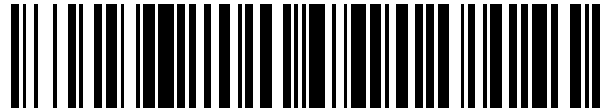


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 831**

51 Int. Cl.:

A61F 2/58 (2006.01)

A61F 2/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012** **E 12762024 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015** **EP 2755606**

54 Título: **Una prótesis o una ortosis y un método para controlar una prótesis o una ortosis**

30 Prioridad:

16.09.2011 GB 201116060

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

16.02.2016

73 Titular/es:

**TOUCH BIONICS LIMITED (100.0%)
Unit 3, Ashwood Court, Oakbank Park Way
Livingston EH53 0TH, GB**

72 Inventor/es:

GILL, HUGH

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 559 831 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Una prótesis o una ortosis y un método para controlar una prótesis o una ortosis

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una prótesis o una ortosis que comprende componentes móviles y a un método correspondiente para controlar los componentes móviles de una prótesis o una ortosis. La técnica anterior más reciente es en documento US-A-4955918, que define el preámbulo de la reivindicación 1.

Antecedentes de la invención

10 Son conocidas manos prostéticas con dedos accionados con motor. Por ejemplo, el documento WO 2007/063266 describe una prótesis con un dedo accionado mecánicamente que es movido mediante un motor eléctrico. En las prótesis del documento WO 2007/063266 el motor eléctrico está situado dentro del dedo. Deficiencias con las prótesis conocidas que tienen dedos accionados por motor, tales como las prótesis del documento WO 2007/063266 son tratadas en el documento WO2010/149967 que proporciona un método para controlar un dedo mecánicamente operable para mejorar el agarre del dedo sobre un objeto. El presente inventor ha apreciado una necesidad adicional de mejorar las prótesis conocidas que tienen dedos accionados por motor, tales como las prótesis de los documentos WO 2007/063266 y/o WO2010/149967.

Exposición de la invención

La presente invención está definida en las reivindicaciones 1 a 15.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una prótesis o un ortosis como están definidas en la reivindicación 1.

20 Preferiblemente, los componentes son dedos de una prótesis de mano. La superficie puede, por ejemplo, ser una superficie de un objeto que va a ser agarrado entre el dedo y otro dedo, tal como el dedo pulgar.

25 El control de los componentes móviles de las prótesis u ortosis para mover en secuencia permite que el nivel de agarre aplicado por el usuario sea variado y controlado, al contrario que en las disposiciones conocidas en las que cuando una prótesis agarra algo, todos los dedos se mueven y se acopan al objeto al mismo tiempo. Con el método de control de la presente invención, el usuario puede detener el proceso en cualquier momento, con lo que se controla el nivel de agarre teniendo uno o menos dedos agarrando el objeto.

30 Preferiblemente, el dispositivo de control es operativo para determinar cuándo los movimientos de un primer componente y un segundo componente son detenidos cuando el primer y el segundo componentes se apoyan contra una superficie. Preferiblemente, uno del primer y segundo componentes comprende un pulgar de una prótesis de mano y el otro comprende un dedo, preferiblemente, pero no se limita al mismo, un dedo índice.

35 Preferiblemente, el dispositivo de control es operativo para mover uno o más de los componentes adicionales por medio del respectivo uno o más motores adicionales después de que un intervalo de tiempo predeterminado haya transcurrido desde la determinación de que el movimiento del componente precedente está detenido cuando el componente precedente se apoya contra una superficie. Por ejemplo, uno o más componentes adicionales comprenden un dedo.

Preferiblemente, el dispositivo de control es operativo para mover por medio de respectivos motores todos los componentes adicionales de la prótesis u ortosis.

40 En una variación, el dispositivo de control es operativo para mover por medio de respectivos motores cada componente posterior linealmente, es decir, en el mismo orden que el orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis. Alternativamente o adicionalmente, el dispositivo de control es operativo para mover por medio de respectivos motores cada componente posterior de forma no lineal, es decir independientemente del orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis.

45 En una modificación, el dispositivo de control es operativo para mover el uno o más componentes adicionales por medio de respectivos motores de manera que el movimiento secuencial de los componentes se produce automáticamente, es decir, el movimiento secuencial continua hasta que se realiza una señal de control para parar el movimiento secuencial. Alternativamente o adicionalmente, el movimiento de cada componente posterior es controlado por una señal de control separada. El control puede realizarse por medios conocidos, tales como, por ejemplo, movimiento de dedo o muñeca residuales, resistencias sensibles a la presión o señales derivadas de la actividad electromiográfica de las acciones musculares residuales.

50 Preferiblemente, la prótesis u ortosis comprende medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor de algunos o todos los componentes dependiendo de la determinación de que el movimiento del componente es detenido, para con ello accionar el motor de manera que el componente se apoye contra la superficie con una fuerza mayor.

Preferiblemente, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos uno pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor de algunos o todos los componentes secuencialmente. Preferiblemente, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor de los componentes móviles de la prótesis u ortosis que han sido causados para apoyar una superficie de un objeto. En una variación, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para repetir de nuevo, tantas veces como sea necesario, la provisión secuencial del al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los componentes móviles relevantes después de la finalización de la provisión secuencial del al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los componentes móviles relevantes.

Preferiblemente, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor de algunos o todos los componentes en un orden que se corresponde con el orden en el que se produce el movimiento secuencial de los componentes. En una variación, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor linealmente, es decir, en el mismo orden que el orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis y, preferiblemente siguiendo el orden de acoplamiento de los componentes con un objeto. Alternativamente o adicionalmente, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor no linealmente, es decir, independientemente del orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis, pero preferiblemente, siguiendo el orden de acoplamiento de los componentes con un objeto.

El proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores hace que los componentes (por ejemplo, los dedos de la prótesis) se apoyen contra la superficie con mayor fuerza. De este modo, por ejemplo, proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento al motor puede hacer que la fuerza de agarre entre el dedo y el pulgar aumente. El inventor ahora ha descubierto que proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los componentes restantes (por ejemplo los dedos) aumenta considerablemente más la fuerza de agarre y, al mismo tiempo, aumenta el grado de flexibilidad del control sobre el agarre. Proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores en el mismo orden que el del movimiento secuencial de los componentes aumenta adicionalmente la calidad del agarre.

La prótesis u ortosis de la presente invención puede encontrar aplicación en particular con disposiciones en las que el tamaño y de este modo la potencia motriz de los motores estén restringidos. Más específicamente, los motores pueden estar contenidos en los componentes que son movidos.

Preferiblemente, los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor cuando el movimiento del respectivo componente se ha parado totalmente. Más preferiblemente, el dispositivo de control es operativo para determinar cuándo el movimiento del componente es detenido, determinando cuándo el movimiento del componente esta sustancialmente parado.

Alternativamente o de forma adicional, la prótesis u ortosis de la presente invención puede comprender una disposición de movimiento contrario para detener el movimiento de un componente en una dirección opuesta a la dirección en la que el componente es movido por el respectivo motor.

Más concretamente, la disposición de movimiento contrario puede comprender primer y segundo componentes que están configurados de manera que cuando ellos engranan entre sí, presentan una mayor resistencia al movimiento uno con relación al otro en una dirección que en otra.

Más concretamente, uno del primer y el segundo componentes de engranaje puede comprender una pluralidad de dientes siendo cada uno de los dientes asimétricos. Por lo tanto, cada una de la pluralidad de dientes puede ajustarse a un ángulo menor de 90 grados desde una superficie del mayor componente desde el que se extienden los dientes.

Alternativamente o de manera adicional, el primer componente de engranaje puede comprender una rueda dentada y el segundo componente de engranaje puede comprender un tornillo sinfín. El tornillo sinfín puede comprender una pluralidad de dientes que se extienden en un ángulo mayor que 2 grados desde una línea que se extiende perpendicularmente al eje de rotación del tornillo sinfín. Más concretamente, la pluralidad de dientes se puede extender en un ángulo de sustancialmente de 6,34 grados hasta la línea se extiende perpendicularmente.

Alternativamente o de manera adicional, el componente puede estar mecánicamente acoplado al respectivo motor mediante un acoplamiento mecánico de manera que, en uso, el componente es movido por el motor por medio del acoplamiento mecánico. Más concretamente, el acoplamiento mecánico comprende al menos una de una caja de engranajes, primer y segundo engranajes cónicos, y una rueda dentada y un tornillo sinfín.

Alternativamente o de manera adicional, el al menos un pulso eléctrico de accionamiento puede tener una amplitud

positiva de entre sustancialmente 3 voltios y sustancialmente 12 voltios. Más concretamente, el pulso eléctrico de accionamiento puede tener una amplitud positiva de entre sustancialmente 5 voltios y sustancialmente 9 voltios. Más concretamente, el pulso eléctrico de accionamiento puede tener una amplitud positiva de aproximadamente 7 voltios, tal como sustancialmente 7,2 voltios.

5 Alternativamente o de manera adicional, los pulsos eléctricos de accionamiento que mueven el componente pueden tener una amplitud positiva de entre sustancialmente 3 voltios y sustancialmente 12 voltios. Más concretamente, los pulsos eléctricos de accionamiento que mueven el componente pueden tener una amplitud positiva de entre sustancialmente 5 voltios y sustancialmente 9 voltios. Más concretamente, los pulsos eléctricos de accionamiento que mueven el componente pueden tener una amplitud positiva de aproximadamente 7 voltios, tal como
10 sustancialmente 7,2 voltios.

Alternativamente o de manera adicional, la rueda dentada puede estar unida a un miembro de soporte de la prótesis u ortosis de manera que la rueda dentada no gira con respecto al miembro de soporte y el tornillo sinfín puede estar en acoplamiento con la rueda dentada de manera que cuando el respectivo motor es accionado, el componente se mueve alrededor de la rueda dentada. Alternativamente o de manera adicional, el respectivo motor puede estar
15 acoplado a una caja de engranajes.

Alternativamente o de manera adicional, el respectivo motor puede comprender un motor de corriente continua (d.c.). Más concretamente, el motor puede comprender un motor de corriente continua (d.c.) de imán permanente.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar los componentes móviles de una prótesis u ortosis como están definidos en la reivindicación 15.

20 Más concretamente, determinar cuándo el movimiento del componente es detenido comprende comparar la señal eléctrica medida con un valor umbral. El al menos un pulso eléctrico de accionamiento es proporcionado al motor dependiendo de la comparación. Por ejemplo, si la señal eléctrica medida es corriente obtenida por el motor, el al menos un pulso eléctrico de accionamiento puede ser proporcionado al motor cuando la corriente obtenida exceda un valor umbral de corriente. El exceder un valor umbral de corriente puede indicar que el movimiento del
25 componente está detenido. Más concretamente, el valor umbral puede estar comprendido sustancialmente entre 500 mA y 1 mA. Más concretamente, el valor umbral puede ser sustancialmente de 700 mA.

Alternativamente o de manera adicional, la etapa de determinar cuándo el movimiento del componente es detenido puede comprender determinar cuándo el movimiento es detenido después de un periodo durante el cual el componente es movido por el respectivo motor.

30 Alternativamente o de manera adicional, la etapa de proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento puede comprender proporcionar una pluralidad de pulsos eléctricos de accionamiento.

Más concretamente, la pluralidad de pulsos eléctricos de accionamiento puede ser proporcionada al respectivo motor durante un periodo de tiempo predeterminado, por ejemplo, seleccionado de un rango comprendido entre 0,5 segundos y 1 segundo.

