un cuerpo elástico que comprende una primera cara y una segunda cara, donde ambas caras son sustancialmente paralelas;
- un imán permanente ubicado en el interior del cuerpo elástico, o bien fuera de él ubicado de forma adyacente a la primera cara del cuerpo elástico, de manera que el imán se encuentra dispuesto paralelamente a la primera y segunda cara del cuerpo elástico;
- tres sensores de efecto Hall ubicados de forma adyacente a la segunda cara del cuerpo elástico formando un plano paralelo a dicha segunda cara del cuerpo elástico, y colocados de manera que se encuentran dentro de la proyección del área del imán formando un triángulo alrededor del eje de dicho imán,

de manera que cuando se aplica una fuerza sobre el cuerpo elástico se produce un desplazamiento del imán provocando un campo magnético que es detectado por los sensores de efecto Hall, siendo dicho campo magnético indicativo de la magnitud y dirección del desplazamiento.

En un segundo aspecto, la invención se dirige a un sistema robótico que comprende un sensor táctil como se ha definido previamente.

Breve descripción de las figuras

Figura 1: Distribución física de los elementos que constituyen el sensor táctil de tres ejes.

Figura 2: Representación de la evolución del error: (a) representación del error en la medida; b) evolución del error en la medida con respecto a la distancia al plano del imán para un punto concreto.

Figura 3: Evolución del campo magnético con la distancia al eje del imán para distintas distancias al plano del imán: (a) para todo el espacio representado y (b) en la zona cercana al imán.

Figura 4: Diagrama de bloques de un CI sensor Hall.

Figura 5. Gráficas de las pruebas realizadas para una celda sensora de desplazamientos en distintos ejes: (a) respuesta del sensor ante un desplazamiento en z ; (b) respuesta del sensor ante un desplazamiento en x ; (c) respuesta del sensor ante un desplazamiento en y ; (d) respuesta del sensor ante un desplazamiento en xy .

Descripción detallada de la invención

En un primer aspecto, la invención se dirige a un sensor táctil de tres ejes que comprende un cuerpo elástico que comprende una primera cara y una segunda cara, donde ambas caras son sustancialmente paralelas; un imán permanente ubicado en el interior del cuerpo elástico, o bien fuera de él ubicado de forma adyacente a la primera cara del cuerpo elástico, de manera que el imán se encuentra dispuesto paralelamente a la primera y segunda cara del cuerpo elástico; tres sensores de efecto Hall ubicados de forma adyacente a la segunda cara del cuerpo elástico formando un plano paralelo a dicha segunda cara del cuerpo elástico, y colocados de manera que se encuentran dentro de la proyección del área del imán formando un triángulo alrededor del eje de dicho imán.

Mediante el sensor de la invención es posible medir el movimiento de un plano en contacto con otro inicialmente paralelo, obteniéndose así una imagen de los diferenciales de fuerzas de contacto en las tres direcciones del espacio cartesiano. Esto no sólo permite registrar irregularidades o contornos sobre las que presiona el sensor, sino también direcciones de las fuerzas aplicadas, posibles cambios de material, deslizamientos, etc.

ES 2 358 655 A1

El funcionamiento del sensor desarrollado consiste en la medición en cada celda o cada sensor Hall (unidad de medida) del movimiento relativo del imán, también denominado chivato, provocado por la aparición de una fuerza sobre el material elástico que lo sustenta. La variación del campo magnético causado por el movimiento del imán es registrado por los tres sensores Hall ubicados en el plano fijo y rígido del sensor, los cuales producen una señal eléctrica.

La figura 1 recoge la estructura de un sensor como el que se describe en la presente invención con la disposición de los diferentes elementos que constituyen dicho sensor. En concreto, muestra la disposición de estos elementos cuando el imán se encuentra ubicado de forma adyacente a la primera cara del cuerpo elástico.

El diámetro del imán debe ser tal que cubra los tres sensores Hall, los cuales están dispuestos de tal manera que las áreas de detección están localizadas sobre los vértices de un triángulo que rodea el eje o centro del imán.

