



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Oficina Española
de Patentes y Marcas

Justificante de presentación electrónica de solicitud de patente

Este documento es un justificante de que se ha recibido una solicitud española de patente por vía electrónica, utilizando la conexión segura de la O.E.P.M. Asimismo, se le ha asignado de forma automática un número de solicitud y una fecha de recepción, conforme al artículo 14.3 del Reglamento para la ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes. La fecha de presentación de la solicitud de acuerdo con el art. 22 de la Ley de Patentes, le será comunicada posteriormente.

Número de solicitud:	P200930173	
Fecha de recepción:	14 mayo 2009, 16:46 (CEST)	
Oficina receptora:	OEPM Madrid	
Su referencia:	ES1641.446	
Solicitante:	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)	
Número de solicitantes:	1	
País:	ES	
Título:	SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CONTROL PARA MANIPULADORES	
Documentos enviados:	Descripcion.pdf (22 p.) Reivindicaciones-1.pdf (7 p.) Dibujos-1.pdf (9 p.) Resumen-1.pdf (1 p.) FEERCPT-1.pdf (1 p.)	package-data.xml es-request.xml application-body.xml es-fee-sheet.xml feesheet.pdf request.pdf
Enviados por:	CN=ENTIDAD PONS CONSULTORES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL SA - CIF A28750891 - NOMBRE PONS ARIÑO ANGEL - NIF 50534279J,OU=703015345,OU=fnmt clase 2 ca,O=FNMT,C=es	
Fecha y hora de recepción:	14 mayo 2009, 16:46 (CEST)	
Codificación del envío:	C1:5C:C3:45:8A:5C:BC:D9:86:0C:52:0D:92:7C:DF:B0:A2:58:12:CE	

/Madrid, Oficina Receptora/



(1) MODALIDAD:	PATENTE DE INVENCION MODELO DE UTILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(2) TIPO DE SOLICITUD:	PRIMERA PRESENTACION ADICION A LA PATENTE EUROPEA ADICION A LA PATENTE ESPAÑOLA SOLICITUD DIVISIONAL CAMBIO DE MODALIDAD TRANSFORMACION SOLICITUD PATENTE EUROPEA PCT: ENTRADA FASE NACIONAL	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:	MODALIDAD: N.º SOLICITUD: FECHA SOLICITUD:	
(4) LUGAR DE PRESENTACION: LUGAR		OEPM, Presentación Electrónica
(5-1) SOLICITANTE 1:	DENOMINACION SOCIAL: NACIONALIDAD: CÓDIGO PAÍS: DNI/CIF/PASAPORTE: CNAE: PYME: DOMICILIO: LOCALIDAD: PROVINCIA: CÓDIGO POSTAL: PAÍS RESIDENCIA: CÓDIGO PAÍS: TELÉFONO: FAX: CORREO ELECTRÓNICO: PERSONA DE CONTACTO: MODO DE OBTENCION DEL DERECHO: INVENCION LABORAL: CONTRATO: SUCESION:	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) España ES Q2818002D C/ Serrano, 117 Madrid 28 Madrid 28006 España ES <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(6-1) INVENTOR 1:	APELLIDOS: NOMBRE: NACIONALIDAD: CÓDIGO PAÍS: DNI/PASAPORTE:	PAREDES MADRID LEONEL Venezuela VE
(6-2) INVENTOR 2:	APELLIDOS: NOMBRE: NACIONALIDAD: CÓDIGO PAÍS: DNI/PASAPORTE:	GONZÁLEZ DE SANTOS PABLO España ES
(7) TÍTULO DE LA INVENCION:		SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CONTROL PARA MANIPULADORES
(8) PETICION DE INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA:	SI NO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

(9) SOLICITA LA INCLUSIÓN EN EL PROCEDIMIENTO ACELERADO DE CONCESIÓN	SI NO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
(10) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERÍA BIOLÓGICA:	SI NO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
(11) DEPÓSITO:	REFERENCIA DE IDENTIFICACIÓN: INSTITUCIÓN DE DEPÓSITO: NÚMERO DE DEPÓSITO: ACCESIBILIDAD RESTRINGIDA A UN EXPERTO (ART. 45.1. B):	
(12) DECLARACIONES RELATIVAS A LA LISTA DE SECUENCIAS:	LA LISTA DE SECUENCIAS NO VA MÁS ALLÁ DEL CONTENIDO DE LA SOLICITUD LA LISTA DE SECUENCIAS EN FORMATO PDF Y ASCII SON IDENTICOS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(13) EXPOSICIONES OFICIALES:	LUGAR: FECHA:	
(14) DECLARACIONES DE PRIORIDAD:	PAÍS DE ORIGEN: CÓDIGO PAÍS: NÚMERO: FECHA:	
(15) AGENTE/REPRESENTANTE:	APELLIDOS: NOMBRE: NACIONALIDAD: CÓDIGO PAÍS: DNI/CIF/PASAPORTE: DOMICILIO: LOCALIDAD: PROVINCIA: CÓDIGO POSTAL: PAÍS RESIDENCIA: CÓDIGO PAÍS: TELÉFONO: FAX: CORREO ELECTRÓNICO: NÚMERO DE PODER:	PONS ARIÑO ÁNGEL España ES 50534279-J Glorieta Rubén Darío, 4 Madrid 28 Madrid 28010 España ES 20081765
(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN:	DESCRIPCIÓN: REIVINDICACIONES: DIBUJOS: RESUMEN: FIGURA(S) A PUBLICAR CON EL RESUMEN: ARCHIVO DE PRECONVERSIÓN: DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN: JUSTIFICANTE DE PAGO (1): LISTA DE SECUENCIAS PDF: ARCHIVO PARA LA BUSQUEDA DE LS: OTROS (Aparecerán detallados):	<input checked="" type="checkbox"/> N.º de páginas: 22 <input checked="" type="checkbox"/> N.º de reivindicaciones: 23 <input checked="" type="checkbox"/> N.º de dibujos: 9 <input checked="" type="checkbox"/> N.º de páginas: 1 <input type="checkbox"/> N.º de figura(s): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.º de páginas: <input checked="" type="checkbox"/> N.º de páginas: 1 <input type="checkbox"/> N.º de páginas: <input type="checkbox"/>
(17) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASA PREVISTO EN EL ART. 162 DE LA LEY 11/1986 DE PATENTES, DECLARA: BAJO JURAMIENTO O PROMESA SER CIERTOS TODOS LOS DATOS QUE FIGURAN EN LA DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:	DOC COPIA DNI: DOC COPIA DECLARACIÓN DE CARENCIA DE MEDIOS:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.º de páginas: <input type="checkbox"/> N.º de páginas:

<p>DOC COPIA CERTIFICACIÓN DE HABERES: DOC COPIA ÚLTIMA DECLARACIÓN DE LA RENTA: DOC COPIA LIBRO DE FAMILIA: DOC COPIA OTROS:</p>	<p>[] N.º de páginas: [] N.º de páginas: [] N.º de páginas: [] N.º de páginas:</p>
<p>(18) NOTAS:</p>	
<p>(19) FIRMA DIGITAL:</p> <p>FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE:</p> <p>LUGAR DE FIRMA: FECHA DE FIRMA:</p>	<p>ENTIDAD PONS CONSULTORES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL SA - CIF A28750891 - NOMBRE PONS ARIÑO ANGEL - NIF 50534279J Madrid 14 Mayo 2009</p>



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS		
Hoja informativa sobre pago de tasas de una solicitud de patente o modelo de utilidad		
1. REFERENCIA DE SOLICITUD	ES1641.292	
2. TASAS	Importe (en euros)	
Concepto	Código de barras asignado	Importe
Solicitud de demanda de depósito o de rehabilitación.	88004993823	77,94
Solicitud de cambio de modalidad en la protección		0,00
Prioridad extranjera (0)		0,00
Petición IET		0,00
El solicitante se acoge a la exención del pago de tasas	<input type="checkbox"/>	
El solicitante es una Universidad pública	<input type="checkbox"/>	
	Importe total	77,94
	Importe abonado	77,94
	Importe pendiente de pago	0,00

Se ha aplicado el 15% de descuento sobre la tasa de solicitud de acuerdo con la D. Adic. 8.2 Ley de Marcas.

Si no hubiera realizado el pago previamente al envío de la solicitud, consignando los números del código de barras en la casilla correspondiente, recibirá una notificación de la Oficina Española de Patentes y Marcas a partir de la recepción de la cual tendrá un mes para realizar dicho pago.

Transcurrido este plazo, sin que se hubiera procedido al pago de la tasa de solicitud, la solicitud de patente de invención o de modelo de utilidad se tendrá por desistida.



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Oficina Española
de Patentes y Marcas

TASA en materia de Propiedad Industrial
CÓDIGO 511

Modelo
791

Identificación

Ejercicio: 2009
Nro. Justificante: 7915110330906

Sujeto Pasivo:

N.I.F.: Apellidos y Nombre o Razón social:

Calle/Plaza/Avda.: Nombre de la vía pública: Nº Esc Piso Puerta Tfno.

Municipio: Provincia: Código Postal:

Agente o Representante legal: (1)

N.I.F.: Apellidos y Nombre o Razón social:

A28750891 PONS CONSULTORES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL SA

Calle/Plaza/Avda.: Nombre de la vía pública: Nº Esc Piso Puerta Tfno.

Municipio: Provincia: Código Postal:

Código de Agente o Representante: (2) Dígito de control:

0000

0

Autoliquidación

Titular del expediente si es distinto del pagador: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Expediente Modalidad: **P** Número: Tipo: (3)
Clave: **IE01** Año: **2009** Concepto: **Solicitud de Invención por Internet**
Unidades: **1** Importe: **77,94**

Referencia OEPM: **88005018416**



909992100200188005018416

Declarante

Fecha: **14/05/2009**

Firma:

**PONS
CONSULTORES
DE PROPIEDAD
INDUSTRIAL SA**

Ingreso

Importe en Euros:

Adeudo en cuenta:

Entidad:

2100

NRC Asignado:



Oficina:

D.C.

Nro. Cuenta

7915110330906W9C45341E

- (1) Solo cuando el pago se realice con cargo a la cuenta corriente del representante o agente.
- (2) En el caso de que tenga asignado un número por la OEPM.
- (3) En el caso de patentes europeas, se pondrá una P si es el número de publicación o una S si es el número de solicitud.
- (4) Una copia de este impreso se acompañará con la presentación de documentación en la OEPM.

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CONTROL PARA MANIPULADORES

DESCRIPCIÓN

5 OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención pertenece al campo de los sistemas y dispositivos de medición de fuerza y tensiones en general, y más concretamente a una interfaz de control para manipuladores, robots industriales o grúas que funcionan en colaboración directa con los operarios.

El objeto principal de la presente invención es un sistema de control basado en guantes dotados de sensores, que permitan al operario controlar cualquier manipulador con uno o más grados de libertad, coordinando su movimiento de acuerdo con la magnitud, dirección y sentido de la fuerza aplicada por el operario, ejercida sobre la estructura del manipulador o sobre la carga movilizada.