35 Los pulsos eléctricos de accionamiento pueden tener un periodo predeterminado, por ejemplo, seleccionados a partir de un rango comprendido entre 1 segundo y 2 mS.

Alternativamente o de manera adicional, el pulso eléctrico de accionamiento puede comprender una parte constante y una parte de disminución o decaimiento, siendo la parte constante sustancialmente un mismo voltaje en el tiempo y la parte de decaimiento cambiando en el tiempo desde el nivel de la parte constante hasta sustancialmente cero.

40 Más concretamente, la parte constante puede ser sustancialmente del 50% del pulso eléctrico de accionamiento en el tiempo y la parte de disminución puede ser sustancialmente el 50% del pulso eléctrico de accionamiento en el tiempo.

Las realizaciones del segundo aspecto de la presente invención pueden comprender una o más características del primer aspecto de la presente invención y viceversa.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se describirá a modo de ejemplo sólo con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

la Figura 1 es una vista parcialmente seccionada de un miembro de dedo de una prótesis de acuerdo con la presente invención;

50 la Figura 2 es un diagrama de flujo de las etapas del procedimiento de movimiento de dedos realizado por la prótesis; y

la Figura 3 es una representación de un diagrama de flujo de las etapas del proceso de aplicación de pulsos eléctricos a un motor realizado por la prótesis.

Descripción específica

La Figura 1 muestra una vista parcialmente seccionada de una prótesis de mano 1 que tiene un dedo 3 (que constituye un componente o dedo). La prótesis 1 está fijada de forma segura en uso a un muñón de mano del paciente (no mostrado) de una manera generalmente conocida por medio de un cuerpo principal (no mostrado). El cuerpo principal tiene un eje 4 en el que está fijamente montada una rueda dentada 5. La rueda dentada 5 es de perfil aproximadamente semicircular. El dedo 3 se extiende generalmente de forma tangencial con respecto a la rueda dentada 5. El dedo 3 tiene un alojamiento generalmente tubular 6, en el que está montado un motor 7 que tiene un sistema de caja de engranajes 23. El sistema de caja de engranajes 23 proporciona diferente par – relaciones de velocidad de accionamiento de salida que van a ser seleccionadas de un rango de diferentes relaciones. Una cabeza de engranaje planetaria GP A de 10 mm de diámetro de 0,01 a 0,15 Nm (nº de orden 218417) de Maxon Motor UK Limited, Maxon House, Hogwood Lane, Finchampstead, Berkshire RG40 4QW, UK se utiliza en una forma; esta cabeza de engranaje tiene una relación de reducción de 64:1. Unas orejetas (no mostradas) penden del lado exterior del alojamiento tubular 6 y están montadas de manera giratoria en el eje para permitir la rotación del dedo 3 con relación al eje 4 y la rueda dentada 5. El centro 8 del eje 4 define un eje (que constituye un eje de rueda dentada) alrededor del cual gira el dedo 3. El alojamiento 6 que contiene el motor 7 corresponde con la falange proximal de un dedo y la articulación formada entre el eje 4 y las orejetas que penden del alojamiento 6 corresponden con la metacarpofalangeal (MCP) o la articulación del nudillo de un dedo.

Un vástago de accionamiento 9 se extiende desde el motor 7 y el sistema de caja de engranajes 23. Un primer engranaje cónico 10 está montado en el extremo distal del vástago de accionamiento 9. Un segundo engranaje cónico 11 está montado dentro de la prótesis 1 de manera que el eje de rotación del segundo engranaje cónico 11 está sustancialmente a 90 grados del eje de rotación del primer engranaje cónico 10. La relación de engranaje del primer y segundo engranajes cónicos 10, 11 es sustancialmente de 1 a 1, aunque la relación de engranajes se puede cambiar fácilmente mediante medios conocidos. El segundo engranaje cónico 12 está montado en el mismo vástago 12 que un tornillo sinfín 13. El tornillo sinfín 13 está situado de manera que se acopla con un borde periférico curvado, dentado de la rueda dentada 5. Como se puede ver en la Figura 1, el tornillo sinfín 13 se extiende lateralmente en el alojamiento 6 en un ángulo de aproximadamente 90 grados. El tornillo sinfín y la rueda dentada tienen una relación de reducción de 25:1.

Se ha de observar que el tornillo sinfín 13 está situado en la prótesis de manera que está fuera del alojamiento 6. De este modo, el tornillo sinfín está situado dentro de la mano de la prótesis y no del dedo 3 incluso aunque la prótesis esté estructurada de manera que el tornillo sinfín 13 se mueva con el alojamiento 6 durante el funcionamiento del dedo 3, como se describirá más adelante.

El motor 7 es un motor de DC de imán permanente que tiene una relación sustancialmente lineal entre el par y la corriente de accionamiento. Un motor Maxon RE 10 de 10 mm de diámetro, de escobillas de metal precioso, de 1,5 Watt (Nº de orden 118392, 118394 o 118396) de Maxon Motor UK Limited, Maxon House, Hogwood Lane, Finchampstead RG40 4QW, UK es utilizado cuando se requiere un motor físicamente mayor y más potente. Un motor Maxon RE 10 de 10 mm de diámetro, de escobillas de metal precioso, de 0,75 Watt (Nº de orden 118383, 118385 o 118386) de Maxon Motor UK Limited, es utilizado cuando se requiere un motor físicamente más pequeño y menos potente. En el uso normal, el motor gira a 21.000 rpm. El motor es alimentado por pequeñas baterías recargables 14, que pueden estar montadas remotamente en la prótesis. El motor está controlado por medio de conmutadores 15, que son accionados por medios conocidos, por ejemplo el movimiento residual del dedo residual o el movimiento de la muñeca. Alternativamente o de manera adicional, el control puede ser por medio de resistencias sensibles a la presión o señales enviadas de la actividad electromiográfica de las acciones musculares residuales. En las formas de la invención en las que la prótesis comprende una pluralidad de otros dedos, es decir, un dedo pulgar y uno o más de otros dedos, el control por medios conocidos proporciona independencia del movimiento de los dedos o grupos de dedos. En el caso de un dedo o un pulgar, el motor 7 tiene características de baja velocidad y par elevado.

