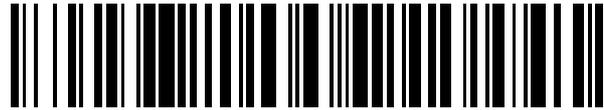


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 623**

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: **17.08.2012 E 12759499 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2744456**

54 Título: **Mejoras en o relacionadas con las prótesis y las órtesis**

30 Prioridad:

18.08.2011 GB 201114264

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2016

73 Titular/es:

**TOUCH BIONICS LIMITED (50.0%)
Unit 3, Ashwood Court, Oakbank Park Way
Livingston EH53 0TH, GB y
THE UNIVERSITY COURT OF THE UNIVERSITY
OF EDINBURGH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GILL, HUGH;
VIJAYAKUMAR, SETHU y
SAUNDERS, IAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 562 623 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

Mejoras en o relacionadas con las prótesis y las órtesis

5 La presente invención se refiere a un componente móvil de una prótesis o de una órtesis y a un método de hacer funcionar la misma. La técnica anterior más próxima es el documento WO 2011/022569A1, que define el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 4.

Se conocen manos protéticas con dedos motorizados. Por ejemplo, los documentos WO 2007/063266 y WO 2010/149967 describen una prótesis con un elemento dactilar mecánicamente accionable que se mueve mediante un motor eléctrico. El documento WO 2010/149967 describe un método para controlar el funcionamiento del elemento dactilar para aumentar la fuerza aplicada de este modo a un objeto.

10 El presente inventor ha apreciado deficiencias en las prótesis conocidas que tienen elementos dactilares accionados por motor, tales como los descritos en el documento WO 2007/063266 y en el documento WO 2010/149967.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una prótesis o una órtesis como se define en la reivindicación 1.

15 El dispositivo electrónico se puede utilizar para determinar al menos un parámetro de funcionamiento instantáneo del motor.

El perfil predeterminado de funcionamiento del motor y del componente se puede basar en una multitud de entradas de parámetros de funcionamiento para el motor y en una multitud de salidas de condiciones de funcionamiento resultantes del componente.

El motor se puede ubicar dentro del componente.

20 El componente puede ser un dedo de una prótesis de la mano. El componente puede ser un dedo o un elemento del pulgar de la prótesis de la mano. El motor se puede situar en el interior del dedo de la prótesis de la mano.

El componente puede ser móvil con respecto a un cuerpo de soporte de la prótesis o de la órtesis. El componente puede rotar y/o pivotar con respecto al cuerpo de soporte de la prótesis o de la órtesis.

25 El motor puede ser un motor eléctrico. El motor puede ser un motor de corriente continua. El motor puede ser un motor AC, un motor CC, un motor con escobillas o sin escobillas, un servomotor, un motor paso a paso, un motor lineal o un motor de engranaje helicoidal.

Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor puede incluir una señal eléctrica. La señal eléctrica puede ser en forma de una corriente eléctrica y/o una tensión aplicadas.

30 Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor puede incluir la señal eléctrica que pasa a través del motor. Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor determinado por el dispositivo electrónico incluye la corriente consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor.

La señal eléctrica puede comprender una multitud de impulsos espaciados.

35 El dispositivo electrónico puede incluir una placa de circuito que contiene una circuitería electrónica que se acciona para aplicar al menos uno de los parámetros de funcionamiento al motor. La circuitería electrónica se puede accionar para proporcionar impulso bidireccional al motor.

40 El motor se puede accionar a través de uno o más conmutadores. Los conmutadores se pueden accionar mediante el movimiento residual del portador de la prótesis o de la órtesis, el movimiento de la muñeca y/o el hombro del portador de la prótesis o la órtesis, o similares. Alternativamente, o adicionalmente, el motor se puede accionar a través de señales derivadas de la actividad de, o a partir de la actividad electromiográfica (EMG) de acciones musculares residuales del portador de la prótesis o la órtesis, de resistencias sensibles a la presión sobre el portador de la prótesis o la órtesis, de las señales derivadas a partir de uno o más implantes neuronales en el portador de la prótesis o la órtesis, de la actividad EMG a partir de músculos reinervados, de los músculos de los pies y/o el pecho, o similares.

45 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente puede incluir uno o más del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

50 El dispositivo electrónico puede, además de accionarse para determinar una condición de funcionamiento instantánea del componente, accionarse para determinar una condición de funcionamiento histórica del componente. Es decir, el dispositivo electrónico se puede accionar para determinar acciones históricas realizadas por el componente. A partir del conocimiento de la condición instantánea de funcionamiento del componente y de un

conocimiento de las condiciones de funcionamiento históricas del componente, el dispositivo electrónico se puede accionar, además, para determinar un cambio en cualquiera de las condiciones, un promedio de cualquiera de las condiciones y una condición de funcionamiento solicitada o prevista.

5 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir la posición relativa del componente. La posición relativa del componente puede ser monodimensional, bidimensional o tridimensional. La condición de funcionamiento del componente también puede incluir el ángulo del componente, o una parte del mismo, respecto a un plano, eje o punto de referencia. La condición de funcionamiento del componente puede incluir también la distancia entre al menos dos componentes, tales como un dedo y el pulgar. La posición del componente se puede determinar a partir de un conocimiento de la posición de partida o de la posición final del componente, la duración de la señal de funcionamiento aplicada y la velocidad de desplazamiento del componente.

10 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir condiciones derivadas a partir de cualquiera de las condiciones anteriormente referenciadas, tales como un cambio en cualquiera de las condiciones, o un promedio de cualquiera de las condiciones.

15 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir una o más condiciones de funcionamiento previas, una o más condiciones de funcionamiento previstas y/o solicitadas.

20 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir una combinación de cualquiera del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

Las condiciones de funcionamiento descritas anteriormente pueden referirse al componente como un conjunto o al menos a parte del componente.

25 El dispositivo electrónico se puede accionar para determinar la señal eléctrica instantánea aplicada al motor. El dispositivo electrónico se puede accionar para determinar la corriente y/o la tensión instantánea aplicada al motor. El dispositivo electrónico se puede accionar para determinar la corriente instantánea consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor. La corriente consumida por el motor para cualquier tensión de funcionamiento aplicada depende de la carga colocada en el motor. La corriente consumida por el motor, por lo tanto, varía con respecto a la carga colocada en el mismo.

30 El dispositivo electrónico puede incluir una placa de circuito que contiene circuitería electrónica que se acciona para medir el parámetro de funcionamiento instantáneo del motor. La circuitería electrónica puede incluir un circuito de medición de la corriente y/o la tensión.

El dispositivo electrónico puede incluir un dispositivo de memoria accionable para almacenar el perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente.

35 El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para asignar al menos uno de los parámetros de funcionamiento instantáneo determinado del motor al perfil predeterminado de funcionamiento del motor y del componente. El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para comparar al menos uno de los parámetros de funcionamiento instantáneo determinado del motor con el perfil predeterminado de funcionamiento del motor y del componente.

40 El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para determinar al menos una de las condiciones de funcionamiento instantánea del componente a partir del perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente. El firmware puede incluir un programa de ordenador almacenado en la memoria del firmware.

45 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de una o más entradas al motor de parámetros de funcionamiento y una o más salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente. El perfil de funcionamiento del motor y el componente se puede obtener mediante la caracterización del funcionamiento del componente como una función de las entradas de los parámetros de funcionamiento al motor. El perfil de funcionamiento del motor y el componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos del parámetro de funcionamiento instantáneo del motor como una función de la condición de funcionamiento instantánea del componente.

50 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de al menos una de las siguientes condiciones de funcionamiento del componente: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie; y de los parámetros de funcionamiento correspondientes del motor. El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de las condiciones de funcionamiento instantáneas del componente mencionado anteriormente y uno o más de los parámetros de funcionamiento instantáneos del motor.