Aprovechando la linealidad del campo con esta disposición se puede calcular la posición del imán con respecto a los sensores mediante trilateración en el plano. La medida mediante trilateración en tres dimensiones no sería la más adecuada dado que el campo magnético no tiene una simetría esférica sino una simetría cilíndrica. Para realizar la medida, se ha simulado el campo magnético generado por el imán y guardado los datos en una matriz. Con el valor de los tres sensores Hall y buscando en la matriz de datos simulada anteriormente se reduce el problema de tres dimensiones a dos dimensiones.

La medida consiste por tanto en un algoritmo de optimización. Se tienen tres sensores Hall en un mismo plano y en posiciones conocidas. Al tomar una medida estos sensores proporcionan el campo magnético en cada uno de los tres puntos. Obtenida la medida del campo magnético se resuelven dos incógnitas: la distancia del plano de sensores Hall al plano del imán y la distancia de cada uno de los sensores Hall al eje del imán. Considerando la situación de que la distancia al plano del imán es máxima, la búsqueda de datos en la matriz se restringe a una única fila, la fila m . En esta fila, cada valor de campo magnético medido corresponde con una distancia al eje, es decir, con una posición en la fila entre 1 y n , ó entre 0 y $(n-1)$ según el lenguaje de programación que se emplee. Se dispone así de un plano (el plano que dista una distancia m del plano del imán), tres puntos, que son los puntos en los que se sitúan cada uno de los sensores de efecto Hall y tres distancias, calculadas mediante la lectura de la matriz en la fila m . De esta manera, con dos de los sensores y sus dos respectivas distancias establecemos la posición del eje del imán, y con el tercer sensor y tercera distancia se mide el error cometido. En el mejor de los casos, el eje del imán distará del sensor tres una distancia R_3 , entonces el error será 0 . En el resto de casos, el modo de proceder es realizar los pasos anteriores pero con una distancia al plano del imán de $(m-1)$ y calcular el error. Se vuelve a repetir con una distancia $(m-2)$ y así hasta una distancia 1 . En definitiva, realizando una abstracción sería recorrer la matriz por cada una de sus filas desde m hasta 1 , comprobando el error que devuelve al cotejar los datos proporcionados por los tres sensores con la información que se encuentra en cada fila de la matriz.

Comprobando cada uno de los errores se observa una característica muy importante que queda reflejada en la figura 2. Si se representa en el eje x la distancia al plano del imán y en el eje y el módulo del error calculado anteriormente se observa un mínimo relativo de la función entre 1 y m . En el mínimo, el error cometido es mínimo y se puede tomar como medida válida. De esta forma queda totalmente definida la distancia al plano del imán y la posición del eje del mismo.

Una vez estudiado cómo evoluciona el error en la medida conforme se producen desplazamientos en planos paralelos al plano del imán, se debe estudiar a continuación la evolución del campo magnético al alejarse del eje del imán en cada uno de los planos. Realizar este análisis es lo mismo que analizar la evolución de las filas de la matriz creada y, en una forma de realización particular, se crea una gráfica como se representa en la figura 3. En esta gráfica se relaciona la distancia al eje del imán, que queda representada en el eje x , con el módulo del campo magnético en la dirección del eje z del imán que irá representado en el eje y . Se realiza esta representación para distintas distancias al plano del imán con lo que se obtiene una familia de curvas. La curva 1 es la que está más cercana al plano del imán y la curva 30 la más alejada.

Se observa en la figura 3 que el campo magnético decrece a medida que el sensor se aleja del eje del imán, no obstante, esto no se cumple en todos los casos. En la figura 3(a) se observa, y en la figura 3(b) con más claridad, que para distancias cercanas al plano del imán el campo magnético crece conforme nos acercamos al borde cilíndrico del imán, decrece bruscamente en las proximidades del borde (tanto por un lado como por el otro) para después volver a crecer suavemente. Este inconveniente puede verse superado si se restringe la zona de movimiento del sensor a zonas lo suficientemente alejadas del plano del imán.

En consecuencia y en una realización preferente de la invención, la distancia mínima entre cada uno de los sensores y el plano del imán se encuentra comprendida entre 3 y 5 mm. No obstante, esta distancia depende del tamaño del imán empleado y de la relación de aspecto. Un experto en la materia sabría cómo seleccionar la distancia mínima con el fin de evitar el mencionado inconveniente.