El dedo 3 tiene una parte de punta de dedo 16 que se corresponde con las falanges media y distal de un dedo (y que constituye un segundo miembro de dedo), que forma con el extremo distal del alojamiento 6 una articulación proximal 17 que se corresponde con una articulación falangeal intermedia proximal (PIP) de un dedo. La flecha 24 representa el movimiento del dedo 3 alrededor del eje 8 (es decir, la articulación MCP) y la flecha 26 representa el movimiento de la parte de punta de dedo 16 alrededor de la articulación PIP 17. Una cinta no extensible o cordel 18 está unida en un primer extremo a la rueda dentada 5 en una abertura 19 dispuesta en la rueda dentada 5, pasa sobre un saliente 20 formado en la rueda dentada 5 y está unida en un segundo extremo a la parte de punta de dedo 16. Un muelle helicoidal 22 está conectado en un extremo al extremo del alojamiento 6 y en un segundo extremo opuesto a la parte de punta de dedo 16. La prótesis se lleva de manera conocida con una superposición 21 de goma de silicona o similar para proporcionar una apariencia estéticamente aceptable que es similar a una mano normal.

Una disposición de motor similar a la mostrada en la Figura 1 está dispuesta para el movimiento de cada dedo de la prótesis de la invención.

La prótesis de mano 1 comprende además una placa de circuito (no mostrada) que contiene el circuito electrónico (que constituye un dispositivo de control), que es operativo para controlar el funcionamiento del motor como se

describe con más detalle más adelante. Los circuitos eléctricos comprenden un TMS320F2808ZGMA, que es un controlador de señal digital de 32 bit de Texas Instruments, y una memoria temporal IC. El diseño de los circuitos basado en y alrededor del controlador de señal digital y la memoria temporal estarán fácilmente dentro del alcance de las capacidades de diseño ordinarias de una persona experta. Los procesos de control descritos más adelante se encarnan en un firmware, que está almacenado en y ejecutado en el controlador de señal digital y la memoria temporal IC. Los circuitos electrónicos comprenden también un puente en H, que se utiliza para proporcionar un accionamiento bidireccional del motor, y un circuito de medida de corriente, tal como un MAX4073 de Maxim Integrated Products, que está configurado para medir la corriente obtenida a través del puente en H. El puente en H será bien conocido para los expertos en la técnica y el diseño de los circuitos en base al puente en H y el circuito de medida de corriente están fácilmente dentro del alcance de las capacidades ordinarias de diseño de las personas expertas.

En uso el usuario acciona el dedo mediante uno de los medios descritos anteriormente, por ejemplo, mediante la actividad electromiográfica de las acciones musculares residuales. El funcionamiento del motor 7 como respuesta a la actuación produce la rotación del primer engranaje cónico 10, que hace girar el segundo engranaje cónico 11 junto con el tornillo sinfín 13. A medida que el tornillo sinfín 13 gira, progresa alrededor de la superficie periférica de la rueda dentada fija 5 o bien en sentido horario o bien en sentido anti horario dependiendo de la dirección de rotación del motor 7. Esto mueve el dedo 3 alrededor del eje 8 en la dirección indicada por la flecha 24. Cuando el dedo 3 se mueve alrededor del eje 8 en una dirección hacia abajo, la distancia entre el punto de unión de la cinta 18 en la abertura 19 de la rueda dentada de tornillo sinfín 5 y la articulación proximal 17 se reduce. Esto es debido a que la abertura 10 está desplazada del eje de la rueda dentada como se muestra en la Figura 1. Cuando la distancia se reduce, la cinta de longitud fija 18 tira de la parte de punta de dedo 16 contra la carga eléctrica del muelle helicoidal 22 para girar la parte de punta de dedo 18 en sentido horario con relación al resto del dedo 3. En la inversa de la dirección de rotación del dedo 3 alrededor del eje, es decir, el movimiento del dedo 3 hacia arriba, la tensión se libera sobre la cinta 18 y el muelle 22 ejerce una carga elástica sobre la parte de punta de dedo 16 para hacer volver a la parte de punta de dedo a la posición extendida mostrada en la Figura 1.

El funcionamiento adicional de la prótesis se describirá con referencia a la Figura 3, que es una representación de diagrama de flujo 100 de las etapas del proceso realizadas por la prótesis. El movimiento del dedo 3 (que constituye un componente de una prótesis u ortosis) por medio del motor 7 en una primera dirección puede, dependiendo de cómo estén siendo utilizadas las prótesis, hacer que la parte de punta de dedo 16 se apoye contra una superficie, tal como una superficie de un objeto que va ser sujeto entre el dedo 7 y un pulgar prostético. El movimiento del dedo se consigue mediante la aplicación de una señal de voltaje motriz de pulso de anchura modulada (PWM) al motor 102 (que constituye una pluralidad de pulsos motrices eléctricos separados). La marca para la relación espacio de la señal de voltaje motriz PWM es variada dependiendo del nivel de potencia eléctrica que se requiere que sea suministrado al motor. La señal de voltaje motriz PWM tiene una frecuencia de 41,6 kHz. Cuando la parte de punta de dedo 16 agarra un objeto (que constituye un apoyo contra una superficie), el movimiento del dedo es detenido. Cuando el movimiento del dedo es detenido, hay un progresivo incremento de la corriente obtenida por el motor 7 a través del puente en H. El aumento progresivo de la corriente obtenida por el motor 7 se muestra en la Figura 3, que muestra el nivel de corriente obtenida por el motor a lo largo del tiempo. La corriente obtenida por el motor 7 se mide mediante el circuito de corriente 104 y se compara con un valor predeterminado de corriente almacenado en el controlador de señal digital. Como se puede observar en la Figura 3, el nivel de corriente predeterminado es sustancialmente de 700 mA. Cuando el nivel de corriente predeterminado es excedido 106, el controlador de señal digital inicia un retraso de 500 mS. Después del retraso de 500 mS, una señal de voltaje de accionamiento de pulso de anchura modulada (PWM) (que constituye una pluralidad de pulsos eléctricos de accionamiento) es aplicada al motor 7. En otra forma, no se aplica un retraso de 500 mS y la señal de voltaje de accionamiento de pulso de anchura modulada (PWM) se aplica cuando el valor de corriente predeterminado se excede. La selección entre aplicar de un retraso y no aplicar el retraso es realizada por el usuario dependiendo de sus preferencias o requisitos. La selección por el usuario es a través de una Interfaz de Usuario Gráfica (GUI) en un Ordenador Personal (PC), teniendo la prótesis u ortosis un puerto de comunicaciones que proporciona comunicación de datos de configuración con el PC. El diseño del hardware y firmware de comunicaciones necesario y el diseño de un GUI residente del PC estarán fácilmente dentro del alcance de las capacidades de diseño ordinarios de un experto en la técnica.