- 5 Los perfiles de funcionamiento predeterminados del motor y del componente se pueden obtener mediante la caracterización del funcionamiento del motor como una función de una o más de las condiciones de funcionamiento del componente. El componente se puede instruir para realizar una o más de las condiciones de funcionamiento mencionadas anteriormente y de los parámetros de funcionamiento resultantes del motor medidos. La corriente consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor se pueden determinar cuando el componente lleva a cabo su tarea con las instrucciones. Esta caracterización del motor y el componente puede llevarse a cabo sobre una o más de las condiciones de funcionamiento del componente mencionadas anteriormente.
- 10 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente se puede determinar mediante un modelo matemático basado en una o más de las entradas al motor de los parámetros de funcionamiento y de una o más de las salidas de condiciones de funcionamiento del motor resultantes. El modelo matemático puede ser una función matemática, una asignación numérica o similar. El modelo matemático puede ser una red neuronal, una red neuronal artificial, un árbol de decisión (DT), una Máquina de Vectores de Soporte (SVM), una regresión logística (LR) u otras técnicas de "aprendizaje automático".
- 15 El dispositivo electrónico se acciona para producir una señal de salida indicativa de al menos una condición de funcionamiento instantánea determinada del componente.
- 20 El dispositivo electrónico se acciona para producir una señal de salida indicativa de una o más de las condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas en el grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.
- 25 El dispositivo electrónico puede, además de accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas del componente, accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más de las condiciones de funcionamiento históricas del componente. Es decir, el dispositivo electrónico puede accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más acciones históricas realizadas por el componente. A partir de un conocimiento de la condición de funcionamiento instantánea del componente y de un conocimiento de las condiciones de funcionamiento históricas del componente, el dispositivo electrónico puede, además, accionarse para producir una señal de salida indicativa de un cambio en cualquiera de las condiciones, un promedio de cualquiera de las condiciones, una condición de funcionamiento prevista o solicitada.
- 30 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de la posición relativa del componente. La posición relativa del componente puede ser unidimensional, bidimensional o tridimensional. El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa del ángulo del componente, o una parte del mismo, respecto a un plano, eje o punto de referencia. El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de la distancia entre al menos dos componentes, tales como un dedo y el pulgar.
- 35 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de las condiciones derivadas a partir de cualquiera de las condiciones anteriormente referenciadas, tales como un cambio en cualquiera de las condiciones, o un promedio de cualquiera de las condiciones.
- 40 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de una o más condiciones de funcionamiento previas, una o más de las condiciones de funcionamiento solicitadas y/o previstas.
- 45 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de una combinación de cualquiera del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.
- El dispositivo electrónico se acciona, además, para producir una señal de salida indicativa de una multitud de condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas del componente.
- La señal de salida puede ser indicativa de una condición de funcionamiento general del componente. La condición de funcionamiento general del componente puede incluir uno o más modos de funcionamiento y/o configuraciones.
- 50 El dispositivo electrónico se puede accionar, además, para producir una señal de salida que es indicativa de una condición de funcionamiento del componente solicitada por el portador de la prótesis o la órtesis. El dispositivo electrónico se puede accionar, además, para producir una señal de salida que es indicativa de una condición de funcionamiento del componente completada por el portador de la prótesis o la órtesis.
- 55 El dispositivo electrónico se puede accionar, además, para utilizar la señal de salida junto con los parámetros de funcionamiento del motor en una estrategia de control para el funcionamiento del componente. El dispositivo electrónico se puede accionar, además, para utilizar la señal de salida junto con los parámetros de funcionamiento

- del motor para controlar el funcionamiento del componente. Por ejemplo, la señal de salida puede indicar la posición relativa del componente y el dispositivo electrónico puede modificar el parámetro de funcionamiento del motor sobre la base de la señal de salida para lograr una posición solicitada del componente, o la señal de salida puede indicar la fuerza ejercida mediante el componente sobre un objeto y el dispositivo electrónico puede modificar el parámetro de funcionamiento del motor sobre la base de la señal de salida para lograr una fuerza solicitada por el componente.
- Adicionalmente, el dispositivo electrónico se acciona para comunicar la señal de salida al portador de la prótesis o la órtesis.
- La señal de salida se puede comunicar al portador de la prótesis o la órtesis visual, kinestésica, auditiva o neuronalmente.
- La señal de salida se puede comunicar al portador de la prótesis o la órtesis en una o más combinaciones de las anteriores formas de comunicación.
- Así, la señal de salida se realimenta al portador de la prótesis o la órtesis. El modo de realimentación al portador de la prótesis o la órtesis incluye retroalimentación vibrotáctil o electrotáctil.
- La señal de salida se puede alimentar de nuevo al portador de la prótesis o la órtesis a un muñón, al brazo o la mano sana, al hombro, al cuello, al pie, a la lengua, o similar.
- En esta disposición, el portador de la prótesis o la órtesis recibe una señal del dispositivo electrónico que le indica una condición de funcionamiento instantánea del componente. Así, por ejemplo, el portador de la prótesis o la órtesis recibe una señal de retroalimentación desde la prótesis o la órtesis que indica la fuerza actual que se está aplicando mediante el componente a una superficie u objeto. Por lo tanto, el usuario sabe si la fuerza actual que se está aplicando a la superficie o el objeto es adecuada para sus necesidades, o si se requiere una fuerza mayor o menor. Por ejemplo, si el portador está tratando de empujar un botón con el componente de la prótesis, recibirá una señal de realimentación que le indica si el componente se presiona contra el botón con una fuerza suficiente para permitir que el botón se deprima. Además, si el portador está intentando mover un objeto con el componente de la prótesis, puede recibir una señal de retroalimentación que le indique si el componente está empujando, tirando, apretando o levantando el objeto con una fuerza suficiente para permitir que el objeto se mueva.
- Este es solo un ejemplo de la información que se puede realimentar al portador. Se debería apreciar que la señal de salida que realimenta al portador de la prótesis o la órtesis puede incluir más de una condición de funcionamiento instantáneo del componente.
- La prótesis o la órtesis puede comprender una multitud de componentes móviles, teniendo cada componente un motor y un dispositivo electrónico.
- Alternativamente, la prótesis o la órtesis puede comprender una multitud de componentes móviles, teniendo cada motor un motor, pero solo un dispositivo electrónico único. En esta disposición el dispositivo electrónico se puede accionar para determinar los parámetros de funcionamiento instantáneos de cada motor, asignar el parámetro de funcionamiento instantáneo de cada motor a un perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente y determinar la condición de funcionamiento instantánea de cada componente a partir del perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente.
- La prótesis o la órtesis puede comprender uno o más primeros componentes que actúan como dedos y el segundo componente que actúa como un pulgar. En esta disposición el dispositivo electrónico se puede accionar, además, para determinar la abertura de agarre entre los dedos y el pulgar y los movimientos no deseados entre el componente y un objeto, es decir, una condición de deslizamiento, entre los dedos y el pulgar cuando cada componente se apoya contra una superficie u objeto. La abertura de agarre y la condición de deslizamiento en la presente memoria, son ejemplos de condiciones de funcionamiento de los componentes.
- Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de funcionamiento de una prótesis o una órtesis como se define en la reivindicación 4.
- El dispositivo electrónico se acciona para determinar al menos un parámetro de funcionamiento instantáneo del motor.
- El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente se puede basar en una multitud de entradas al motor de parámetros de funcionamiento y en una multitud de salidas del componente de condiciones de funcionamiento resultantes.
- El motor se puede ubicar dentro del componente.
- El componente puede ser un dedo de una prótesis de la mano. El componente puede ser un elemento del dedo o de un pulgar de la prótesis de la mano. El motor se puede ubicar dentro del dedo de la prótesis de la mano.

El componente puede ser móvil con respecto a un cuerpo de apoyo de la prótesis o la órtesis. El componente puede girar y/o pivotar con respecto al cuerpo de apoyo de la prótesis o la órtesis.