De este modo, el módulo del campo magnético es decreciente conforme el punto se aleja del eje del imán y de esa forma los datos en las filas de la matriz están ordenados de mayor a menor. El hecho de tener ordenados todos estos valores conlleva la ventaja de poder emplear estrategias que permitan el ahorro de mucho tiempo de procesamiento, es decir, de algoritmos mucho más rápidos.

ES 2 358 655 A1

El hecho de que los sensores se encuentren siempre dentro de la proyección del área del imán se debe a que fuera de esa zona, el campo magnético empieza a variar de forma brusca y ocurre que para dos distancias al plano del imán diferentes se obtiene el mismo valor de campo magnético. Esta situación no es deseable pues el algoritmo de medida se basa, como hemos visto, en comprobaciones del campo en distintas distancias al plano del imán y si hay puntos que coinciden podría ocurrir que las soluciones sean múltiples.

En una realización particular de la invención, los sensores Hall se disponen de tal manera que las áreas de detección están localizadas sobre los vértices de un triángulo equilátero cuyo circuncentro coincide con el eje o centro del imán.

Mediante la distribución de los sensores en forma de triángulo equilátero se consigue un ahorro considerable en el gasto computacional dado que los datos generados pueden ser menores consiguiendo la misma sensibilidad. Para ilustrar esta ventaja se tomará el ejemplo de que la distancia al centro del imán varía entre 1 mm y 3 mm para el sensor 1, la del sensor 2 varía entre 2 mm y 3 mm y la del sensor 3 entre 3 mm y 5 mm. Para ello, se debe guardar una tabla que contemple los valores entre 1 y 5 mm, si tomamos 256 muestras, la sensibilidad será de 5 mm/256 lo que supone 0.02 mm/muestra o, de otra forma, para conseguir una sensibilidad de 0.05 mm/muestra, el número de muestras a guardar será de 100 muestras (5 mm/0.05 mm). Si el imán se sitúa en el circuncentro del triángulo equilátero que forman los tres sensores Hall, las distancias variarán por ejemplo entre 2 mm y 4 mm, por lo que para obtener una sensibilidad de 0.05 mm se necesitan únicamente 40 muestras en lugar de las 100 anteriores.

Por otra parte, y como se ha comentado anteriormente, conforme disminuye la distancia al eje del imán, la variación del campo magnético en el eje z disminuye con respecto a este desplazamiento, lo que provoca que la sensibilidad del sensor con respecto a estos desplazamientos en la zona indicada sea más pequeña. Por lo tanto, en una realización preferente de la invención, la distancia mínima entre cada uno de los sensores y el eje del imán es de al menos el 7% del radio del imán.

En una realización particular de la invención, se pueden utilizar sensores de efecto Hall con salida digital PWM, sensores con salida analógica o sensores programables con salida analógica. En la figura 4 se muestra un esquema con los bloques funcionales que componen un sensor de efecto Hall. Estos sensores comprenden además unos elementos de compensación de temperatura, de compensación de los esfuerzos mecánicos y amplificación de señal, dado que el sensor Hall es muy dependiente de la temperatura y de los esfuerzos mecánicos.

En una realización preferente de la invención, el sensor Hall es un sensor Hall con salida analógica, más preferentemente es un sensor A1322 de Allegro. Estos sensores proporcionan una tensión de salida proporcional al campo magnético aplicado. Tienen una tensión de salida a campo 0 Gauss del 50% de la tensión de alimentación V_{cc} y una sensibilidad de entre 2,5 y 5 mV/G. Cada dispositivo integra un elemento Hall con compensación de temperatura, un amplificador con baja impedancia de salida y un sistema de cancelación de offset con un reloj de alta frecuencia que permite frecuencias de muestreo superiores que resultan en mayor precisión y mayor rapidez en la capacidad del procesamiento de la señal. Esta técnica produce un dispositivo con una tensión de salida muy estable e inmune al estrés mecánico.

Por lo que respecta a la composición del imán, y en una realización particular, éste puede ser un imán de ferrita, un imán de neodimio o un imán de samario.