El inventor ha encontrado que la aplicación de la señal de voltaje de accionamiento PWM al motor aumenta la fuerza ejercida por el dedo más allá del nivel que se puede conseguir mediante la aplicación de la señal de voltaje motriz PWM sola. La mayor duración de la aplicación de pulso, es decir, el mayor número de pulsos aplicado, aumenta progresivamente la fuerza aplicada por el dedo. Por ejemplo, la aplicación de la señal de voltaje de accionamiento PWM durante 3 segundos hace que el dedo ejerza una fuerza de sustancialmente 3,5 kg mientras que la aplicación de la señal de voltaje motriz PWM sola consigue una fuerza de 1 kg.

El movimiento contrario del dedo antes, durante y después de la aplicación de la señal de voltaje de accionamiento PWM es resistido por la configuración de la rueda dentada y el tornillo sinfín. Más concretamente, los dientes del tornillo sinfín se extienden en un ángulo de sustancialmente 6,34 grados desde una línea que se extiende perpendicularmente al eje de rotación del tornillo sinfín. Cuando los dientes de la rueda dentada y del tornillo sinfín engranan entre sí, el ángulo de los dientes del tornillo sinfín proporciona una mayor resistencia al movimiento del dedo en una dirección que se opone a la dirección en la que el dedo ejerce su fuerza que en la dirección en la que el

dedo ejerce su fuerza.

El método para controlar los dedos de una prótesis u ortosis de acuerdo con la invención se describirá con referencia a la Figura 2 que es una representación de diagrama de flujo 500 de las etapas del proceso realizadas por la prótesis. Inicialmente, en 502, los respectivos motores mueven dos dedos opuestos, normalmente, un pulgar y un dedo índice para agarrar un objeto. Cuando se ha determinado que el movimiento de los primeros dos dedos están detenidos, es decir, cuando los dos dedos se apoyan contra una superficie, el usuario juzga si se requiere un dedo más para agarrar, como en 504. Si es así, uno o más dedos adicionales son entonces movidos, como en 506, en secuencia por medio de respectivos motores adicionales. En la presente invención, cada dedo posterior es movido sólo cuando ha sido determinado que el movimiento del dedo anterior está detenido, es decir, cuando el componente anterior se apoya contra una superficie.

Si no se requieren más dedos, como en 510, el usuario puede detener el proceso en cualquier momento, de manera que sólo algunos y no todos los dedos agarran el objeto además de los dos primeros. Esto hace posible que el usuario controle el nivel de agarre teniendo más o menos dedos agarrando el objeto. Preferiblemente, el método de la invención implica mover todos los dedos de la prótesis u ortosis para agarrar un objeto.

Un dedo posterior es movido después de que un intervalo de tiempo predeterminado haya transcurrido desde la determinación de que el movimiento del dedo precedente es detenido cuando el dedo precedente se apoya contra una superficie. Por ejemplo, el intervalo de tiempo predeterminado comprende 100 mS.

En una variación, los circuitos de control controlan los dedos para moverlos linealmente en secuencia, es decir en el mismo orden que el orden en el que los dedos están situados en la prótesis u ortosis. Alternativamente, o de manera adicional, los circuitos de control pueden estar adaptados para controlar los dedos para moverse de manera no lineal en secuencia, es decir independientemente del orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis, por ejemplo, para mover el dedo corazón primero, después el dedo meñique; después el dedo anular.

Los circuitos de control pueden estar adaptados para controlar el movimiento secuencial de los dedos de manera que los dedos se mueven en secuencia automáticamente, es decir, de manera que el movimiento secuencial continúa hasta que se hace una señal de control para parar el movimiento secuencial. Alternativamente o de forma adicional, los circuitos de control pueden estar adaptados de manera que se requiera una señal de control separada para controlar el movimiento de cada dedo posterior.

Como se ha descrito anteriormente, el control puede ser por medios conocidos, tales como, por ejemplo, movimiento de muñeca o dedo residual, resistencias sensibles a la presión o señales enviadas desde la actividad electromiográfica de acciones musculares residuales.

El método para controlar los dedos de una prótesis u ortosis de acuerdo con la invención incluye también proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento, tal como se ha descrito con referencia a la Figura 3, al respectivo motor de alguno o todos los dedos secuencialmente después de la determinación de que el movimiento de los dedos es detenido para, con ello, accionar el motor de manera que haga que el dedo se apoye contra la superficie con mayor fuerza. Preferiblemente, el al menos un pulso eléctrico de accionamiento es proporcionando al respectivo motor de todos los componentes móviles de la prótesis u ortosis que han producido el apoyo contra una superficie de un objeto por el respectivo motor. Después de completar la secuencia de proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los componentes móviles relevantes, la secuencia de proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento se repite de nuevo tantas veces como sea necesario. En uso, preferiblemente, la secuencia de pulsos de accionamiento se repite siempre y cuando el objeto esté siendo agarrado.