5 El motor puede ser un motor eléctrico. El motor puede ser un motor de corriente continua. El motor puede ser un motor AC, un motor CC, un motor con escobillas o sin escobilla, un servomotor, un motor paso a paso, un motor lineal o un motor de engranaje helicoidal.

Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor puede incluir una señal eléctrica. La señal eléctrica puede estar en forma de una corriente y/o tensión eléctrica aplicada.

10 Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor puede incluir la señal eléctrica que pasa a través del motor. Al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor determinado mediante el dispositivo electrónico incluye la corriente consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor.

La señal eléctrica puede comprender una multitud de impulsos espaciados.

El dispositivo electrónico puede incluir una placa de circuito que contiene circuitería electrónica que se acciona para aplicar al menos uno de los parámetros de funcionamiento al motor. El circuito electrónico se puede accionar para proporcionar un impulso bidireccional al motor.

15 El motor se puede accionar mediante uno o más conmutadores. Los conmutadores se pueden accionar mediante el movimiento residual del portador de la prótesis o de la órtesis, el movimiento de la muñeca y/o el hombro del portador de la prótesis o la órtesis, o similares. Alternativamente, o adicionalmente, el motor se puede accionar a través de señales derivadas de la actividad de, o a partir de, la actividad electromiográfica (EMG) de acciones musculares residuales del portador de la prótesis o la órtesis, de resistencias sensibles a la presión sobre el portador de la prótesis o la órtesis, de las señales derivadas a partir de uno o más implantes neuronales en el portador de la prótesis o la órtesis, de la actividad EMG a partir de músculos reinervados, de los músculos de los pies y/o el pecho, o similares.

25 El método puede comprender la etapa adicional de usar el movimiento residual del portador de la prótesis o de la órtesis, el movimiento de la muñeca y/o el hombro del portador de la prótesis o la órtesis para aplicar al menos uno de los parámetros de funcionamiento al motor. El método puede comprender la etapa adicional de utilizar señales derivadas de la actividad de, o a partir de, la actividad electromiográfica (EMG) de acciones musculares residuales del portador de la prótesis o la órtesis, de resistencias sensibles a la presión sobre el portador de la prótesis o la órtesis, de las señales derivadas a partir de uno o más implantes neuronales en el portador de la prótesis o la órtesis, de la actividad EMG a partir de músculos reinervados, de los músculos de los pies y/o el pecho, para aplicar al menos uno de los parámetros de funcionamiento al motor.

30 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente puede incluir uno o más del grupo que consisten en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

35 El dispositivo electrónico puede, además de accionarse para determinar una condición de funcionamiento instantánea del componente, accionarse para determinar una condición de funcionamiento histórica del componente. Esto es, el dispositivo electrónico puede accionarse para determinar acciones históricas realizadas por el componente. A partir del conocimiento de la condición instantánea de funcionamiento del componente y de un conocimiento de las condiciones de funcionamiento históricas del componente, el dispositivo electrónico se puede accionar además para determinar un cambio en cualquiera de las condiciones, un promedio de cualquiera de las condiciones y una condición de funcionamiento solicitada o prevista.

40 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir la posición relativa del componente. La posición relativa del componente puede ser monodimensional, bidimensional o tridimensional. La condición de funcionamiento del componente también puede incluir el ángulo del componente, o una parte del mismo, respecto a un plano, eje o punto de referencia. La condición de funcionamiento del componente puede incluir también la distancia entre al menos dos componentes, tales como un dedo y el pulgar.

45 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir condiciones derivadas a partir de cualquiera de las condiciones anteriormente referenciadas, tales como un cambio en cualquiera de las condiciones, o un promedio de cualquiera de las condiciones.

50 Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir una o más condiciones de funcionamiento previas, una o más condiciones de funcionamiento previstas y/o solicitadas.

Al menos una de las condiciones de funcionamiento del componente también puede incluir una combinación de cualquiera del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad

media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

Las condiciones de funcionamiento descritas antes pueden referirse al componente como un conjunto o al menos a parte del componente.

5 El dispositivo electrónico se acciona para determinar la señal eléctrica instantánea aplicada al motor. El dispositivo electrónico se acciona para determinar la corriente y/o la tensión instantánea aplicada al motor. El dispositivo electrónico se puede accionar para determinar la corriente instantánea consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor. La corriente consumida por el motor para cualquier tensión de funcionamiento aplicada depende de la carga colocada en el motor. La corriente consumida por el motor, por lo tanto, varía con respecto a la carga colocada en el mismo.

10 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para determinar la señal eléctrica instantánea aplicada al motor.

15 El dispositivo electrónico puede incluir una placa de circuito que contiene circuitería electrónica que se acciona para medir el parámetro de funcionamiento instantáneo del motor. La circuitería electrónica puede incluir un circuito de medición de la corriente y/o la tensión.

El dispositivo electrónico puede incluir un dispositivo de memoria que se acciona para almacenar el perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente.

20 El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para asignar al menos uno de los parámetros de funcionamiento instantáneo determinado del motor al perfil predeterminado de funcionamiento del motor y del componente. El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para comparar al menos uno de los parámetros de funcionamiento instantáneo determinado del motor con el perfil predeterminado de funcionamiento del motor y del componente.

25 El dispositivo electrónico puede incluir firmware accionable para determinar al menos una de las condiciones de funcionamiento instantánea del componente a partir del perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente. El firmware puede incluir un programa de ordenador almacenado en la memoria del firmware.

30 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de una o más entradas al motor de parámetros de funcionamiento y una o más salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente. El perfil de funcionamiento del motor y el componente se puede obtener mediante la caracterización del funcionamiento del componente como una función de las entradas de los parámetros de funcionamiento al motor. El perfil de funcionamiento del motor y el componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos del parámetro de funcionamiento instantáneo del motor como una función de la condición de funcionamiento instantánea del componente.

35 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de al menos una de las siguientes condiciones de funcionamiento del componente: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie; y de los parámetros de funcionamiento correspondientes del motor. El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente puede incluir uno o más conjuntos de datos representativos de las condiciones de funcionamiento instantáneas del componente mencionados anteriormente y uno o más de los parámetros de funcionamiento instantáneos del motor.

40 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y del componente se puede obtener mediante la caracterización del funcionamiento del motor como una función de una o más de las condiciones de funcionamiento del componente. El componente se puede instruir para realizar una o más de las condiciones de funcionamiento mencionadas anteriormente y medir los parámetros de funcionamiento resultantes del motor. La corriente consumida por el motor y/o la caída de tensión a través del motor se pueden determinar cuando el componente lleva a cabo su tarea con las instrucciones. Esta caracterización del motor y el componente puede llevarse a cabo sobre una o más de las condiciones de funcionamiento del componente mencionadas anteriormente.

45 El perfil de funcionamiento predeterminado del motor y el componente se puede determinar mediante un modelo matemático basado en una o más de las entradas al motor de los parámetros de funcionamiento y de una o más de las salidas de condiciones de funcionamiento del motor resultantes. El modelo matemático puede ser una función matemática, una asignación numérica o similar. El modelo matemático puede ser una red neuronal, una red neuronal artificial, un árbol de decisión (DT), una Máquina de Vectores de Soporte (SVM), una regresión logística (LR) u otras técnicas de "aprendizaje automático".

50 El dispositivo electrónico se acciona además para producir una señal de salida indicativa de al menos una condición de funcionamiento instantánea determinada del componente.

El método comprende la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para producir una señal de salida indicativa de la determinación de al menos una condición de funcionamiento instantánea del componente.

5 El dispositivo electrónico se acciona para producir una señal de salida indicativa de una o más de las condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas en el grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

10 El dispositivo electrónico puede, además de accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas del componente, accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más de las condiciones de funcionamiento históricas del componente. Esto es, el dispositivo electrónico puede accionarse para producir una señal de salida indicativa de una o más acciones históricas realizadas por el componente. A partir de un conocimiento de la condición de funcionamiento instantánea del componente y de un conocimiento de las condiciones de funcionamiento históricas del componente, el dispositivo electrónico puede, además de accionarse para producir una señal de salida indicativa de un cambio en cualquiera de las condiciones, un promedio de cualquiera de las condiciones, una condición de funcionamiento prevista o solicitada.