Las ferritas se caracterizan por presentar una gran remanencia después de su magnetización, proporcionan un flujo magnético moderado en función del volumen. Están compuestas por aleaciones de ferrita, cobalto y bario. Por su parte, los imanes de neodimio están compuestos por tierras raras, aleación de neodimio, hierro y boro y recubiertos por un baño estándar de níquel, plata o zinc para evitar su corrosión. Los imanes de samario son una aleación por sinterizado de hierro, samario y cobalto y otros elementos secundarios.

Las condiciones esenciales que debe cumplir el imán son la de no saturar el sensor de efecto Hall en ningún momento y la de que su peso sea el menor posible. En este sentido, el imán que presenta un mejor balance de las propiedades mencionadas es el imán de ferrita por lo que se propone como realización preferente de la invención.

En un aspecto adicional, la presente invención se dirige a un sistema robótico que comprende un sensor táctil de tres ejes como se ha definido previamente.

En una realización particular, el sensor de la invención puede aplicarse al pie de un robot humanoide. El pie realiza un contacto con el suelo cada vez que realiza una pisada por lo que, ubicando el sensor en la suela del pie, el material elástico absorbe el contacto y de esta manera se puede conocer cuál irregular es el suelo, qué porción del área del pie realiza el contacto, información complementaria para localizar el punto de equilibrio debido a la mejor información de la distribución de fuerzas, si el contacto está resbalando por la ausencia de fuerzas tangenciales esperadas, etc.

Ejemplo de realización

Se muestra a continuación una prueba de funcionamiento de un sensor de posición/fuerza como el descrito en la presente invención. La figura 5 muestra los resultados obtenidos para este sensor. Ante cada una de las perturbaciones originadas se muestran las trazas para la coordenada x en la que se encuentra el centro del imán, la coordenada y y la coordenada z .

ES 2 358 655 A1

Se ha procedido a deformar el sensor en cada una de las tres direcciones del espacio cartesiano. Todas estas medidas se han realizado de forma manual, siendo los elementos de medida un pie de rey, folio, bolígrafo y vista ortogonal del ojo humano.

5

Desplazamiento único en z

En reposo, la coordenada z tiene un valor de 18,7 mm. Se ejerce una fuerza de modo que la coordenada z disminuya hasta 15 mm, esto supone un $\Delta z = -3,7$ mm. Los resultados se muestran en la figura 5a. Se observa que está midiendo un mínimo de 11,75 mm, mientras que la coordenada x varía entre 0 y -1,07 mm y la coordenada y varía entre 5,20 y 3,60 mm.

15

Desplazamiento único en x

En esta prueba se realiza un desplazamiento en el eje x intentando mantener constante la distancia y y la distancia z . El desplazamiento en x , $\Delta x = +3$ mm se muestra en la figura 5b.

20

Se observa el desplazamiento deseado en el eje x , dado que x varía entre -0,53 y 3,47 mm, es decir, $\Delta x = 4,1$ mm, pero también se observan desplazamientos en los ejes y y z .

Desplazamiento único en y

25

Se realiza un desplazamiento en el eje y de 3 mm manteniendo constantes las coordenadas x y z , aunque debido a las restricciones físicas del material, al realizar el desplazamiento en y el material elástico obliga a realizar un pequeño desplazamiento en z . Los resultados se muestran en la figura 5c.

30

Se observa una variación deseada en el eje y , dado que éste varía entre 4,00 y 9,21 mm, es decir, $\Delta y = 5,21$ mm, aunque también se observan variaciones en x y z .

Desplazamiento conjunto en xy

35

Esta medida se ha realizado de manera aproximada para tener una gráfica cualitativa, más que cuantitativa. Los resultados se muestran en la figura 5d donde se observa una respuesta correcta ante este tipo de deformaciones.

40

45

50

55

60

65

ES 2 358 655 A1

REIVINDICACIONES

1. Un sensor táctil de tres ejes que comprende:

5

- un cuerpo elástico que comprende una primera cara y una segunda cara, donde ambas caras son sustancialmente paralelas;
- un imán permanente ubicado en el interior del cuerpo elástico, o bien fuera de él ubicado de forma adyacente a la primera cara del cuerpo elástico, de manera que el imán se encuentra dispuesto paralelamente a la primera y segunda cara del cuerpo elástico;
- tres sensores de efecto Hall ubicados de forma adyacente a la segunda cara del cuerpo elástico formando un plano paralelo a dicha segunda cara del cuerpo elástico, y colocados de manera que se encuentran dentro de la proyección del área del imán formando un triángulo alrededor del eje de dicho imán,

10

15

de manera que cuando se aplica una fuerza sobre el cuerpo elástico se produce un desplazamiento del imán provocando un campo magnético que es detectado por los sensores de efecto Hall, siendo dicho campo magnético indicativo de la magnitud y dirección del desplazamiento.