El pulso eléctrico de accionamiento es proporcionado a los respectivos motores de los dedos en un orden que corresponde con el orden en el que el movimiento secuencial de los dedos se produce durante el agarre, es decir, el pulso eléctrico de accionamiento puede ser proporcionado al respectivo motor linealmente, es decir, en el mismo orden que el orden en el que los dedos están situados en la prótesis u ortosis, o de manera no lineal, independientemente del orden en el que los dedos están situados en la prótesis u ortosis, pero en cualquier caso siguiendo el orden de agarre de los dedos con un objeto.

El proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los motores de los dos primeros dedos, por ejemplo, el dedo índice, y el pulgar, hace que los dedos de la prótesis se apoyen contra la superficie del objeto con mayor fuerza. Proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los dedos restantes aumenta de forma más considerable la fuerza de agarre y, al mismo tiempo, aumenta el grado de flexibilidad de control sobre el agarre.

Las etapas del proceso descritas anteriormente están encarnadas en un firmware, que es residente y ejecutado en el controlador de señal digital. La creación de tal firmware está dentro de las capacidades de diseño ordinarias de los expertos en la técnica.

Se apreciará que son posibles variaciones dentro del campo de la invención como está definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una prótesis o una ortosis que comprende:

una pluralidad de componentes móviles pudiendo cada componente ser movido por un respectivo motor (7); y

5 un dispositivo de control que controla el movimiento de los componentes móviles y almacena valores de corriente predeterminados para los respectivos motores (7), caracterizada por que la prótesis o la ortosis comprende además un circuito de medida de corriente que mide la corriente obtenida por los respectivos motores (7),

10 en la que el dispositivo de control compara la corriente medida por el circuito de medida de corriente con el valor de corriente predeterminado almacenado por un primer motor (7) de manera que se determina cuándo el movimiento de al menos un primer componente móvil por el primer motor es detenido cuando el al menos primer componente se apoya contra una superficie; y el dispositivo de control mueve uno o más componentes adicionales por medio del respectivo uno o más motores adicionales (7) de manera que cada componente posterior es movido después de determinar que el movimiento del componente precedente es detenido cuando

15 el componente precedente se apoya contra una superficie.
2. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 1, en la que el dispositivo de control compara la corriente medida por el circuito de medida de corriente con el valor de corriente predeterminado medido para el primer y segundo motores (7) de manera que se determina cuando los movimientos de un primer componente y un segundo componente son detenidos cuando el primer y el segundo componentes se apoyan
- 20 contra una superficie.
3. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 2, en la que uno del primer y segundo componentes comprende un pulgar de una prótesis de mano (1) y el otro comprende un dedo (3).
4. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, en la que el dispositivo de control mueve uno o más componentes adicionales (3) por medio de respectivos uno o más motores adicionales (7) después de que haya transcurrido un intervalo de tiempo predeterminado desde la determinación de que el movimiento del componente precedente es detenido cuando el componente precedente se apoya contra una
- 25 superficie.
5. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 4, en la que el intervalo de tiempo predeterminado comprende 100 ms.
6. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, en la que el dispositivo de control mueve, por medio de respectivos motores (7), cada componente posterior (3) linealmente, es decir, en el mismo orden que el orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis.
7. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el dispositivo de control mueve, por medio de respectivos motores (7), cada componente posterior (3) de forma no
- 35 lineal, es decir, independientemente del orden en el que los componentes están situados en la prótesis u ortosis.
8. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, en la que el dispositivo de control mueve el uno o más componentes adicionales (3) por medio de respectivos motores (7) de manera que el movimiento secuencial del componente se produce automáticamente, es decir, el movimiento secuencial continua hasta que se hace una señal de control para parar el movimiento secuencial.
9. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, en la que el movimiento de cada componente posterior es controlado por una señal de control separada.
10. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, en la que la prótesis o la ortosis comprenden medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor (7) de algunos o todos los componentes (3) dependiendo de la determinación de que el movimiento del componente
- 45 esté detenido para con ello accionar el motor de manera que haga que el componente se apoye contra la superficie con mayor fuerza.
11. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 10, en la que los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor (7) de algunos o todos los componentes (3) secuencialmente.
- 50 12. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 10 o la Reivindicación 11, en la que los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respectivo motor (7) de los componentes móviles (3) de la prótesis u ortosis que han sido causados para apoyar contra la superficie de un objeto.

- 5 13. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en la Reivindicación 11, en la que los medios para proporcionar al menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para repetir de nuevo tantas veces como sea necesario la provisión secuencial del al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores (7) de los componentes móviles relevantes (3) después de la finalización de la provisión secuencial del al menos un pulso eléctrico de accionamiento a los respectivos motores de los componentes móviles relevantes.
14. Una prótesis o una ortosis como la reivindicada en una cualquiera de las Reivindicaciones 10 a 13, en la que los medios para proporcionar el menos un pulso eléctrico de accionamiento están configurados para proporcionar el al menos un pulso eléctrico de accionamiento al respetivo motor (7) de algunos o todos los componentes (3) en un orden que se corresponde con el orden en el que se produce el movimiento secuencial de los componentes.
- 10 15. Un método para controlar los componentes móviles de una prótesis u ortosis, comprendiendo el método:
- a) mover al menos un primer componente por medio de un primer motor (7);
- b) medir la corriente obtenida por el motor (7);
- c) comparar la corriente obtenida por el motor (7) con un valor de corriente almacenado para determinar cuando el movimiento del al menos el primer componente es detenido cuando el al menos primer componente se apoya contra una superficie; y
- 15 d) mover uno o más componentes adicionales por medio de respectivos uno o más motores adicionales (7) en donde cada componente es movido después de determinar que el movimiento del componente precedente es detenido cuando el componente precedente se apoya contra una superficie.