20 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Las grúas y manipuladores son comunes en instalaciones industriales que requieren movilizar cargas elevadas. Típicamente la interfaz de usuario de dichos sistemas consiste en palancas de mandos, botones y más recientemente asideros con sensores de fuerza incorporados tal como se describe en los documentos US 6,738,691 y US 6,204,620. Dichos sistemas son conocidos como "Dispositivos Inteligentes de Ayuda a la Manipulación" (DIAM) y tienen como finalidad proveer de amplificación de potencia humana, logrando consecuentemente mejorar la interfaz de control entre el operario y la grúa en términos de: ergonomía, seguridad y productividad de la planta.

Su arquitectura es muy similar a las grúas tradicionales controladas por botones y palancas de mando, pero incorporan nuevos sensores y elementos de

realimentación de esfuerzo destinados a proveer de sensaciones hápticas al operario, así como nuevos algoritmos de control. La arquitectura de los DIAM que funcionan en cooperación directa con el operario, se encuentra en documentos como US 6,813,542 y US 6,928,336 mientras que en el campo de la teleoperación con realimentación de esfuerzo pueden encontrarse documentos como: US 6,184,868, US 6,985,133 y US 5,184,319. La Compañía Virtual Realities con sede en Galveston TX, USA, ha desarrollado dispositivos para teleoperación con realimentación de esfuerzo, tal es el caso del CyberGlove II y CyberGrasp. El CyberGlove II es un guante de datos, (*data glove*), dotado con goniómetros resistivos. Los guantes de datos son dispositivos que permiten medir los movimientos de los grados de libertad de la mano, dichos movimientos pueden clasificarse en: flexión y abducción de los dedos y rotación de la muñeca. No obstante, la mayoría de los guantes de datos no están dotados de sensores para medir la rotación de la muñeca.

Incorporando al CyberGlove II una Unidad de Medidas Inerciales, UMI, puede obtenerse la posición y orientación de la mano en el espacio y utilizar dicha información para múltiples tareas, una de ellas consiste en controlar robots remotamente. Si además se incorpora el módulo CyberGrasp puede proveerse de realimentación de esfuerzo sobre la mano, lo que mejora significativamente la interfaz hombre-máquina en el sistema teleoperado.

Además de los goniómetros resistivos usados en el CyberGlove II y CyberGrasp, existen otras tecnologías para estimar la flexión y abducción de los dedos. El documento US 5,184,009 emplea fibra óptica y sensores de intensidad colocados convenientemente en las falanges para medir su flexión y abducción. La utilización de fibra óptica para este fin es muy conveniente, dado que puede mimetizarse con facilidad en un guante debido a la propia flexibilidad de la fibra y al poco espacio que ocupa.

El documento "A Survey of Glove-Based Systems and Their Applications" de Dipietro Laura, Sabatini Angelo y Dario Paolo, IEEE Transactions on

Systems, Man and Cybernetics, pp. 461-482, hace un recuento tanto de las aplicaciones de los guantes de datos, como de las distintas versiones de los mismos, dicho estudio abarca desde el año 1994 hasta la fecha de publicación del artículo en julio de 2008.

5

Las aplicaciones de los guantes de datos son muy variadas, algunos de los campos de investigación que comprenden son: diseño y manufactura en la industria, visualización de información en entornos computacionales de diseño gráfico, asistencia en el proceso de reconocimiento de lenguaje para sordomudos, rehabilitación de pacientes afectados por lesiones motrices y en el campo de robótica, los guantes de datos se utilizan para diversos fines tales como: aprendizaje basado en memorización de los movimientos realizados por un humano, control de robots mediante posiciones gestuales de los dedos y control teleoperado de robots en sistemas con o sin realimentación de esfuerzo, para este último caso el documento "Data Glove With a Force Sensor" de Tarchanidis Kostas, Lygouras John, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, pp. 984-989. describe un guante de datos dotado con sensores de fuerza en la zona palmar y en la zona dorsal con un sistema de medición de la flexión de los dedos.

10
15
20

Las interfaces de control para los DIAM que funcionan en cooperación directa con el operario son variadas dependiendo del número de grados de libertad que se desee controlar. En los documentos US 5,865,426 y US 5,915,673 se exponen interfaces de control para los DIAM con un grado de libertad, en ellos se utilizan sensores de fuerza en un asidero para detectar la intención de movimiento del operario, por consiguiente, la velocidad de movimiento del manipulador cambiará proporcionalmente dependiendo de la magnitud de la fuerza aplicada. El movimiento del manipulador es posible solo verticalmente, debido al tipo de manipulador empleado. Mediante la programación de trayectorias predefinidas y usando un manipulador adecuado, puede utilizarse la invención descrita en el documento US 5,915,673 para mover cargas en más de un grado de libertad.

25
30

Un aspecto que debe tratarse con sumo cuidado es el estudio de la estabilidad de los DIAM que funcionan en cooperación directa con el operario. Dicho tema se aborda en el documento US 7,043,337 para una grúa suspendida. En dicho DIAM, el sensor de fuerza ha sido reemplazado por otro, que detecta la desviación del cable suspendido de su posición vertical; posteriormente, y de forma proporcional al ángulo de desviación, se origina movimiento en el plano horizontal. Entiéndase que el movimiento se realiza en dos grados de libertad x , y .

El problema de la estabilidad en los DIAM constituye una complicación importante en aquellos sistemas dotados de sensores de fuerza en el elemento final del manipulador. Este tipo de DIAM funciona bajo la modalidad manos en la carga (*hands on payload*), lo que elimina la necesidad de contar con asideros o botones, basta con que el operario ejerza fuerza sobre el elemento final del manipulador para originar movimiento. Es por ello que este tipo de DIAM provee de las mejoras prestaciones ergonómicas al operario, no obstante, la “no-colocación” de sensores de fuerza y actuadores conlleva a problemas de estabilidad en su operación. La “no-colocación” de sensores y actuadores significa que los actuadores y sensores no residen en la misma ubicación física, encontrándose separados por elementos dinámicos. En el caso de robots, los actuadores están generalmente ubicados en las articulaciones y los sensores de fuerza se encuentran cerca del elemento final, separados de los actuadores por la dinámica de las transmisiones y la dinámica estructural de los eslabones. El artículo “The Interaction of Robots with Passive Environments: Application to Force Feedback Control”, de Colgate Edward, Hogan Neville, *Advanced Robotics* 1989, aborda el problema de estabilidad originado por la “no-colocación” de sensores y actuadores.

Por otra parte los sensores de fuerza colocados en los DIAM que funcionan en el modo manos en la carga, requieren de alta resolución para poder detectar la fuerza aplicada por el operario y de un amplio rango dinámico para soportar el peso de la carga, lo que implica usar sensores de elevado costo.

Una versión mejorada del asidero descrito previamente en el documento US 5,915,673 involucra el uso de un guante donde se incorpora un sensor de fuerza que detecta la presión ejercida por el operario sobre el manipulador. Dicha invención se describe en el documento US 6,681,638. El diseño de dicho
5 guante permite al operario mover el manipulador hasta en tres grados de libertad x , y , z . El movimiento se realiza únicamente a través de trayectorias definidas previamente, programadas vía software. El único sensor de fuerza que incorpora el guante, indica al sistema de control del manipulador la rapidez con que debe moverse, en tal sentido, la fuerza aplicada por el operario y la rapidez del DIAM
10 son magnitudes proporcionales, no obstante, la dirección de la fuerza aplicada por el operario no necesariamente corresponde con la trayectoria descrita por el robot, ya que la única información recopilada por el guante es la magnitud de la fuerza aplicada, mas no su dirección y sentido.

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En la presente invención se describe un sistema de control basado en al menos un guante dotado de sensores, que permite a un operario controlar el
20 movimiento de un manipulador (grúa o robot industrial) con uno o más grados de libertad adaptado para manipular una carga, coordinando su movimiento de acuerdo con la magnitud, dirección y sentido de la fuerza aplicada por dicho operario, pudiendo ejercer dicha fuerza sobre el manipulador o sobre la carga movilizada. Al incorporar un segundo guante en la otra mano, es posible detectar
25 momentos de giro y consecuentemente orientar la carga en el espacio.

Dicho sistema de control consta de uno o dos guantes a ser instalados en las manos del operario, que recogen información tanto de la posición y orientación del guante en el espacio como del módulo, dirección y sentido de la
30 fuerza aplicada, un receptor inalámbrico que recibe información del guante, un computador asociado al receptor inalámbrico, que genera unas consignas de velocidad para cada grado de libertad del manipulador, y unos variadores de

frecuencia que reciben órdenes del computador para controlar el manipulador.

Asimismo cada guante posee en la zona dorsal un sistema de posicionamiento dactilar que mide la flexión y abducción de los cinco dedos, y en
5 la zona palmar un sistema de medición de fuerza dotado de al menos un sensor de fuerza.

El sistema de posicionamiento dactilar consta preferentemente de unos emisores de luz, preferentemente seis, instalados en una caja opaca para evitar
10 la interferencia de luz proveniente del exterior. Estos emisores de luz están conectados cada uno a un segmento de fibra óptica. Para medir la flexión y abducción de los dedos de la mano se mide la atenuación de la onda propagada a través del segmento de fibra óptica, siendo esta atenuación proporcional al ángulo de flexión propio de cada segmento de fibra óptica.

15 También es posible que, para la medición del arco palmar, flexión y abducción de los cinco dedos, el sistema de posicionamiento espacial disponga de medios tales como: goniómetros resistivos, electrogoniómetros, sensores de efecto hall, sensores capacitivos, sensores de inducción magnética, elastómeros
20 conductores piezorresistivos, y/o un sistema de cámaras instaladas en los linderos del espacio de trabajo del operario.

En dicha caja opaca se encuentra también instalado un convertidor analógico digital que digitaliza las magnitudes de unos sensores de intensidad
25 presentes en cada uno de los segmentos de fibra, que preferentemente son veintiuno, y transmite mediante un cable los paquetes de datos hasta una unidad de comunicación, que preferentemente consiste en una unidad inalámbrica.

Dicha unidad de comunicación envía la información recopilada al receptor
30 inalámbrico mediante unos medios seleccionados entre: ondas electromagnéticas, un cable, fibra óptica, señales de infrarrojo y señales ultrasónicas.

Con el fin de medir la posición y orientación del guante en el espacio, se dispone de una Unidad de Medidas Inerciales (UMI), dotada preferentemente con acelerómetros y giróscopos que permite posicionar y orientar la mano en un espacio de tareas de hasta seis dimensiones, x, y, z, guiñada, cabeceo y balanceo. Preferentemente la UMI se ubica en el plano formado por la zona dorsal del guante, pudiéndose reconstruir tanto la posición y orientación de la mano en el espacio, como la flexión y abducción de los dedos. Dicha UMI se comunica con la unidad de comunicación inalámbrica mediante un cable.

También es posible que dicha unidad de medidas inerciales esté dotada de unos medios seleccionados entre: emisores y receptores infrarrojos, emisores y receptores de ultrasonido, o un sistema de posicionamiento global mediante satélites que orbitan alrededor de la tierra.