20

2. Sensor táctil según reivindicación 1, en el que los tres sensores de efecto Hall se disponen formando un triángulo equilátero cuyo circuncentro coincide con el eje del imán.

25

3. Sensor táctil según reivindicaciones 1 ó 2, donde la distancia mínima entre cada uno de los sensores y el eje del imán es de al menos el 7% del radio del imán.

30

4. Sensor táctil según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la distancia máxima entre cada uno de los sensores y el eje del imán coincide con el radio del imán.

5. Sensor táctil según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la distancia mínima entre cada uno de los sensores y el plano del imán está comprendida entre 3 y 5 mm.

35

6. Sensor táctil según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde los sensores de efecto Hall son sensores no programables con salida analógica.

7. Sensor táctil según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el imán es un imán de ferrita.

40

8. Un sistema robótico que comprende un sensor táctil de tres ejes como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

9. Sistema robótico según reivindicación 8 que es un robot humanoide.

45

10. Sistema robótico según reivindicación 9, donde el sensor táctil de tres ejes se ubica en el pie del robot humanoide.

50

55

60

65

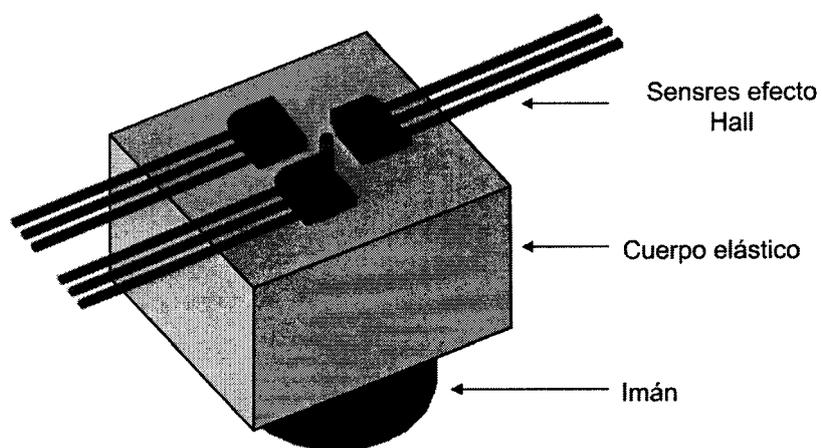


Figura 1

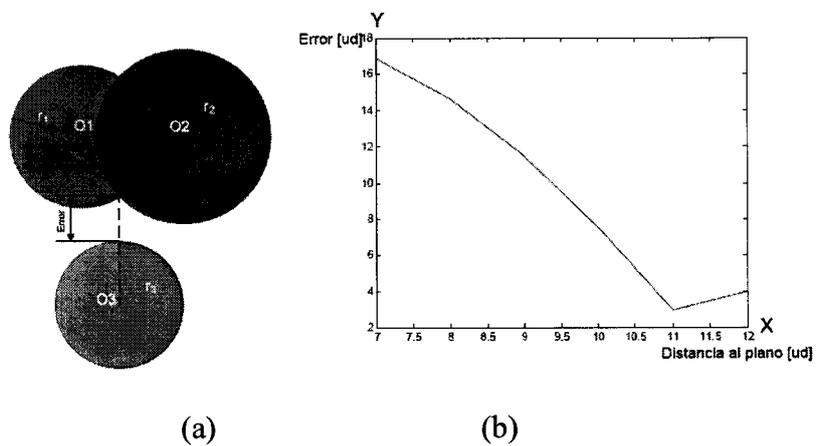


Figura 2

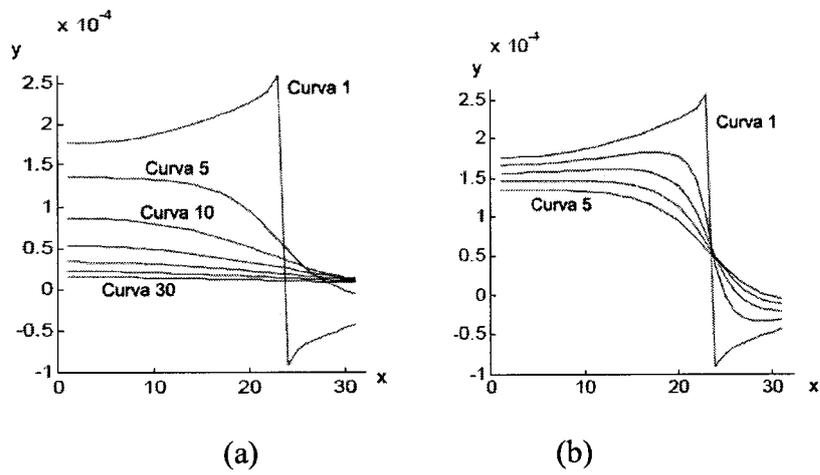


Figura 3

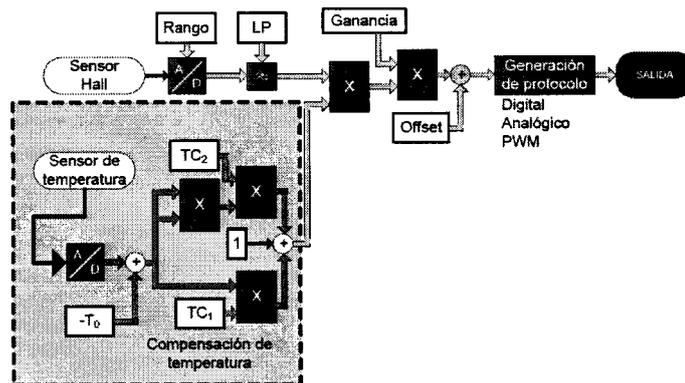
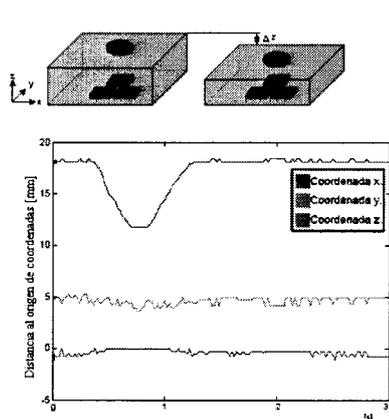
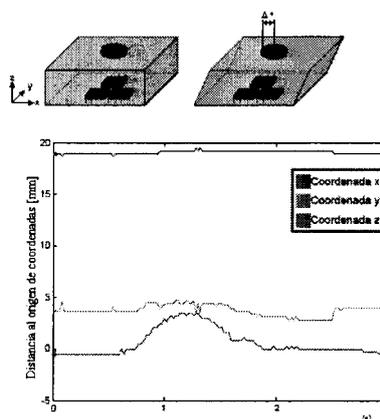


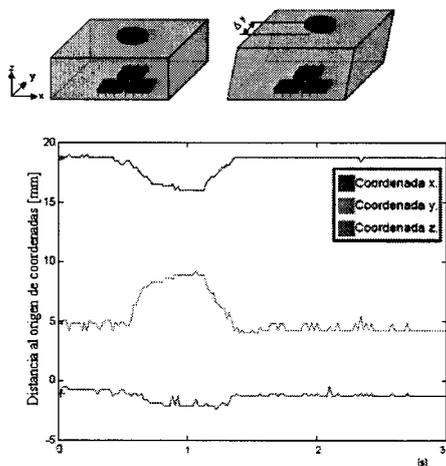
Figura 4



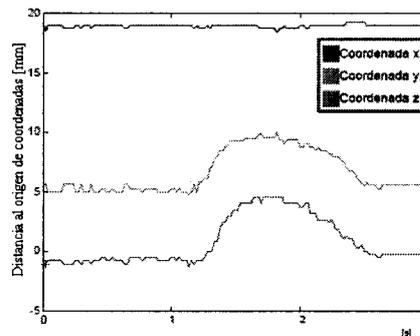
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901904