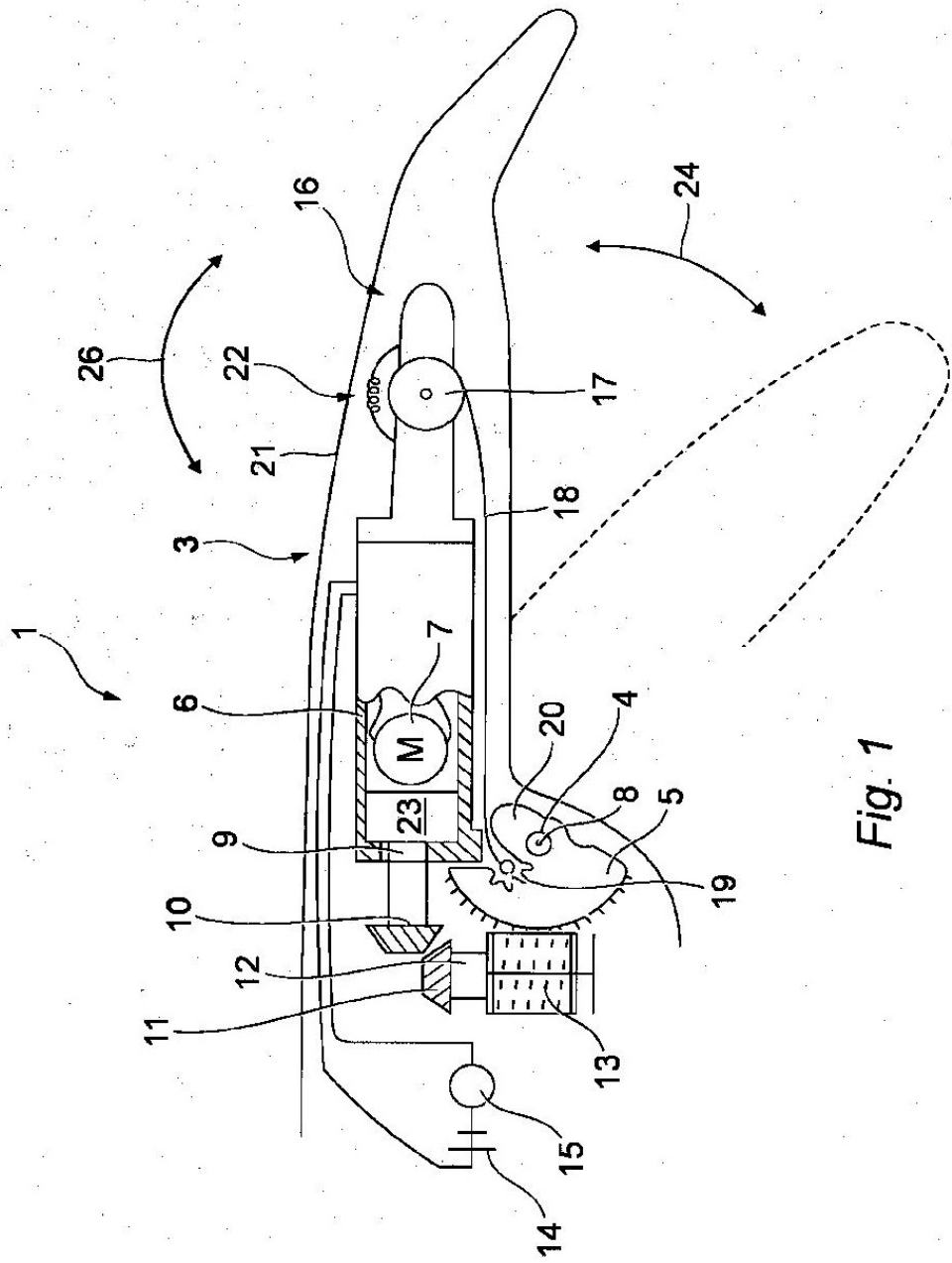


Fig. 1

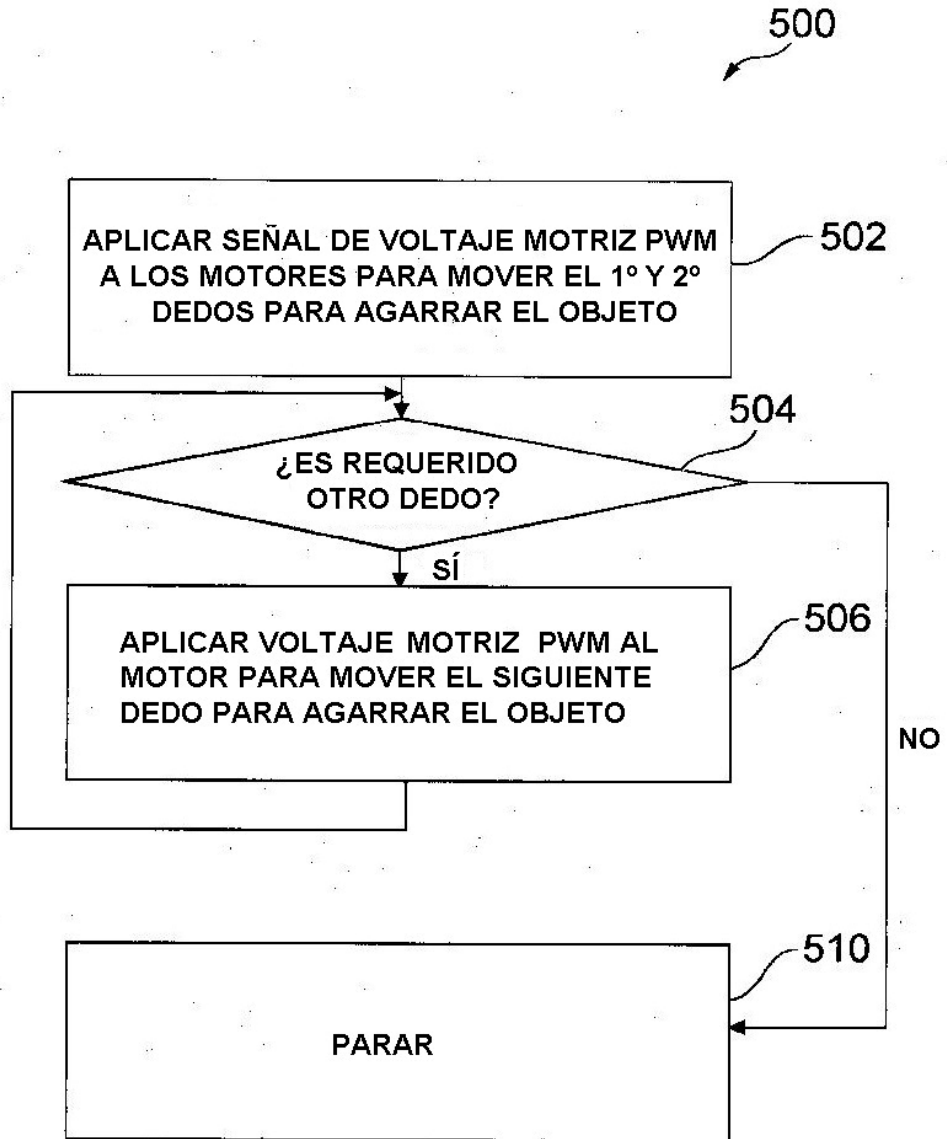