Por otra parte el sistema de medición de fuerza está conformado por una serie de sensores de fuerza distribuidos uniformemente en toda la superficie palmar y una unidad de medición de resistencia que se encarga de efectuar mediciones sobre todos los sensores de fuerza instalados en el guante. Esta información se envía a la unidad de comunicación inalámbrica ubicada en la zona dorsal del guante a través de un cable.

Preferentemente el sistema de medición de fuerza presenta veintiséis sensores de fuerza. Asimismo es posible que dichos sensores se seleccionen entre: sensores piezorresistivos, galgas extensiométricos y contactos eléctricos.

Cada sensor de fuerza presenta preferentemente dos terminales cuya conductividad cambia proporcionalmente conforme la magnitud de la fuerza aplicada. Estos terminales se dirigen hacia la unidad de medición de resistencia.

En una realización preferente de la invención, para mejorar la ergonomía del guante, los terminales de los sensores de fuerza están agrupados convenientemente y se encuentran en envolturas para facilitar el traslado de los

mismos hasta la unidad de medición de resistencia.

El computador se encarga de procesar los datos recopilados por los sistemas de sensores instalados en cada guante. El procesamiento de dichos
5 datos involucra coordinar el movimiento del manipulador de acuerdo a la magnitud, dirección y sentido de la fuerza aplicada por el operario.

Para controlar al manipulador, el operario se coloca un guante en cualquiera de sus manos y ejerce presión sobre la carga en la dirección de
10 movimiento deseada.

El módulo de la fuerza aplicada por el operario sobre la carga o el manipulador se obtiene a partir de las mediciones efectuadas en los sensores de fuerza del guante. La dirección y sentido de cada contribución de fuerza se
15 obtiene a partir de la reconstrucción de la posición y orientación de la mano en el espacio. Dicha reconstrucción involucra conocer tanto la posición y orientación de la mano como la de los dedos, para ello el sistema se vale tanto de la unidad de medidas inerciales como del sistema de posicionamiento que mide la abducción y flexión de los dedos.

20 Con dicha información se obtiene una serie de vectores de fuerza (tantos como sensores de fuerza haya en el guante) los cuales se suman vectorialmente para conseguir un vector fuerza resultante, dicho vector es consecuentemente colineal con la intención de movimiento del operario.

25 Para controlar la rapidez del manipulador, el sistema se vale del módulo de la fuerza resultante, de tal forma que un incremento en la fuerza resultante produzca proporcionalmente un aumento en la rapidez del manipulador. El vector fuerza resultante provee de información suficiente al computador para
30 controlar hasta tres grados de libertad de movimiento del manipulador x , y , z , con esto se logra posicionar la carga en tres dimensiones.

Para orientar la carga en el espacio es necesario contar con un segundo guante con las mismas prestaciones descritas. Los movimientos de orientación se coordinan a partir de los momentos de fuerza, cuya reconstrucción se realiza a partir del vector fuerza resultante de cada guante y de su posición en el espacio.

El eje de giro que se considera fijo para la medición de los pares de giro y vectores directores, puede encontrarse en cualquier punto de la distancia entre ambos guantes. Una realización preferente de la invención sitúa dicho punto equidistantemente de ambos guantes con lo que se obtienen dos vectores directores de igual magnitud.

La velocidad de giro de la carga depende de la sumatoria vectorial de los momentos de giro medidos para cada guante. A mayor momento de giro, la velocidad rotacional crecerá proporcionalmente. Al igual que sucede con los movimientos traslacionales, los movimientos de rotación también son colineales respecto al momento resultante aplicado.

Al incluir un segundo guante, se puede orientar la carga en el espacio de tareas con dimensión seis: x , y , z , guiñada, cabeceo y balanceo, ya que la lógica residente en el computador puede discernir entre los momentos de giro que causan rotación y las fuerzas que causan traslación. Para tal fin el algoritmo de control residente en el computador tiene en cuenta un modelo del comportamiento dinámico del sólido rígido en el espacio.

El eje de giro fijado para la medición de los momentos de fuerza, no coincide necesariamente con el eje de giro del manipulador ubicado en su elemento final, ya que el operario no debe aplicar necesariamente fuerza sobre la carga para moverla; el operario también puede ejercer presión sobre la estructura del propio manipulador, bien sea para ocasionar movimientos de traslación o rotación de la carga.

El manipulador controlado por el operario incorpora adicionalmente como elemento de seguridad un detector de contacto, que preferentemente es de tipo electromagnético, con el fin de determinar cuándo el operario efectivamente ejerce fuerza sobre la carga o el propio manipulador. La lógica de seguridad debe permitir el movimiento del manipulador única y exclusivamente cuando el operario ejerza fuerza sobre la carga o bien sobre el propio manipulador. Con esto se evitan movimientos involuntarios de éste, provocados por descuidos del operario al ejercer fuerza sobre algún elemento distinto a los mencionados. También es posible que dicho detector de contacto sea electrostático.

Se resume a continuación las etapas del procedimiento de control para manipuladores descrito anteriormente, para el caso en que se emplee un solo guante:

- comprobación de si el detector de contacto del manipulador está activado,
- inhabilitación para controlar el manipulador en caso de que el detector de contacto no esté activado,
- reconstrucción de la posición y orientación de la mano en el espacio en caso de que el detector de contacto sí esté activado,
- lectura de los sensores de fuerza instalados en el guante,
- generación de los vectores de fuerza individuales de cada sensor de fuerza,
- cálculo de la suma vectorial de los vectores de fuerza individuales para generar el vector fuerza resultante F_r .
- aplicación de la ley proporcional $V_r = k \cdot F_r$ para generar los perfiles de velocidad correspondientes de cada grado de libertad,
- transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia correspondiente para generar movimiento en el manipulador en hasta tres grados de libertad.

Asimismo para el control de manipuladores empleando dos guantes el procedimiento de control comprende las siguientes etapas:

- comprobación de si el detector de contacto del manipulador está activado,
- inhabilitación para controlar el manipulador en caso de que el detector de contacto no esté activado,
- 5 - reconstrucción de la posición y orientación de las manos izquierda y derecha en caso de que el detector de contacto sí esté activado,
- lectura de los sensores de fuerza instalados en cada uno de los dos guantes,
- generación de los vectores de fuerza individuales de los sensor de fuerza de cada guante,
- 10 - cálculo de la suma vectorial de los vectores de fuerza individuales para generar el vector de fuerza resultante de cada guante, F_{ri} , F_{rd} ,
- comprobación de si alguno de los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd} son iguales a cero,
- 15 - determinación de los vectores directores r_i , r_d de cada vector de fuerza resultante en caso de que los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd} sean distintos de cero,
 - i. aplicación de las leyes de la dinámica de cuerpos en el espacio para determinar la velocidad rotacional y traslacional de la carga,
 - 20 ii. transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia correspondiente para generar movimiento en el manipulador en hasta seis grados de libertad,
- 25 - aplicación de la ley proporcional $V_r = k \cdot F_r$ para generar los perfiles de velocidad correspondientes para cada grado de libertad, en caso de que alguno de los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd} sean iguales a cero,
 - i. transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia correspondiente para generar movimiento en el manipulador en hasta tres grados de libertad.
 - 30

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con el fin de mejorar la comprensión sobre el funcionamiento de la invención presentada y de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se incluye como parte integrante de la descripción una serie de dibujos donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha presentado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra la zona palmar y dorsal de una mano derecha humana.

Figura 2.- Vista de la zona dorsal del guante de acuerdo con una realización preferente de la invención donde se muestra el sistema de medición de la posición, orientación y abducción de los cinco dedos de la mano.

Figura 3.- Vista de la zona palmar del guante de acuerdo con una realización preferente de la invención donde se muestra el sistema de medición de fuerza para los cinco dedos y la palma de la mano.

Figura 4.- Muestra a un operario utilizando el guante descrito en la presente invención para movilizar una carga sostenida por un manipulador.

Figura 5.- Muestra la distribución de las fuerzas individuales aplicadas por un operario sobre la carga, las cuales son medidas por el sistema de medición de fuerza instalado en el guante.

Figura 6.- Diagrama de flujo para controlar el movimiento de un manipulador con hasta tres grados de libertad x, y, z, empleando el guante descrito en la presente invención como interfaz entre el operario y el manipulador.

Figura 7.- Muestra la distribución de las fuerzas individuales aplicadas por un operario sobre la carga, cuando emplea ambas manos para orientar al objeto en el espacio, siendo las fuerzas resultantes de cada mano de igual módulo y dirección pero sentido contrario.

5

Figura 8.- Muestra la distribución de las fuerzas individuales aplicadas por un operario sobre la carga, cuando emplea ambas manos para orientar al objeto en el espacio, siendo las fuerzas resultantes de cada mano de diferente módulo, dirección y sentido.

10

Figura 9.- Diagrama de flujo para controlar el movimiento de un manipulador con hasta seis grados de libertad x, y, z, guiñada, cabeceo y balanceo, empleando un guante en cada mano.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describen a continuación algunas realizaciones preferentes de la invención. La figura 1 muestra la zona palmar (102) y dorsal (101) de una mano
5 (1) derecha humana, asimismo se distingue la falange distal (103), la falange media (104) y la falange proximal (105) del dedo índice.

En la figura 2 se observa la zona dorsal de un guante (5) donde se encuentra instalado un sistema de posicionamiento espacial (7) y un sistema de
10 posicionamiento dactilar (2). El sistema de posicionamiento dactilar (2) consta de seis emisores de luz instalados en un compartimiento opaco (204) para evitar la interferencia de luz proveniente del exterior. Los seis emisores de luz están conectados cada uno a un segmento de fibra óptica (202, 209, 219, 220, 221, 222). Para medir la flexión y abducción de los dedos de la mano (1) se mide la
15 atenuación de la onda propagada a través del segmento de fibra óptica (230), la atenuación es proporcional al ángulo de flexión propio de cada segmento de fibra óptica (230).

Para el caso particular del dedo índice, la señal transmitida por el emisor
20 instalado en la caja opaca (204) se propaga a través del primer segmento de fibra (202) hasta el primer sensor de intensidad (203) que convierte la potencia de la señal luminosa a una señal eléctrica la cual se mide mediante un conversor analógico digital instalado en la caja opaca (204). El primer sensor de intensidad luminosa (203) del dedo índice genera una señal eléctrica que es transmitida por
25 un cable de par trenzado que subyace debajo del segmento de fibra óptica (202).

La onda que se propaga a través del primer segmento de fibra (202) continúa su propagación a través del segundo segmento (207) y en caso de haber flexión entre la falange proximal (105) y el plano formado por la zona
30 dorsal de la mano (101), el segundo sensor de intensidad (211) arrojará una medición inferior a la del primer sensor (203). Dicha diferencia en magnitud corresponde proporcionalmente con el ángulo de flexión entre la falange

proximal (105) del dedo índice y el plano formado por la zona dorsal de la mano (101).