20 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de la posición relativa del componente. La posición relativa del componente puede ser unidimensional, bidimensional o tridimensional. El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa del ángulo del componente, o una parte del mismo, respecto a un plano, eje o punto de referencia. El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de la distancia entre al menos dos componentes, tales como un dedo y el pulgar.

25 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de las condiciones derivadas a partir de cualquiera de las condiciones anteriormente referenciadas, tales como un cambio en cualquiera de las condiciones, o un promedio de cualquiera de las condiciones.

El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de una o más condiciones de funcionamiento previas, una o más de las condiciones de funcionamiento solicitadas y/o previstas.

30 El dispositivo electrónico se puede accionar para producir una señal de salida indicativa de una combinación de cualquiera del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.

El dispositivo electrónico se acciona, además, para producir una señal de salida indicativa de una multitud de condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas del componente.

35 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para producir una señal de salida indicativa de una multitud de las condiciones de funcionamiento instantáneas determinadas del componente.

La señal de salida puede ser indicativa de una condición de funcionamiento general del componente. La condición de funcionamiento general del componente puede incluir uno o más modos de funcionamiento y/o configuraciones.

40 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para producir una señal de salida indicativa de una condición de funcionamiento general del componente.

El dispositivo electrónico puede accionarse además para producir una señal de salida que es indicativa de una condición de funcionamiento solicitada del componente a partir del portador de la prótesis o la órtesis. El dispositivo electrónico puede accionarse además para producir una señal de salida que es indicativa de una condición de funcionamiento del componente completada por el portador de la prótesis o la órtesis.

45 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para producir una señal de salida indicativa de una condición de funcionamiento solicitada del componente. El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para producir una señal de salida indicativa de una condición de funcionamiento del componente completada.

50 El dispositivo electrónico puede accionarse además para utilizar la señal de salida junto con los parámetros de funcionamiento del motor en una estrategia de control para el funcionamiento del componente. El dispositivo electrónico se puede accionar, además, para utilizar la señal de salida junto con los parámetros de funcionamiento del motor para controlar el funcionamiento del componente. Por ejemplo, la señal de salida puede indicar la posición relativa del componente y el dispositivo electrónico puede modificar el parámetro de funcionamiento del motor sobre la base de la señal de salida para lograr una posición solicitada del componente, o la señal de salida puede indicar la

fuerza ejercida mediante el componente sobre un objeto y el dispositivo electrónico puede modificar el parámetro de funcionamiento del motor sobre la base de la señal de salida para lograr una fuerza solicitada por el componente.

5 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para utilizar la señal de salida junto con los parámetros de funcionamiento del motor en una estrategia de control para el funcionamiento del componente.

Adicionalmente, el dispositivo electrónico se acciona para comunicar la señal de salida al portador de la prótesis o la órtesis.

El método comprende la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para comunicar la señal de salida al portador de la prótesis o la órtesis.

10 La señal de salida se puede comunicar al portador de la prótesis o la órtesis visual, kinestésica, auditiva o neuronalmente.

La señal de salida se puede comunicar al portador de la prótesis o la órtesis en una o más combinaciones de las anteriores formas de comunicación.

15 Así, la señal de salida se realimenta al portador de la prótesis o la órtesis. El modo de realimentación al portador de la prótesis o la órtesis incluye retroalimentación vibrotáctil o electrotáctil.

La señal de salida se puede alimentar de nuevo al portador de la prótesis o la órtesis a un muñón, al brazo o la mano sana, al hombro, al cuello, al pie, a la lengua, o similar.

20 En esta disposición, el portador de la prótesis o la órtesis recibe una señal del dispositivo electrónico que le indica una condición de funcionamiento instantánea del componente. Así, por ejemplo, el portador de la prótesis o la órtesis recibe una señal de retroalimentación desde la prótesis o la órtesis que indica la fuerza actual que se está aplicando mediante el componente a una superficie u objeto. Por lo tanto, el portador sabe si la fuerza actual que se está aplicando a la superficie o el objeto es adecuada para sus necesidades, o si se requiere una fuerza mayor o menor. Por ejemplo, si el portador está tratando de empujar un botón con el componente de la prótesis, recibirá una señal de realimentación que le indica si el componente se presiona contra el botón con una fuerza suficiente para permitir que el botón se deprima. También, si el portador está intentando mover un objeto con el componente de la prótesis, puede recibir una señal de retroalimentación que le indique si el componente está empujando, tirando, apretando o levantando el objeto con una fuerza suficiente para permitir que el objeto se mueva.

25 Este es solo un ejemplo de la información que se puede realimentar al portador. Se debería apreciar que la señal de salida que realimenta al portador de la prótesis o la órtesis puede incluir más de una condición de funcionamiento instantáneo del componente.

La prótesis o la órtesis puede comprender una multitud de componentes móviles, teniendo cada componente un motor y un dispositivo electrónico.

35 Alternativamente, la prótesis o la órtesis puede comprender una multitud de componentes móviles, teniendo cada motor un motor, pero solo un dispositivo electrónico único. En esta disposición el dispositivo electrónico se puede accionar para determinar los parámetros de funcionamiento instantáneos de cada motor, asignar el parámetro de funcionamiento instantáneo de cada motor a un perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente y determinar la condición de funcionamiento instantánea de cada componente a partir del perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente.

40 El método puede comprender la etapa adicional de utilizar el dispositivo electrónico para determinar los parámetros de funcionamiento instantáneos de cada motor, asignar el parámetro de funcionamiento instantáneo de cada motor a un perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente y determinar la condición de funcionamiento instantánea de cada componente a partir del perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor y componente.

45 La prótesis o la órtesis puede comprender uno o más de los primeros componentes que actúan como dedos y el segundo componente que actúa como un pulgar. En esta disposición el dispositivo electrónico se puede accionar, además, para determinar la abertura de agarre entre los dedos y el pulgar y los movimientos no deseados entre el componente y un objeto, es decir, una condición de deslizamiento, entre los dedos y el pulgar cuando cada componente se apoya contra una superficie u objeto. La abertura de agarre y la condición de deslizamiento en la presente memoria, son ejemplos de condiciones de funcionamiento de los componentes.

50 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora a modo de ejemplo solamente con referencia al siguiente dibujo, del cual:

La Figura 1 es una vista en corte parcial de un elemento dactilar de una prótesis según la presente invención.

La Figura 1 ilustra una vista en corte parcial de una prótesis 1 de la mano que tiene un dedo 2 (un ejemplo de un componente móvil o dedo). La prótesis 1 se fija de forma segura en uso a un muñón de la mano de un usuario (ver a continuación) de una manera generalmente conocida por medio de una cuenca del cuerpo del componente (no mostrada). La prótesis 1 tiene un cuerpo principal 3 que tiene un huso 4 sobre el que se monta de manera fija una

5 rueda dentada 5. La rueda dentada 5 es de perfil más o menos semicircular. El dedo 2 se extiende en general tangencialmente con respecto a la rueda dentada 5. El dedo 2 tiene un alojamiento generalmente tubular 6, en el que se monta un motor 7 con un sistema de caja de cambios 8. El sistema de caja de cambios 8 proporciona diferentes pares de fuerzas - relaciones de velocidad de accionamiento de salida que se seleccionan a partir de una gama de diferentes relaciones. Las orejetas (no mostradas) dependen de la parte inferior del alojamiento tubular 6 y

10 se montan de forma giratoria en el huso 4 para permitir la rotación del dedo 2 con respecto al huso 4 y la rueda dentada 5. El huso 4 tiene un centro 4a que define un eje 4b alrededor del cual el dedo 2 gira. El alojamiento 6 que contiene el motor 7 se corresponde con la falange proximal de un dedo y la articulación formada entre el huso 4 y las orejetas que dependen de la carcasa 6 se corresponden con la articulación metacarpofalángica (MCP) o articulación del nudillo de un dedo.