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.09.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01L5/22** (2006.01)
G01L5/16 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2008106258 A1 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 08.05.2008, resumen; párrafos [3],[15],[45-46],[52],[54],[57]; reivindicaciones 6,8-9; figuras.	1-10
X	US 2008036456 A1 (SONY CORP) 14.02.2008, párrafos [68],[72],[74],[76],[94-96],[105],[117-119],[211],[222-228],[232],[235]; figuras 3,6,8,27,29.	1-10
A	US 4809191 A (WRIGHT BARRY CORP) 28.02.1989, columna 1, línea 67 – columna 3, línea 17; figuras 4A,5A.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
26.04.2011

Examinador
E. Pina Martínez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01L, G01R, B25J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 26.04.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-7	SI
	Reivindicaciones 1, 8-10	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-10	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2008106258 A1 (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY)	08.05.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más cercano al objeto de las reivindicaciones. Este documento afecta al requisito de novedad y/o actividad inventiva de las mismas, según se explicará a continuación.

Reivindicación 1

El documento D01 describe, empleando la terminología de la solicitud, el siguiente dispositivo (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

Un sensor táctil de tres ejes que comprende:

- un cuerpo elástico (10) que comprende una primera cara y una segunda cara, donde ambas caras son sustancialmente paralelas (ver figuras 2a, 3a);
- un imán permanente (12) ubicado en el interior del cuerpo elástico adyacente a la primera cara del cuerpo elástico, de manera que el imán se encuentra dispuesto paralelamente a la primera y segunda cara del cuerpo elástico (ver figura 4);
- al menos tres sensores de efecto Hall (16) no colineales (párr. [0015]) ubicados de forma adyacente a la segunda cara del cuerpo elástico formando un plano paralelo a dicha segunda cara del cuerpo elástico, y colocados de manera que se encuentran dentro de la proyección del área del imán (ver figura 4), de manera que cuando se aplica una fuerza sobre el cuerpo elástico se produce un desplazamiento del imán provocando un campo magnético que es detectado por los sensores de efecto Hall, siendo dicho campo magnético indicativo de la magnitud y dirección del desplazamiento.

De lo anterior se deduce que todos los elementos técnicos que definen el sensor de la reivindicación independiente se encuentran idénticamente descritos en el documento D01, por lo que dicha reivindicación no satisface el requisito de novedad del Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicaciones 2-7

Estas reivindicaciones no comprenden características técnicas novedosas, adicionales o alternativas, que confieran al sensor definido en ellas el requisito de actividad inventiva frente al estado de la técnica anterior.

Con respecto a la reivindicación 2, la única diferencia con el sensor descrito en el documento D01 reside en la disposición en triángulo equilátero de los sensores. No obstante, se considera ésta una particularización dentro del ámbito de la disposición no lineal de tres sensores descrita en D01 (párr. [0015]), evidente para el experto en la materia que la utilizaría sin esfuerzo inventivo buscando mayor simetría en la medida.

En cuanto al contenido de las reivindicaciones 3-5, referidas a las distancias entre sensores e imán, el experto en la materia sabría cómo seleccionar dichas distancias para buscar las zonas de linealidad del campo magnético, evitando así las zonas de borde, donde se cierran las líneas de campo. Por tanto se trataría de opciones de selección evidentes, que el experto en la materia aplicaría sin esfuerzo inventivo al dispositivo descrito en D01 para llegar a la solución reivindicada en la solicitud.

En cuanto a las reivindicaciones 6 y 7 se recogen en ellas opciones constructivas ampliamente conocidas en los sectores de la técnica relacionados y cuya incorporación al dispositivo descrito en D01 sería obvia.

Por tanto, las reivindicaciones 2-7 carecen del requisito de actividad inventiva, según lo dispuesto en el Art. 8.1 LP.

Reivindicaciones 8-10

Las aplicaciones del sensor definidas en las reivindicaciones 8-10 están implícita o explícitamente divulgadas en D01 (párr. [0003]) por lo que dichas reivindicaciones carecen del requisito de novedad (Art. 6.1 LP).

En conclusión, a la vista del estado de la técnica anterior, la solicitud no satisface los requisitos de patentabilidad establecidos en el Art. 4.1 LP.