5 El mismo procedimiento se repite para las falanges media (104) y distal (103), el tercer (212) y cuarto segmento (214) de fibra, el tercer (213) y cuarto sensor de intensidad (215). En el caso del cuarto sensor de intensidad (215) se ha incorporado una terminación acoplada convenientemente para evitar reflexiones. Con las magnitudes de los sensores de intensidad (203, 211, 213, 215) se logra reconstruir espacialmente la flexión de las tres falanges del dedo
10 índice (103, 104, 105) respecto al plano formado por la zona dorsal de la mano (101). Este procedimiento se repite de igual forma para las tres falanges de los dedos anular, medio y meñique.

15 El dedo pulgar posee únicamente dos falanges y por tanto requiere únicamente de tres segmentos de fibra óptica (219, 226, 227) y tres sensores de intensidad (201, 206, 208) para determinar su flexión.

20 Los segmentos de fibra ubicados sobre los músculos abductores (209) y oponentes del pulgar (224) miden la abducción del pulgar con el mismo principio que para el resto de los dedos. De acuerdo a una realización preferente de la invención, se emplean únicamente dos sensores de intensidad (223, 225) para estimar la abducción del pulgar, no obstante pudieran incorporarse más sensores tanto en el pulgar como en el resto de los dedos con el fin de medir todos los grados de libertad con los que cuenta la mano (1) humana, incluyendo
25 los movimientos de la muñeca.

30 En la medida en que se coloquen más sensores para medir el movimiento en las articulaciones de la mano (1), se mejorarían las prestaciones de la invención bajo los criterios de: ergonomía y correspondencia de la fuerza aplicada por el operario (6) con la velocidad del manipulador (4), no obstante la esencia de la invención seguiría siendo la misma.

El convertidor analógico digital instalado en la caja opaca (204) digitaliza las magnitudes de los veintiún sensores de intensidad (201, 203, 206, 208, 211, 213, 215, 223, 225) con los que cuenta el sistema de posicionamiento dactilar (2) y transmite mediante un cable (205) los paquetes de datos hasta la unidad de comunicación (210), que para la realización preferente de la invención consiste en una unidad inalámbrica.

Para posicionar y orientar a la mano (1) en un espacio de tareas de seis dimensiones x, y, z, guiñada, cabeceo y balanceo es necesario contar con un sistema de posicionamiento espacial (7), de acuerdo a una realización preferente de la invención se emplea una Unidad de Medidas Inerciales, UMI (701) de seis grados de libertad dotada con acelerómetros y giroscopios. La UMI (701) se ubica en el plano formado por la zona dorsal del guante (5) respecto al cual se referencian las mediciones de flexión y abducción de los dedos, pudiéndose reconstruir tanto la posición y orientación de la mano (1) en el espacio, como la flexión y abducción de los dedos. La UMI (701) se comunica con la unidad de comunicación inalámbrica (210) mediante un cable (702).

En la figura 3 se muestra la zona palmar de un guante (5) diestro en donde se encuentra instalado un sistema de medición de fuerza (3). Este sistema está conformado por sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) piezorresistivos. Para el caso del dedo índice se cuenta con tres sensores de fuerza (301, 306, 307) ubicados respectivamente en la zona palmar de la falange distal (103), media (104) y proximal (105). Los dedos medio, anular y meñique cuentan cada uno con tres sensores de fuerza (312, 313, 314). Dado que el dedo pulgar posee únicamente dos falanges, éste sólo cuenta con dos sensores de fuerza (308, 309). De igual forma se dispone de sensores para medir la fuerza ejercida por los músculos abductor (305) y oponente (310) del dedo pulgar. Adicionalmente el sistema cuenta con doce sensores para medir la distribución de fuerza en la palma de la mano (1), repartidos uniformemente sobre ella.

Los dos cables (302) del sensor de fuerza ubicado en la falange distal (103) del dedo índice son los terminales del sensor piezorresistivo (301) cuya conductividad cambia proporcionalmente conforme la magnitud de la fuerza aplicada. La unidad de medición de resistencia (304) se encarga de efectuar mediciones sobre todos los sensores de fuerza instalados en el guante (5). Dicha información se envía a la unidad de comunicación inalámbrica (210) ubicada en la zona dorsal del guante (5) a través de un cable (217).

Para mejorar la ergonomía del guante (5), los terminales de los sensores de fuerza están agrupados convenientemente en grupos (311) de varios cables y se encuentran en envolturas (303) para facilitar el traslado de los mismos hasta la unidad de medición de resistencia (304).

En la figura 4 se muestra a un operario (6) usando en su mano derecha (216) el guante (5) descrito en la presente invención para controlar un manipulador (4) de estructura angular de cuatro grados de libertad x , y , z , balanceo; para ello se usan unos actuadores (401, 402, 403, 404) convenientemente instalados en las articulaciones correspondientes. La pinza (405) instalada en el manipulador (4) sujeta a la carga (406) que se desplaza hasta su posición final (408) por acción de la fuerza resultante F_r (409) ejercida por el operario (6). Para estimar la magnitud, dirección y sentido de la fuerza resultante F_r (409), el guante (5) sensorizado descrito en la presente invención debe valerse del sistema de posicionamiento espacial (7), del sistema de posicionamiento dactilar (2) y del sistema de medición de fuerza (3); mediante ellos puede reconstruirse la magnitud, dirección y sentido de las veintiséis contribuciones individuales de fuerza correspondientes a cada sensor. Luego bastará con sumar vectorialmente dichas contribuciones para obtener el vector fuerza resultante F_r (409).

En la figura 5 se ilustra un caso particular donde sólo intervienen siete contribuciones individuales de fuerza ($F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7$), las contribuciones individuales F_5, F_6, F_7 corresponden a los sensores de fuerza del dedo índice

(301, 306, 307). La contribución individual F_1 , correspondiente al sensor de fuerza (309) de la falange distal del dedo pulgar también existe, por encontrarse la carga (406) en contacto con dicho punto. Lo mismo sucede con la contribución F_4 . No obstante las contribuciones F_2 y F_3 correspondiente a un sensor del dedo pulgar (308) y otro de la palma (305) son nulas, debido a que no existe contacto entre ellas y la carga (406).

Después de generar las contribuciones individuales $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7$, se procede a realizar su suma vectorial y generar el vector fuerza resultante F_r (409), a partir del cual, aplicando la ley proporcional $V_r = K \cdot F_r$ se obtiene la velocidad resultante V_r (410), donde K es un escalar que representa la sensibilidad del guante (5) a la fuerza aplicada por el operario (6), nótese que tanto F_r como V_r son colineales y están relacionados mediante K .

La fuerza resultante F_r (409) y la velocidad resultante V_r (410) se transmiten desde la unidad de comunicación inalámbrica (210) instalada en la zona dorsal del guante (5) hasta el receptor inalámbrico (412) ubicado en las cercanías del manipulador (4). En la figura 4 se observa además un computador (411) que controla un manipulador (4) de cuatro grados de libertad. Dicho computador (411) recibe las coordenadas del vector velocidad resultante V_r (410) provenientes del receptor inalámbrico (412) y genera las consignas de velocidad para cada grado de libertad, las cuales se transmiten a los variadores de frecuencia (413) que manejan cada uno de los cuatro actuadores (401, 402, 403, 404) del manipulador (4).

Las figuras 4 y 5 muestran a un operario (6) ejerciendo presión directamente sobre la carga (406), no obstante y de acuerdo a una realización preferente de la invención, también se permite el movimiento de la carga (406) por acción de una fuerza ejercida por el operario (6) sobre el manipulador (4), con esto se amplía considerablemente el área sobre la cual el operario (6) puede ejercer presión para controlar al manipulador (4).

Con el fin de evitar movimientos involuntarios del manipulador (4) se instala un detector de contacto distribuido (422), el cual de acuerdo a una realización preferente de la invención ha consistido en uno del tipo electromagnético. El campo electromagnético generado por el detector está confinado a la estructura metálica del manipulador (4) y la carga (406), dicho campo se altera únicamente cuando el operario (6) toca al manipulador (4) o a la carga (406), bajo tal condición está permitido el movimiento del manipulador (4). En aquellos casos en los cuales el operario (6) ejerza presión sobre algún elemento diferente a los mencionados, el detector de contacto distribuido (422) no se activará y por consiguiente el movimiento del manipulador (4) se inhabilitará. El procedimiento descrito se resume mediante el diagrama de flujo de la figura 6.

El operario (6) de la figura 4 al emplear un guante (5) sensorizado en su mano derecha (216) puede controlar el movimiento del manipulador (4) y por ende de la carga (406) hasta tres grados de libertad x, y, z. Para poder orientar a la carga (406) y proveer de seis grados de libertad de movimiento: x, y, z, guiñada, cabeceo y balanceo, es necesario contar con un segundo guante (5) en la mano izquierda (216i) tal como se muestra en la figura 7. Los guantes (5) derecho e izquierdo son semejantes el uno del otro y poseen las mismas funcionalidades y características descritas previamente en la realización preferente de la invención donde se emplea un solo guante (5), mostrada en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

Los sistemas de posicionamiento dactilar (2d, 2i) situados en el guante derecho e izquierdo, conjuntamente con los sistemas de medición de fuerza (3d, 3i) instalados en el guante derecho e izquierdo, permiten generar dos vectores de fuerza resultante; F_{ri} (409i) y F_{rd} (409d) con sus respectivos vectores directores R_i (417i) y R_d (417d), lo que permite obtener un par T (419) y por consiguiente una velocidad angular ω (420) cuya dirección y sentido va a depender de las fuerzas aplicadas por el operario (6).

La fuerza resultante para cada guante (5): F_{ri} (409i) para el izquierdo y F_{rd} (409d) para el derecho, se obtienen de la misma forma para el caso donde se emplea un solo guante (5); en tal sentido se obtienen los vectores individuales de fuerza correspondientes a cada sensor y luego se efectúan las dos sumas vectoriales.

Los vectores directores R_i (417i) y R_d (417d) son considerados de acuerdo a una realización preferente de la invención como de igual magnitud y dirección pero en sentido contrario, lo que implica que el punto imaginario de giro de la carga (406), O_G (418), se sitúa espacialmente en el punto medio de la distancia entre ambos guantes (5).

El par T (419) y la velocidad angular ω (420) medidos por los sistemas instalados en los guantes (5) de la mano derecha (216d) e izquierda (216i) del operario (6), permiten mover la carga (406) hasta en tres grados de libertad: guiñada, cabeceo y balanceo. Para proveer de seis grados de libertad de movimiento (x , y , z , guiñada, cabeceo y balanceo) a partir de las fuerzas resultantes F_{ri} (409i), F_{rd} (409d) y los vectores directores R_i (417i) y R_d (417d) es necesario aplicar a la carga (406) las leyes dinámicas de sólido rígido en el espacio con el fin de determinar la velocidad traslacional y angular ω (420) de la carga (406).

Para el caso particular mostrado en la figura 7, tanto las fuerzas resultantes F_{ri} (409i) y F_{rd} (409d) como los vectores directores R_i (417i) y R_d (417d) son iguales en magnitud y dirección pero en sentido contrario; al aplicar las leyes dinámicas de sólido rígido en el espacio se deduce que la velocidad traslacional es nula existiendo únicamente componente angular ω (420).