15 Se extiende un eje de accionamiento 9 desde el motor 7 y el sistema de caja de cambios 8. Se monta un engranaje troncocónico 10 en el extremo distal del eje de accionamiento 9. Se monta un segundo engranaje troncocónico 11 dentro de la prótesis 1 de tal manera que un eje de rotación 11a del segundo engranaje troncocónico 11 está sustancialmente a 90 grados con respecto a un eje de rotación 10a del primer engranaje troncocónico 10.

20 La relación de transmisión del primer y el segundo engranajes troncocónicos es sustancialmente 1:1, aunque la relación de transmisión se puede cambiar fácilmente por medios conocidos. El segundo engranaje troncocónico 11 se monta sobre un eje 12, que también incluye un tornillo sin fin 13. El tornillo sin fin 13 se sitúa de tal manera que se acopla con un borde periférico curvado, dentado, de la rueda dentada 5. Como se ilustra en la figura 1, el tornillo sin fin 13 se extiende lateralmente hasta el alojamiento 6 en un ángulo sustancialmente de 90 grados. El tornillo sin fin 13 y la rueda dentada 5 tienen una relación de reducción de 25:1.

25 En la realización ilustrada en la presente memoria, el tornillo sin fin 13 se sitúa en la prótesis 1 de tal manera que está fuera del alojamiento 6. Así, el tornillo sin fin 13 se sitúa dentro del cuerpo principal 3 de la prótesis 1 y no en el dedo 2, aun cuando la prótesis 1 se estructura de tal manera que el tornillo sin fin 13 se mueve con el alojamiento 6 durante el funcionamiento de los dedos 2, como se describe a continuación. Sin embargo, también debería apreciarse que en otras realizaciones de la prótesis el tornillo sin fin 13 se puede situar en el alojamiento 6.

30 En la realización ilustrada y descrita en la presente memoria, el motor 7 es un motor de CC de imán permanente que tiene una relación sustancialmente lineal entre el par de fuerzas y la corriente de accionamiento. En uso normal, el motor gira en torno a 21.000 rpm. El motor se alimenta mediante las baterías recargables pequeñas 14, que se pueden montar a distancia de la prótesis 1.

35 El motor 7 se acciona para mover el dedo 2, como se describe con mayor detalle a continuación. El motor 7 funciona mediante la aplicación de una señal eléctrica apropiada, es decir, una señal corriente/tensión (un ejemplo de al menos uno de los parámetros de funcionamiento del motor).

40 El motor 7 se controla por medio de los conmutadores 15, que se accionan mediante medios conocidos, por ejemplo, el movimiento residual del dedo o el movimiento de la/el muñeca/hombro del portador de la prótesis 1. Alternativamente, o adicionalmente, el control puede ser mediante señales derivadas a partir de la actividad electromiográfica (EMG) de las acciones residuales de los músculos del portador de la prótesis 1, o de resistencias sensibles a la presión sobre el portador de la prótesis 1, o de las señales derivadas a partir de uno o más implantes neuronales en el portador de la prótesis 1, o de la actividad EMG a partir de músculos reinervados, de los músculos de los pies y/o el pecho, o similares.

45 En las formas de la invención en la que la prótesis 1 comprende una serie de otros dedos, es decir, un pulgar y uno o más dedos, el control por medios conocidos puede proporcionar la independencia del movimiento de los dedos o de los grupos de dedos. En el caso de un dedo o un pulgar, el motor 7 tiene una baja velocidad, características de un alto par de fuerzas.

50 El dedo 2 tiene una parte 16 de la punta del dedo que corresponde a las falanges media y distal de un dedo, que forma con el extremo distal del alojamiento 6 una articulación proximal 17 que corresponde a una articulación de la falange intermedia proximal (PIP) de un dedo. La flecha 24 representa el movimiento del dedo 2 sobre el eje 4b (es decir, la articulación MCP) y la flecha 26 representa el movimiento de la parte 16 de la punta del dedo alrededor de la articulación 17 PIP. Se une una correa no extensible o cuerda 18 en un primer extremo 18a a la rueda dentada 5 en una abertura 19 proporcionada en la rueda dentada 5. La correa o cuerda 18 pasa a través de una protuberancia 20 formada en la rueda dentada 5 y se une en un segundo extremo 18b a la parte 16 de la punta del dedo. Se conecta un resorte helicoidal 22 en un extremo 22a al extremo del alojamiento 6 y en un segundo extremo 22b opuesto a la parte 16 de la punta del dedo. La prótesis está revestida de una manera conocida con una capa 21 de goma de silicona o similar para proporcionar una apariencia estéticamente aceptable que es tan similar como sea posible a una mano normal.

55

La prótesis 1 comprende además un dispositivo electrónico 28 que contiene circuitería electrónica, que se acciona para controlar el funcionamiento del motor 7. Esto es, el dispositivo electrónico 28 se acciona para aplicar las señales de corriente/tensión al motor 7 para controlar el funcionamiento del mismo. El dispositivo electrónico 28 comprende un puente en H, o similar, que se utiliza para proporcionar el accionamiento bidireccional del motor 7.

5 El dispositivo electrónico 28 incluye un dispositivo controlador de la señal digital (no mostrado) y un dispositivo de memoria (no mostrado). Los procesos de control de la prótesis 1 realizados mediante el dispositivo electrónico 28 se incorporan en firmware, que se almacena en y se ejecuta en el dispositivo controlador de la señal digital y el dispositivo de memoria.

10 El dispositivo electrónico 28 también comprende un circuito de medición de la corriente (no mostrado), que se configura para medir la corriente consumida a través del puente H y, por lo tanto, el motor 7. Se debería apreciar que el dispositivo electrónico 28 puede adicionalmente, o alternativamente, comprender un circuito de medición de la tensión, que se configura para medir la caída de tensión a través del puente H y, por lo tanto, del motor 7.

15 Por lo tanto, además de que el dispositivo electrónico 28 se acciona para controlar el accionamiento del motor 7, también se acciona para determinar la señal de corriente/tensión aplicada al motor 7. El dispositivo electrónico 28 se acciona para determinar la señal de corriente/tensión aplicada al motor 7 en cualquier momento dado. Así, el dispositivo electrónico 28 se acciona, por lo tanto, para determinar la señal de corriente/tensión instantánea aplicada al motor 7.

20 En uso, el portador de la prótesis 1 acciona el dedo 2 mediante uno de los medios descritos anteriormente, por ejemplo, por medio de la actividad EMG de las acciones residuales de los músculos. El funcionamiento del motor 7 en respuesta al accionamiento provoca la rotación del primer engranaje troncocónico 10, que hace girar el segundo engranaje troncocónico 11 junto con el tornillo sin fin 13. Cuando el tornillo sin fin 13 gira, avanza alrededor de la superficie periférica de la rueda dentada 5 fija en sentido horario o anti-horario dependiendo de la dirección de rotación del motor 7. Esto mueve el dedo 2 sobre el eje 4b en la dirección indicada por la flecha 24. Cuando el dedo 2 se mueve sobre el eje 4b en una dirección hacia abajo, la distancia entre el punto de fijación de la correa 18 en la abertura 19 de la rueda dentada de tornillo sin fin 5 y la articulación proximal 17 se reduce. Esto se debe a que la abertura 19 se compensa desde el eje 4b de la rueda dentada 5, como se muestra en la figura 1.

25 Cuando se reduce la distancia, la correa de longitud fija 18 tira de la parte 16 de la punta del dedo contra la desviación del resorte helicoidal 22 para hacer girar la parte 16 de la punta del dedo en sentido horario en relación con el resto del dedo 2. Tras la inversión de la dirección de rotación del dedo 2 alrededor del eje, es decir, el movimiento del dedo 2 hacia arriba, se libera la tensión en la correa 18 y el resorte 22 ejerce una desviación en la parte 16 de la punta del dedo para devolver la parte 16 de la punta del dedo a la posición extendida ilustrada en la figura 1.