Fig. 2

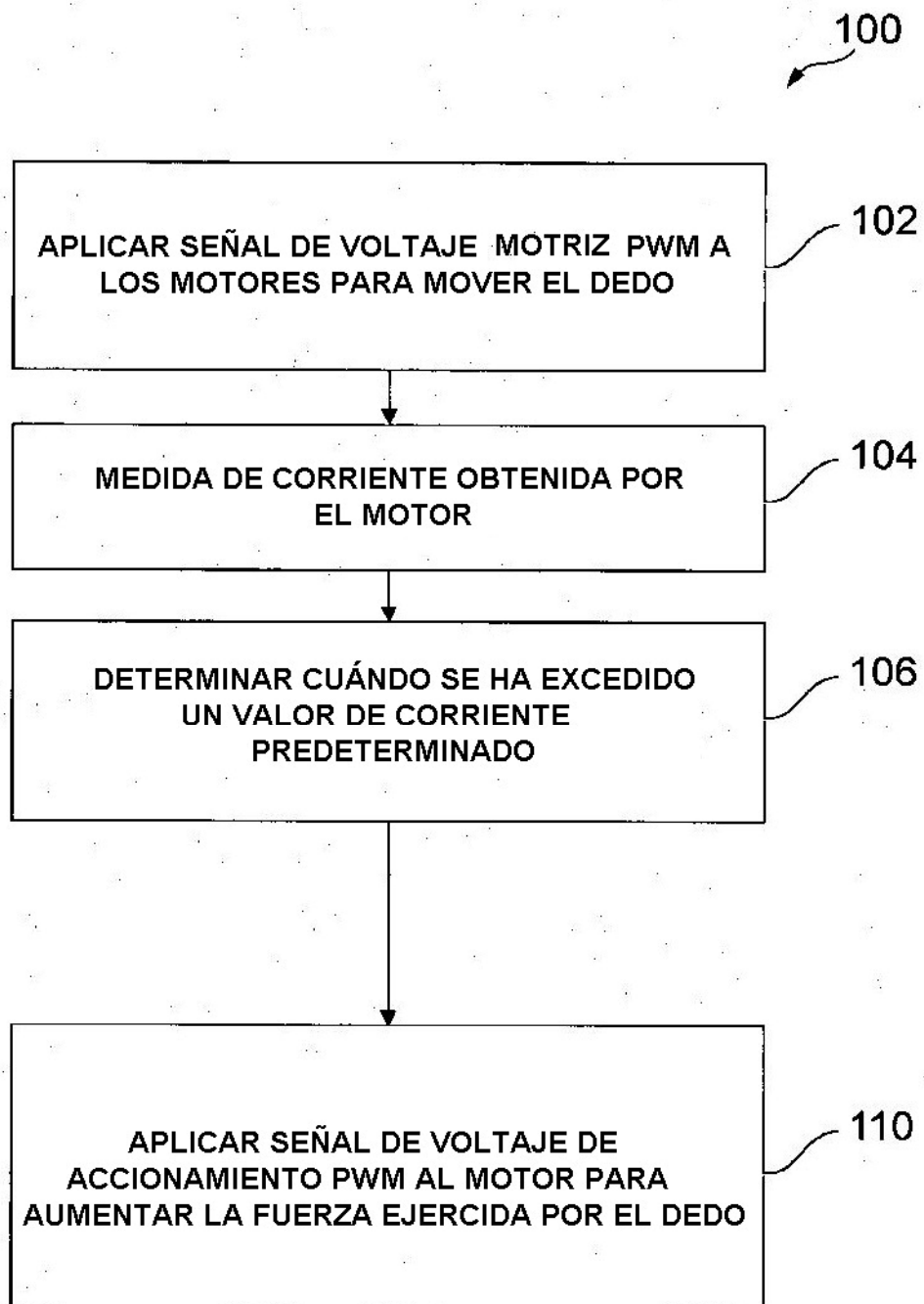


Fig. 3