La figura 8 muestra un caso donde el operario (6) emplea dos guantes (5) para controlar a la carga (406) y coexisten tanto velocidades de rotación ω (420) como de traslación V_t (421). Nótese que para este caso las componentes de fuerza resultante de cada guante (5), F_{ri} (409i) y F_{rd} (409d), son ortogonales

entre sí y generan cada una componentes de velocidad de rotación ω (420) y traslación V_t (421) que deben determinarse a través de las leyes dinámicas de sólido rígido en el espacio.

5 Al igual que sucede para la modalidad de control donde el operario (6) emplea una sola mano (1), los vectores fuerza resultante de cada guante (5), F_{ri} (409i), F_{rd} (409d), y los vectores directores R_i (417i), R_d (417d) se transmiten desde las unidades de comunicación inalámbrica de cada guante (210i, 210d) hasta el receptor inalámbrico (412) que luego envía al computador (411), el cual
10 se encarga de generar las consignas de velocidad para cada grado de libertad. Dichas consignas se transmiten a los variadores de frecuencia (413) que manejan cada uno de los cuatro actuadores (401, 402, 403, 404) del manipulador (4). La realización preferente de la invención emplea un manipulador (4) con sólo cuatro grados de libertad de movimiento: x, y, z,
15 balanceo, lo que implica que aún cuando el guante (5) sensorizado descrito en la presente invención pueda controlar hasta seis grados de libertad, las características propias del manipulador (4) permiten movimiento únicamente en cuatro grados; para saldar esta aparente incompatibilidad, en el computador (411) se anulan las componentes de guiñada y cabeceo generadas al aplicar las
20 leyes dinámicas de sólido rígido en el espacio a las fuerzas medidas por los guantes (5), F_{ri} (409i), F_{rd} (409d).

Aún cuando las figuras 7 y 8 muestren a un operario (6) ejerciendo presión directamente sobre la carga (406) con ambas manos (216i, 216d) para
25 originar movimientos traslacionales y rotacionales; es posible de acuerdo a una realización preferente de la invención, generar dichos movimientos mediante acción directa del operario (6) sobre la estructura metálica del manipulador (4), esto se hace para mantener la compatibilidad con la modalidad de operación bajo un solo guante (5), en cuyo caso el movimiento del conjunto está permitido
30 bien sea que el operario (6) ejerza presión sobre la carga (406) o el manipulador (4).

El eje de giro O_G (418), fijado para la medición de los momentos de fuerza T (419), no necesariamente coincide con el eje de la carga (406) o con su centro de masa, esta peculiaridad constituye una realización preferente de la invención para permitir los movimientos rotacionales de la carga (406) en aquellos casos en los cuales el operario (6) no ejerza presión sobre ella sino sobre el manipulador (4). En cualquier caso, el eje de giro O_G (418) se considera ubicado en el punto medio de la distancia entre ambos guantes (5), bien sea que el operario (6) actúa sobre la carga (406) o sobre el manipulador (4).

También es necesario para la modalidad de control donde se emplean dos guantes (5) el uso del detector de contacto distribuido (422), con el fin de evitar movimientos involuntarios del manipulador (4). La lógica de seguridad es la misma independientemente si se usan uno dos guantes (5) para controlar al manipulador (4), en tal sentido el movimiento del manipulador (4) se permite únicamente cuando el detector de contacto (422) se encuentra activado. De acuerdo a una realización preferente de la invención, en aquellos casos en los cuales el detector de contacto (422) se encuentre activado y alguno de los dos vectores fuerza resultante sea nulo, los movimientos del manipulador (4) se permiten sólo en tres grados de libertad x , y , z , y se asume el vector fuerza resultante de la mano derecha F_{rd} (409d) o izquierda F_{ri} (409i) según sea el caso, como el único existente y a partir de dicho vector se genera la velocidad resultante V_r (410) correspondiente, usándose los mismos criterios para la modalidad de control de un solo guante (5).

El diagrama de flujo de la figura 9 resume el algoritmo de operación para movilizar a un manipulador (4) hasta en seis grados de libertad cuando se emplean dos guantes (5) sensorizados.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control para manipuladores que permite a un operario (6) controlar el movimiento de un manipulador (4) con uno o más grados de libertad adaptado para manipular una carga (406), ejerciendo presión con una o ambas manos (1) en la dirección de movimiento deseada sobre el manipulador (4) o la carga (406) caracterizado porque el sistema comprende al menos un guante (5) dotado de sensores que recoge información tanto de la posición y orientación del guante (5) como del módulo, dirección y sentido de la fuerza aplicada, un receptor inalámbrico (412) que recibe información del guante (5), un computador (411) asociado al receptor inalámbrico (412), que genera unas consignas de velocidad para cada grado de libertad del manipulador (4), y unos variadores de frecuencia (413) que reciben órdenes del computador (411) para controlar el manipulador (4).
2. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 1, caracterizado porque el guante (5) posee en su zona dorsal un sistema de posicionamiento dactilar (2) que mide la flexión y abducción de los cinco dedos.
3. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 1, caracterizado porque el guante (5) posee en su zona palmar un sistema de medición de fuerza (3) que mide las fuerzas aplicadas por el operario (6) sobre el manipulador (4) o sobre la carga (406) movilizada.
4. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 2, caracterizado porque el sistema de posicionamiento dactilar (2) está constituido por una unidad de comunicación (210) que emite la información recogida por el guante (5) al receptor inalámbrico (412) y una caja opaca (204) que presenta en su interior unos emisores de luz instalados, los cuales están conectados a unos segmentos de fibra óptica (7) que contienen unos sensores de intensidad (201, 203, 206, 208, 211, 213, 215, 223, 225).

5. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 4, caracterizado porque la unidad de comunicación (210) es inalámbrica.
6. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 4, caracterizado porque la unidad de comunicación (210) utiliza, para el envío de la información recogida por el/los guantes (5), unos medios seleccionados entre:
ondas electromagnéticas,
un cable,
fibra óptica,
señales de infrarrojo, y
señales ultrasónicas.
7. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 4, caracterizado porque la caja opaca (204) contiene adicionalmente un convertidor analógico digital.
8. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicaciones 4 ó 7, caracterizado porque la caja opaca (204) contiene en su interior seis emisores de luz conectados con seis segmentos de fibra óptica (202, 209, 219, 220, 221, 222).
9. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 4, caracterizado porque el sistema de posicionamiento dactilar (2) presenta veintiún sensores de intensidad (201, 203, 206, 208, 211, 213, 215, 223, 225).
10. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2, 4 ó 9 caracterizado porque el sistema de posicionamiento espacial (7) dispone adicionalmente de una Unidad de Medidas Inerciales, (UMI), (701) que permite posicionar y orientar la mano (1) en un espacio de tareas de hasta seis dimensiones, x, y, z, guiñada, cabeceo y balanceo.

11. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 10, caracterizado porque la Unidad de Medidas Inerciales (701) está ubicada en el plano formado por la zona dorsal del guante (5).
- 5 12. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 ó 11, caracterizado porque la Unidad de Medidas Inerciales (701) está dotada de medios seleccionados entre:
- 10 acelerómetros y giroscopios,
 emisores y receptores infrarrojos,
 emisores y receptores de ultrasonido, y
 sistema de posicionamiento global mediante satélites que orbitan en torno a la tierra.
13. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 3, caracterizado porque el sistema de medición de fuerza (3) comprende una
15 unidad de medición de resistencia (304) y una serie de sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) distribuidos uniformemente en toda la superficie palmar.
- 20 14. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 13, caracterizado porque el sistema de medición de fuerza (3) dispone de veintiséis sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314).
- 25 15. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 ó 14, caracterizado porque cada sensor de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) presenta al menos un par de terminales (302) cuya conductividad cambia proporcionalmente conforme la magnitud de la fuerza aplicada.
- 30 16. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 15, caracterizado porque los terminales (302) se encuentran dentro de unas envolturas (303).

17. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 1, caracterizado porque el manipulador (4) incorpora unos actuadores (401, 402, 403 y 404) que generan el movimiento de la carga (406) en hasta tres grados de libertad cuando el operario (6) ejerce presión con una sola mano (1), y en hasta
5 seis grados de libertad cuando el operario (6) ejerce presión con ambas manos (1).
18. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 17, caracterizado porque el manipulador (4) incorpora un
10 detector de contacto (422) para evitar movimientos involuntarios del manipulador (4).
19. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 18, caracterizado porque el detector de contacto (422) es de un tipo seleccionado
15 entre:
- detector de contacto (422) electromagnético, y
 - detector de contacto (422) electrostático.
20. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con reivindicación 2, caracterizado porque el sistema de posicionamiento dactilar (2) dispone para la
20 medición del arco palmar, flexión y abducción de los cinco dedos, de medios seleccionados entre:
- goniómetros resistivos,
 - electrogoniómetros,
 - 25 sensores de efecto hall,
 - sensores capacitivos,
 - sensores de inducción magnética,
 - elastómeros conductores piezorresistivos, y
 - sistema de cámaras instaladas en los linderos del espacio de trabajo del
30 operario (6).

21. Sistema de control para manipuladores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13, 14 ó 15 caracterizado porque el sistema de medición de fuerza (3) dispone para la medición de las fuerzas aplicadas de sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) seleccionados entre:
- 5 sensores piezorresistivos,
 galgas extensiométricas, y
 contactos eléctricos.
22. Procedimiento de control para manipuladores para el sistema de control descrito en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21, cuando se emplea un
- 10 solo guante (5) caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
- comprobación de si el detector de contacto (422) del manipulador (4) está activado,
 - inhabilitación para controlar el manipulador (4) en caso de que el

15 detector de contacto (422) no esté activado,

 - reconstrucción de la posición y orientación de la mano (1) en el espacio en caso de que el detector de contacto (422) sí esté activado,
 - lectura de los sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309,

20 310, 312, 313, 314) instalados en el guante (5),

 - generación de los vectores de fuerza individuales de cada sensor de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314),
 - cálculo de la suma vectorial de los vectores de fuerza individuales para generar el vector fuerza resultante F_r (409),

25

 - aplicación de la ley proporcional $V_r = k \cdot F_r$ para generar los perfiles de velocidad correspondientes de cada grado de libertad,
 - transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia (413) correspondiente para generar movimiento en el manipulador (4) en hasta tres grados de libertad.
- 30

23. Procedimiento de control para manipuladores para el sistema de control descrito en una cualquiera de las reivindicaciones 1-21, cuando se emplean dos guantes (5) caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- 5 - comprobación de si el detector de contacto (422) del manipulador (4) está activado,
- inhabilitación para controlar el manipulador (4) en caso de que el detector de contacto (422) no esté activado,
- reconstrucción de la posición y orientación de las manos (1) izquierda y derecha en caso de que el detector de contacto (422) sí
10 esté activado,
- lectura de los sensores de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) instalados en cada uno de los dos guantes (5),
- generación de los vectores de fuerza individuales de los sensor de fuerza (301, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 312, 313, 314) de cada
15 guante (5),
- cálculo de la suma vectorial de los vectores de fuerza individuales para generar el vector de fuerza resultante de cada guante (5), F_{ri} , F_{rd} ,
- comprobación de si alguno de los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd}
20 son iguales a cero,
- determinación de los vectores directores r_i , r_d de cada vector de fuerza resultante en caso de que los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd} sean distintos de cero,
 - i. aplicación de las leyes de la dinámica de cuerpos en el
25 espacio para determinar la velocidad rotacional y traslacional de la carga (406),
 - ii. transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia (413) correspondiente para generar movimiento en el manipulador (4) en hasta seis grados de libertad,
- 30 - aplicación de la ley proporcional $V_r = k \cdot F_r$ para generar los perfiles de velocidad correspondientes para cada grado de libertad, en caso de que alguno de los dos vectores de fuerza F_{ri} , F_{rd} sean

iguales a cero,

- i. transmisión de cada perfil de velocidad al variador de frecuencia (413) correspondiente para generar movimiento en el manipulador (4) en hasta tres grados de libertad.