30 El movimiento del dedo 2 como un resultado del funcionamiento anteriormente descrito del motor 7 es un ejemplo del dedo 2 que tiene al menos una condición de funcionamiento. Sin embargo, las condiciones de funcionamiento del dedo 2 también pueden incluir: el movimiento inicial, el contacto del dedo 2 con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del dedo 2 con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el dedo 2 a una superficie. También se debería apreciar que la condición de funcionamiento del dedo 2 puede incluir cualquier combinación del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del dedo 2 con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del dedo 2 con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el dedo 2 a una superficie. También se debería apreciar que la condición de funcionamiento del dedo 2 puede incluir una multitud de cualquiera del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del dedo 2 con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del dedo 2 con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el dedo 2 a una superficie.

35 Además, la condición de funcionamiento del dedo 2 también puede incluir una condición de funcionamiento general del dedo 2, por ejemplo "on/off", o un modo de funcionamiento y/o una configuración del dedo 2. El modo de funcionamiento y/o la configuración del dedo 2 puede incluir diferentes tipos de agarres, tal como un agarre de "fuerza" o un agarre de "precisión". Estos diferentes modos de funcionamiento tienen diferentes características de funcionamiento.

40 La relación entre la señal de corriente/tensión instantánea aplicada al motor 7 y la corriente/tensión consumida por o caída a través del motor 7 (es decir, la carga del motor) es una función compleja de, entre otras cosas, la señal de corriente/tensión aplicada al motor 7, la dureza de la superficie o el objeto sobre el que el dedo 2 incide, los movimientos del dedo y el apalancamiento mecánico, las no linealidades y la variabilidad en la fabricación del engranaje, ubicación del contacto/carga en el dedo 2.

45 Por eso el dispositivo de memoria del dispositivo electrónico 28 tiene almacenado un perfil predeterminado de funcionamiento del motor 7 y el dedo 2. El perfil de funcionamiento del motor 7 y el dedo 2 se basa en una o más entradas de parámetros de funcionamiento al motor 7 y en uno o más salidas de condiciones de funcionamiento del

dedo 2. Esto es, el perfil de funcionamiento del motor 7 y el dedo 2 se basa en una o más entradas de corriente/tensión al motor 7 y una o más salidas de condiciones de funcionamiento del dedo 2, tales como una de las referidas anteriormente.

5 El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 incluye una multitud de conjuntos de datos representativa de una multitud de entradas de parámetros de funcionamiento del motor 7 y de una multitud de salidas de condiciones de funcionamiento resultantes del dedo 2. El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 se obtiene al caracterizar el funcionamiento del dedo 2 como una función de la entrada de corriente/tensión al motor 7. El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 también incluye una multitud de conjuntos de datos representativos de las
10 entradas de corriente/tensión instantáneas al motor 7 como una función de la condición de funcionamiento instantánea del dedo 2.

El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 también incluye una multitud de conjuntos de datos representativos de al menos una de las siguientes condiciones de funcionamiento del dedo 2: el movimiento inicial, el contacto del dedo 2 con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del dedo 2 con una superficie, la
15 aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el dedo 2 a una superficie; y las correspondientes entradas de corriente/tensión al motor 7.

El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 se obtiene, por ejemplo, al caracterizar el funcionamiento del motor 7 como una función de una o más condiciones de funcionamiento del dedo 2. El dedo 2 se instruye, por el portador, o por un programa de control externo, para realizar una o más de las acciones de funcionamiento
20 mencionadas anteriormente (condiciones) y se miden los parámetros de funcionamiento resultantes de corriente/tensión del motor 7. La corriente consumida por el motor 7 y/o la caída de tensión a través del motor 7 se determinan cuando el dedo 2 lleva a cabo su tarea con las instrucciones. Esta caracterización del motor 7 y del dedo 2 se lleva a cabo sobre una multitud de las condiciones de funcionamiento del dedo 2.

El perfil de funcionamiento del motor 7 y del dedo 2 se determina mediante un modelo matemático basado en las
25 entradas al motor y las salidas del dedo anteriormente descritas. El modelo matemático puede ser una función matemática, una asignación numérica o similar. El modelo matemático puede ser una red neuronal, una red neuronal artificial, un árbol de decisión (DT), una Máquina de Vectores de Soporte (SVM), una regresión logística (LR) u otras técnicas de "aprendizaje automático".

El dispositivo electrónico 28 se acciona además para determinar al menos una de las condiciones instantáneas de
30 funcionamiento del dedo 2 a partir del perfil de funcionamiento predeterminado del motor 7 y del dedo 2 almacenado en el dispositivo de memoria y de los parámetros de funcionamiento de corriente/tensión determinados del motor 7. Esto es, el dispositivo electrónico 28 es capaz de determinar a partir de la medición del parámetro de corriente/tensión del motor 7 la condición de funcionamiento instantánea del dedo 2.

El dispositivo electrónico 28 hace esto al medir en primer lugar la corriente/tensión consumida por, o caída a través
35 de, el motor 7; y a continuación, asignar, o comparar, la corriente/tensión medida con el perfil de funcionamiento predeterminado del motor 7 y el dedo 2 almacenado en el dispositivo de memoria. A partir del perfil de funcionamiento del motor 7 y el dedo 2, el dispositivo electrónico 28 es capaz de determinar la condición de funcionamiento instantánea del dedo 2. Para cualquier condición de funcionamiento dada del dedo 2, tales como las indicadas anteriormente, el motor 7 tiene una "firma" de corriente/tensión. El dispositivo electrónico 28 determina la
40 firma de corriente/tensión del motor 7 y a continuación utiliza el perfil de funcionamiento para determinar la condición de funcionamiento del dedo 2 a la que se refiere.

El dispositivo electrónico 28 incluye firmware que se acciona para realizar la asignación de la corriente/tensión
medida al perfil de funcionamiento predeterminado del motor 7 y del dedo 2.

El dispositivo electrónico 28 puede medir el parámetro de funcionamiento corriente/tensión instantáneo del motor 7 o
45 el dispositivo electrónico 28 puede, por ejemplo, tomar un promedio de la medición corriente/tensión del motor 7. Se requiere que el dispositivo electrónico 28 se accione de tal manera que sea capaz de determinar las "firmas" de corriente/tensión del motor.

El dispositivo electrónico 28 también se acciona para determinar una condición de funcionamiento histórica del dedo
50 2. Esto es, el dispositivo electrónico 28 es capaz de acceder a la información histórica sobre el funcionamiento del dedo 2. Esta información puede, por ejemplo, almacenarse en el dispositivo de memoria. A partir del conocimiento de la condición de funcionamiento instantánea del dedo 2 y de un conocimiento de las condiciones de funcionamiento históricas del dedo 2, el dispositivo electrónico 28 se acciona además para determinar un cambio en cualquiera de las condiciones del dedo 2, un promedio de cualquiera de las condiciones del dedo 2, una condición de funcionamiento prevista o solicitada del dedo 2.

El dispositivo electrónico 28 se acciona además para producir una señal de salida 30 que es indicativa de la
55 condición de funcionamiento instantánea del dedo 2. Además, el dispositivo electrónico 28 también se acciona para producir una señal de salida que es indicativa de una condición de funcionamiento histórica del dedo 2. Esto es un resultado del dispositivo electrónico 28 que es capaz de determinar tanto la condición de funcionamiento instantánea

del dedo 2 como la condición de funcionamiento histórica del dedo 2. La señal de salida 30 puede representar cualquiera de las condiciones de funcionamiento del dedo 2 descritas antes, incluyendo cambios, promedios, condiciones previas, condiciones previstas o condiciones solicitadas.

5 El dispositivo electrónico 28 también se puede accionar para utilizar la señal de salida 30 junto con los parámetros de funcionamiento de corriente/tensión del motor 7 en una estrategia de control para el funcionamiento del dedo 2. En esta disposición, el dispositivo electrónico 28 utiliza la señal de salida 30 junto con los parámetros de funcionamiento corriente/tensión del motor 7 para controlar el funcionamiento del motor 7. En esta disposición, la señal de salida 30 se alimenta de nuevo al dispositivo electrónico 28 como una entrada del mismo. La señal de salida 30 puede, por ejemplo, indicar la posición relativa del dedo 2 y el dispositivo electrónico 28 puede modificar los parámetros de funcionamiento corriente/tensión del motor 7 basado en la señal de salida 30 para lograr una posición solicitada del dedo 2, o para corregir cualquier error en una posición solicitada del dedo 2. Como un ejemplo adicional, la señal de salida 30 puede indicar la fuerza ejercida por el dedo 2 sobre un objeto y el dispositivo electrónico 28 puede modificar los parámetros de funcionamiento de corriente/tensión del motor 7 basado en la señal de salida 30 para lograr una fuerza solicitada del dedo 2. De este modo, la señal de salida 30 puede funcionar con el dispositivo electrónico 28 en una disposición de bucle de control de realimentación para modificar el funcionamiento del dedo 2.

La disposición anterior proporciona un control lineal proporcional del funcionamiento del dedo 2. Esto es, el portador de la prótesis 1 sabe que existe una relación lineal entre la señal de EMG que se aplican a la prótesis 1 y, por ejemplo, la fuerza aplicada por el dedo 2 sobre un objeto o superficie. Este funcionamiento del dedo 2 es extremadamente ventajoso para el portador de la prótesis 1. Por ejemplo, esto proporciona al portador de la prótesis 1 una mayor confianza al manejar objetos delicados, especialmente cuando la prótesis 1 incluye una serie de dedos 2 y un componente de pulgar (ver a continuación).

Adicionalmente, el dispositivo electrónico 28 se acciona para comunicar la señal de salida 30 al portador de la prótesis 1. Esto es, el dispositivo electrónico 28 se acciona para realimentar una condición de funcionamiento del dedo 2. Así, el portador de la prótesis 1 es capaz de recibir información de funcionamiento sobre el dedo 2. Por ejemplo, el portador de la prótesis 1 es capaz de conocer la fuerza que el dedo 2 está aplicando a un objeto.

La señal de salida 30 se puede comunicar al portador de la prótesis 1 mediante, por ejemplo, cualquiera de los siguientes medios: visual, kinestésica, auditiva o neuronalmente.

30 En una disposición, el modo de realimentar al portador de la prótesis 1 es vibrotáctil. En esta disposición el portador de la prótesis 1 tiene una serie de vibrotactores 32 (motores que vibran) montados a, por ejemplo, su antebrazo 34 (muñón). La señal de salida 30 se decodifica (mediante, por ejemplo, el dispositivo electrónico 28) para producir un modo de funcionamiento para los vibrotactores 32. El modo de funcionamiento para los vibrotactores 32 indica al usuario de la prótesis 1 la condición de funcionamiento del dedo 2. Debido al gran número de condiciones de funcionamiento del dedo 2, está claro que hay un gran número de modos de funcionamiento para las vibrotactores 32. Las condiciones de funcionamiento de los vibrotactores 32 pueden incluir amplitud, frecuencia, ancho del pulso, tiempo, número de pulsos, período entre los pulsos, los patrones de funcionamiento entre los vibrotactores 32 etc. El portador de la prótesis 1 aprende a reconocer los modos de funcionamiento de los vibrotactores 32 y la condición de funcionamiento del dedo 2 mediante, por ejemplo, la realización de una serie de tareas con el dedo 2.

40 En un ejemplo de funcionamiento, el portador de la prótesis 1 recibe una señal de realimentación desde la prótesis 1 que indica la fuerza actual que se está aplicando mediante el dedo 2 sobre una superficie u objeto. Por tanto, el portador sabe si la fuerza que se aplica a la superficie o el objeto es adecuada para sus necesidades, o si se requiere una fuerza mayor o menor. Por ejemplo, si el portador está tratando de empujar un botón con el dedo 2 de la prótesis 1, recibirá una señal de realimentación que le indica si el componente está presionando contra el botón con una fuerza suficiente para permitir que el botón se deprima. También, si el portador está tratando de mover un objeto con el dedo 2 de la prótesis 1, puede recibir una señal de realimentación que le indica si el componente está empujando, tirando, apretando o levantando el objeto con una fuerza suficiente para permitir que el objeto se mueva.

La anterior disposición proporciona de nuevo un control lineal proporcional del funcionamiento del dedo 2 de la misma manera que se describió anteriormente.

50 Se debería apreciar que la señal de salida 30 que alimenta de nuevo al portador de la prótesis 1 puede ser indicativa de una multitud de condiciones de funcionamiento instantáneas del dedo 2.

Aunque la prótesis se ha ilustrado y descrito anteriormente como que comprende un solo dedo 2, debe apreciarse que la prótesis 1 puede comprender una serie de dedos móviles 2, con cada dedo 2 que incluye un motor 7 y un dispositivo electrónico 28, de tal manera que cada dedo 2 funciona de la misma manera descrita anteriormente. Alternativamente, la prótesis 1 puede comprender una serie de dedos 2, con cada dedo 2 que tiene un motor 7, pero sólo un único dispositivo electrónico 28. En esta disposición, el dispositivo electrónico 28 se acciona para determinar los parámetros de funcionamiento instantáneos de cada motor 7, asignar el parámetro de funcionamiento instantáneo de cada motor 7 a un perfil predeterminado de funcionamiento de cada motor 7 y del dedo 2 y

determinar la condición de funcionamiento instantánea de cada dedo 2 a partir del perfil de funcionamiento predeterminado de cada motor 7 y del dedo 2.

5 La prótesis 1 puede comprender uno o más componentes móviles 2 que actúan como dedos y un segundo componente 2 que actúa como un pulgar. En esta disposición, el dispositivo electrónico 28 se acciona, además, para determinar la abertura de agarre entre los dedos y el pulgar y el movimiento no deseado entre los componentes 2 y un objeto, es decir, una condición de deslizamiento, entre los dedos y el pulgar cuando cada componente 2 se apoya contra una superficie u objeto. La abertura de agarre y la condición de deslizamiento en la presente memoria, son ejemplos de condiciones de funcionamiento de los componentes 2.

10 Se pueden hacer modificaciones y mejoras a lo anterior sin apartarse del alcance de la invención, por ejemplo, aunque el dispositivo electrónico 28 se ha descrito anteriormente como para determinar (medir) el parámetro de funcionamiento instantáneo (corriente/tensión) del motor 7, se debería apreciar que el dispositivo electrónico 28 se puede configurar para determinar (medir), o muestrear, los parámetros de funcionamiento de corriente/tensión del motor 7 durante un período de tiempo y, por ejemplo, tomar una medición promedio.

15 Además, aunque la realización anterior se ha descrito con referencia a un componente de dedo de una prótesis de mano, se debería apreciar que la presente invención es también aplicable a componentes móviles en otras formas de prótesis, tales como dedos de los pies de una prótesis de pie, de componentes móviles de una órtesis. También debería apreciarse que la presente invención también es aplicable a cualquiera de los componentes que unen, o interconectan, los componentes móviles de una prótesis o de una órtesis.