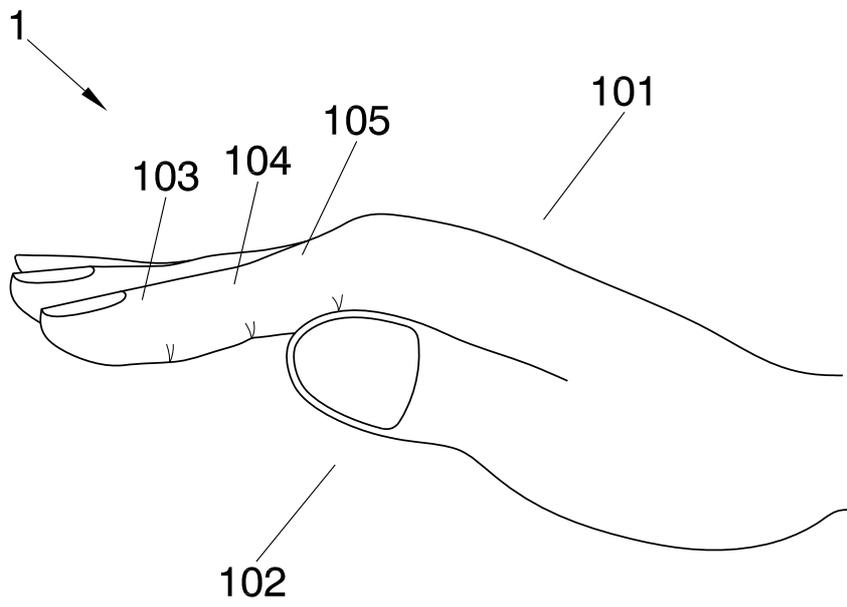


FIG. 1

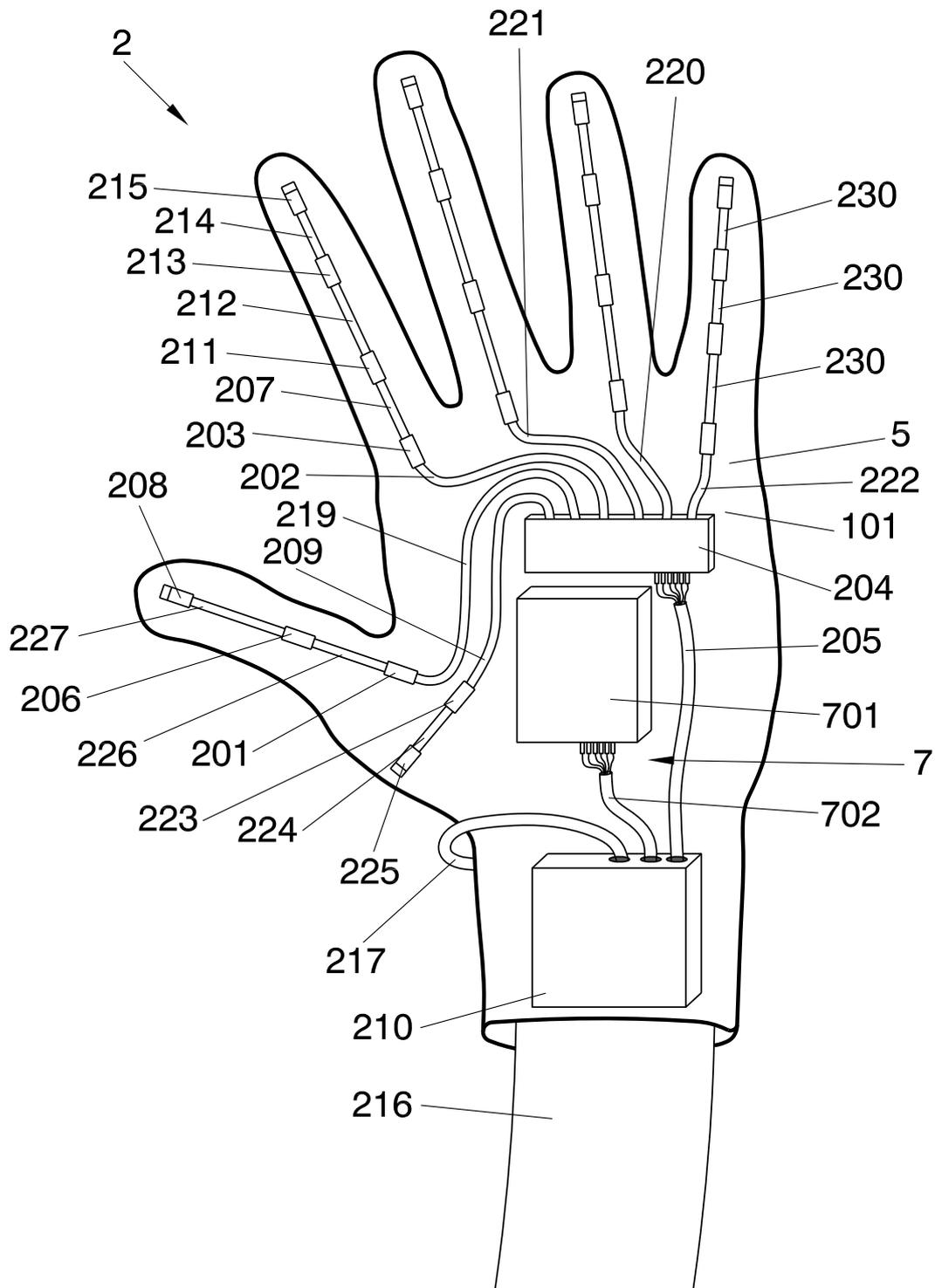


FIG. 2

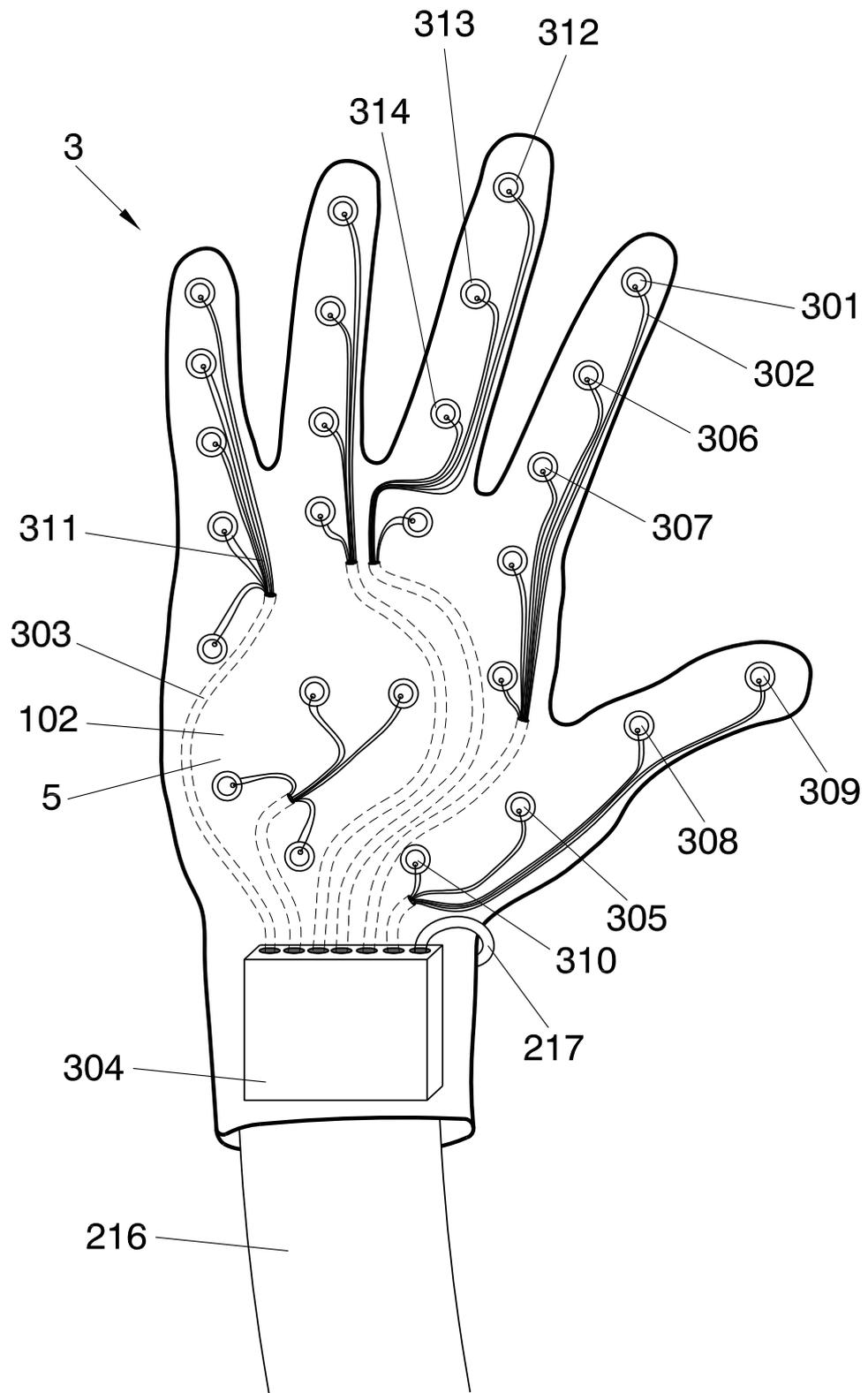


FIG. 3

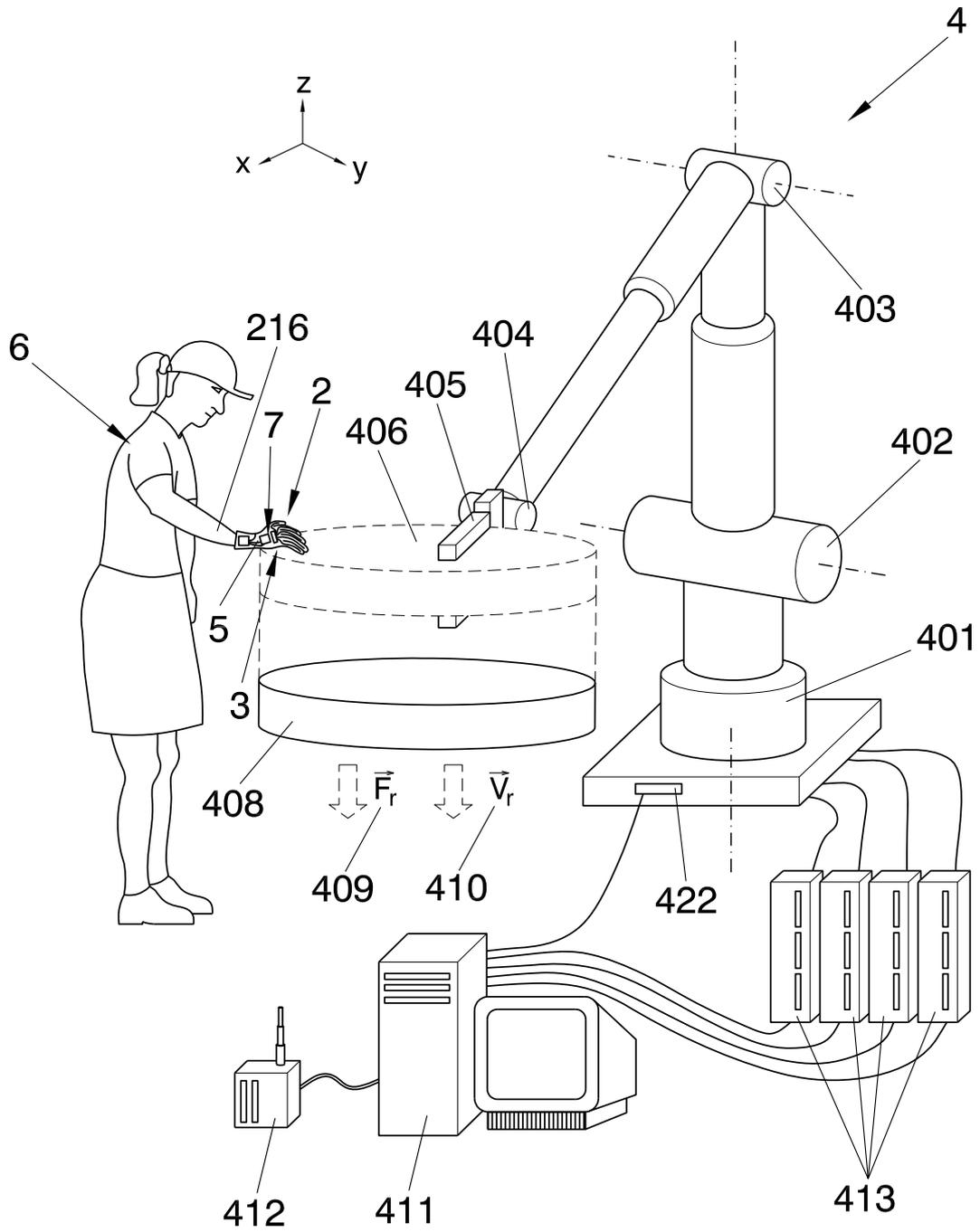


FIG. 4

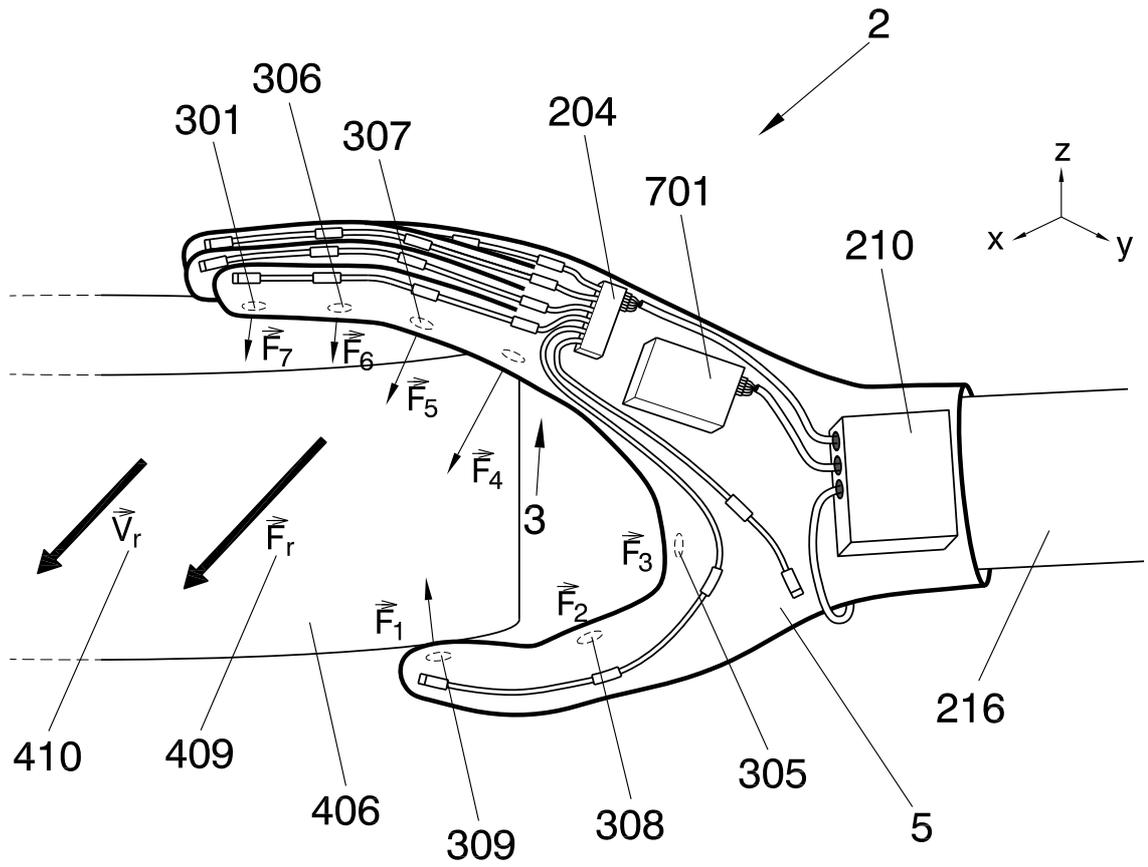


FIG. 5

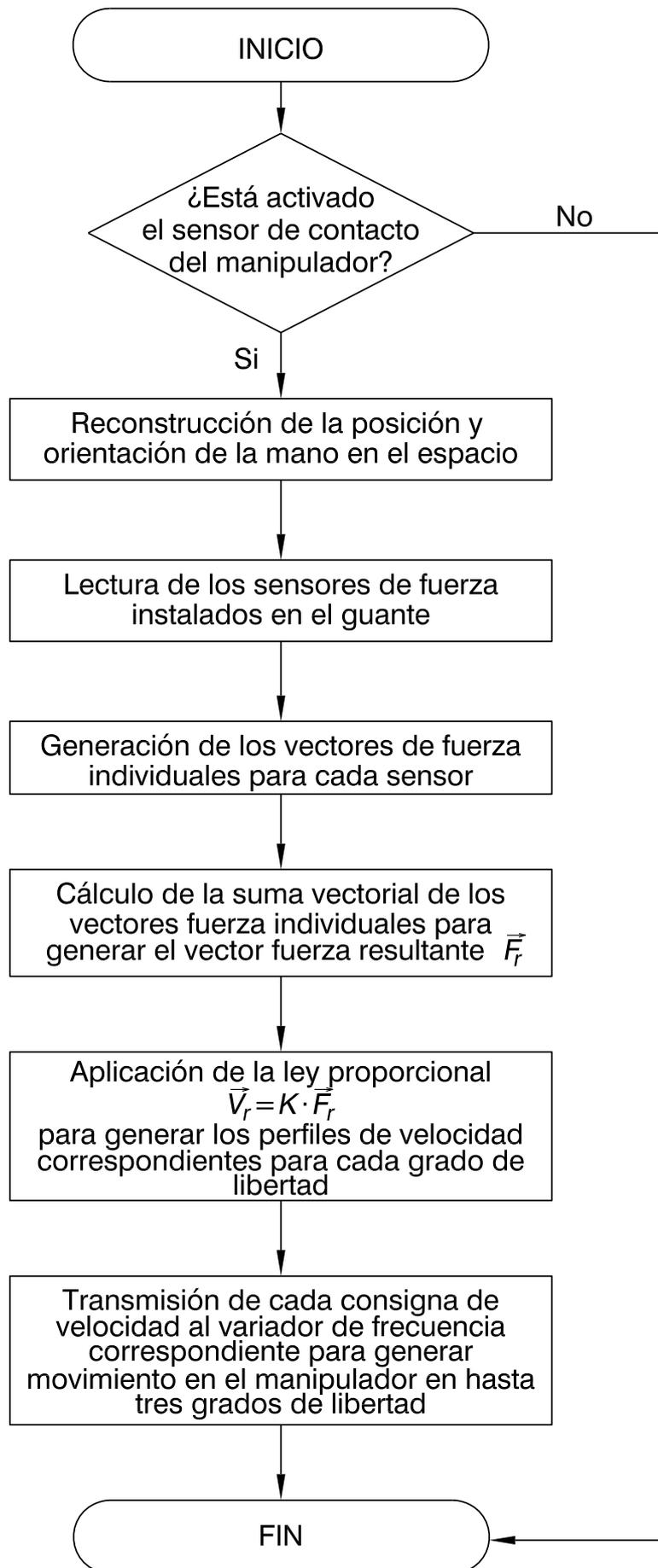


FIG. 6

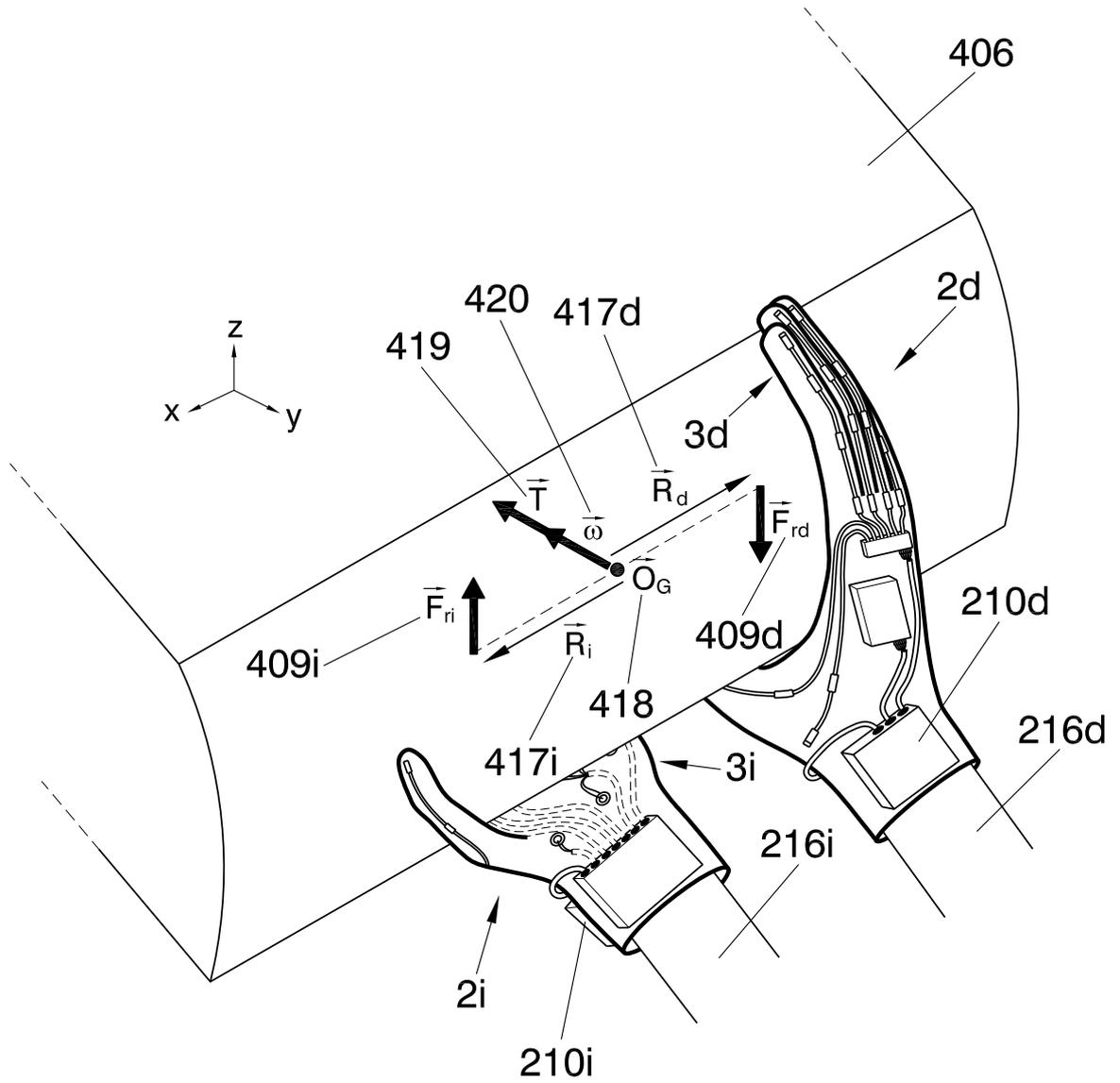


FIG. 7

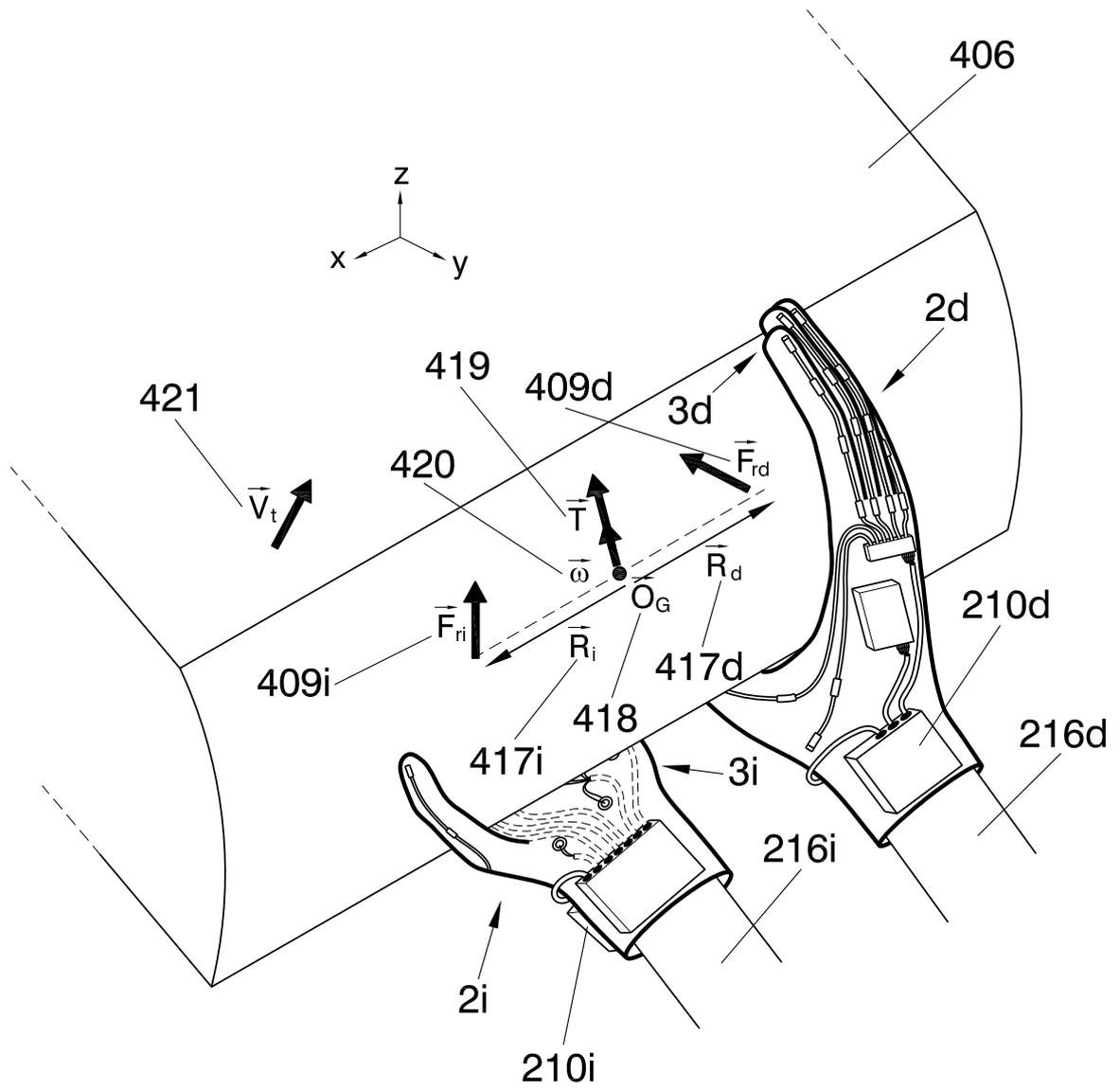


FIG. 8

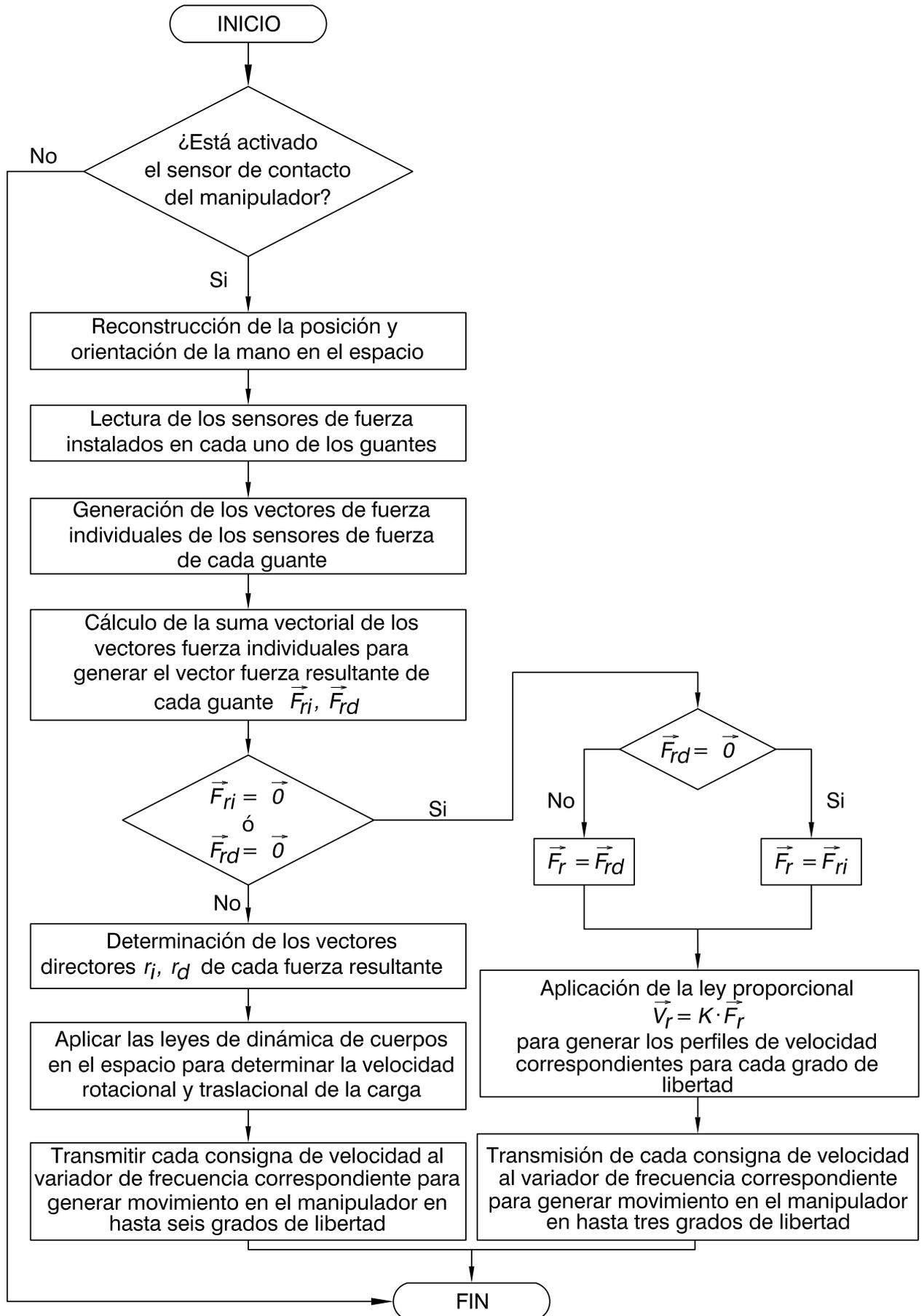


FIG. 9

RESUMEN

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CONTROL PARA MANIPULADORES

- 5 Basado en guantes (5) dotados de sensores, que permite a un operario (6) controlar cualquier manipulador (4) con uno o más grados de libertad, coordinando su movimiento de acuerdo con la magnitud, dirección y sentido de la fuerza aplicada por el operario (6), ejercida sobre la estructura del manipulador (4) o sobre la carga movilizada (406). Dicho sistema de control comprende al
- 10 menos un guante (5) dotado de sensores, un computador (411), un receptor inalámbrico (412) y unos variadores de frecuencia (413). Cada guante (5) posee en su zona dorsal un sistema de posicionamiento dactilar (2) que mide la flexión y abducción de los cinco dedos, un sistema de posicionamiento espacial (7) que mide la posición y orientación absoluta del guante (5) y por ende de la mano (1)
- 15 en el espacio, y en su zona palmar un sistema de medición de fuerza (3) que mide las fuerzas aplicadas por el operario (6).