REIVINDICACIONES

1. Una prótesis o una órtesis que comprende:
- un componente móvil (2);
- 5 un motor eléctrico (7) accionable para mover el componente (2), en el que el motor tiene al menos una entrada de corriente y/o tensión, la aplicación de la cual al motor resulta en que el componente tiene al menos una condición de funcionamiento;
- un circuito de medición de la corriente que mide la corriente consumida por el motor (7), y/o un circuito de medición de la tensión que mide la caída de tensión en el motor; y
- 10 un dispositivo electrónico (28) que controla el movimiento del componente móvil (2) y almacena los valores de corriente y/o tensión predeterminados para el motor (7) y una o más salidas resultantes de condiciones de funcionamiento del componente;
- en la que uno de los circuitos de medición de la corriente y la tensión mide la entrada de la corriente o la tensión, el circuito electrónico (28) compara la entrada de la corriente o la tensión medida, mediante el circuito de medición de la corriente o la tensión, con los valores de la corriente y/o la tensión predeterminadas para el motor (7), con el fin de
- 15 determinar al menos una condición de funcionamiento instantánea del componente (2); y el dispositivo electrónico (28) produce una señal de salida indicativa de al menos una determinada condición de funcionamiento instantánea del componente;
- en la que el dispositivo electrónico (28) comunica la señal de salida al portador de la prótesis o la órtesis por medio de un modo de realimentación caracterizado por que el modo de realimentación incluye realimentación vibrotáctil o electrotáctil.
- 20
2. Una prótesis o una órtesis según la reivindicación 1, en la que el dispositivo electrónico (28) determina al menos una entrada de corriente o tensión instantánea del motor (7) mediante uno de los circuitos de medición de corriente y tensión.
3. Una prótesis o una órtesis según cualquier reivindicación precedente, en la que la prótesis o la órtesis (1) comprende una serie de componentes móviles (2), con cada componente que tiene un motor (7) y, o bien comprendiendo la prótesis o la órtesis un dispositivo electrónico único (28), o bien teniendo cada componente un dispositivo electrónico.
- 25
4. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis que tiene un componente móvil (2), un dispositivo electrónico (28), un motor eléctrico (7) accionable para mover el componente, en el que el motor tiene al menos una entrada de corriente y/o tensión, la aplicación de la cual al motor resulta en que el componente tiene al menos una condición de funcionamiento, y un circuito de medición de la corriente que mide la corriente consumida por el motor, y/o un circuito de medición de la tensión que mide la caída de tensión en el motor, comprendiendo el método las etapas de:
- 30
- aplicar al menos una entrada de corriente o tensión al motor (7); y
- 35 utilizar el dispositivo electrónico (28) para:
- determinar al menos una entrada de corriente o tensión al motor (7) por medio de, bien un circuito de medición de la corriente o bien un circuito de medición de la tensión;
- determinar al menos una condición de funcionamiento instantánea del componente (2) al comparar la entrada de corriente o tensión medida mediante el circuito de medición de la corriente o la tensión con los valores de corriente o tensión predeterminados para el motor (7) y una o más salidas resultantes de las condiciones de funcionamiento del componente almacenadas en el dispositivo electrónico (28); y
- 40
- producir una señal de salida indicativa de al menos una condición de funcionamiento instantánea determinada del componente (2);
- en el que el método además comprende la etapa de que el dispositivo electrónico (28) comunica la señal de salida al portador de la prótesis o la órtesis (1) por medio de un modo de realimentación caracterizado por que el modo de realimentación incluye realimentación vibrotáctil o electrotáctil.
- 45
5. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según la reivindicación 4, en el que el dispositivo electrónico (28) se acciona para determinar al menos una entrada de corriente o tensión instantánea del motor (7) por medio de uno de los circuitos de medición de la corriente y la tensión.
- 50
6. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que los valores de la corriente o la tensión predeterminados del motor (7) y las salidas de la condición de

funcionamiento resultante del componente (2) se basan en una multitud de entradas de corriente y/o tensión al motor y en una multitud de salidas de la condición de funcionamiento resultantes del componente.

- 5 7. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que al menos una condición de funcionamiento del componente (2) incluye uno o más del grupo que consiste en: el movimiento inicial, el contacto del componente con una superficie, el resbalamiento o deslizamiento del componente con una superficie, la aceleración, la deceleración, la velocidad media, la velocidad instantánea, la cantidad de extensión, la cantidad de flexión y la fuerza aplicada por el componente a una superficie.
- 10 8. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que los valores de la corriente o la tensión predeterminados del motor (7) y las salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente (2) incluyen uno o más conjuntos de datos representativos de una o más entradas de corriente y/o tensión al motor y una o más salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente.
- 15 9. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que los valores de la corriente o la tensión predeterminados del motor (7) y las salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente (2) se determinan por medio de un modelo matemático basado en una o más de las entradas de corriente y/o tensión al motor y en una o más de las salidas resultantes de la condición de funcionamiento del componente.
- 20 10. Un método de hacer funcionar una prótesis o una órtesis según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, en el que el dispositivo electrónico (28) se acciona además para utilizar la señal de salida junto con la entrada de la corriente o la tensión del motor (7) en una estrategia de control para el funcionamiento del componente (2).

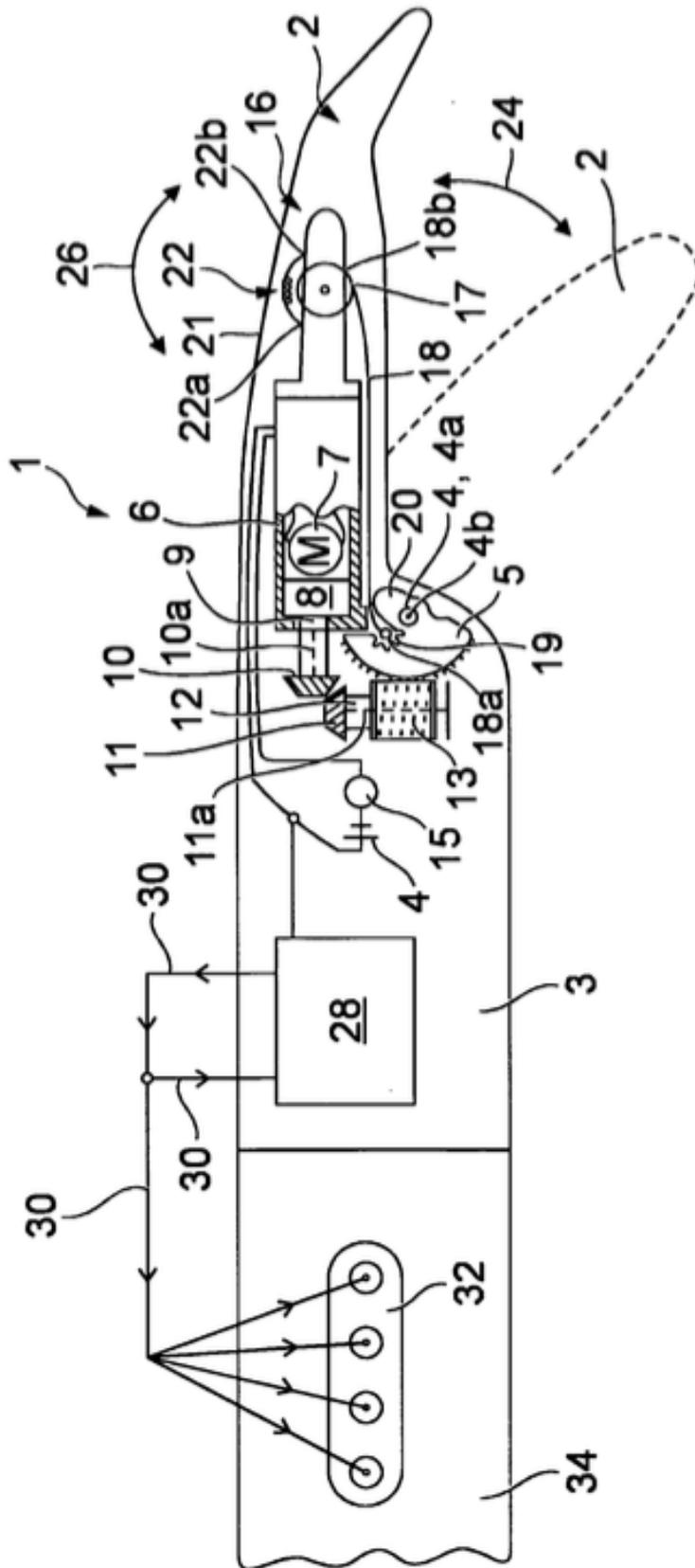


Fig. 1