

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 305**

51 Int. Cl.:

A61F 5/01 (2006.01)

A61F 2/50 (2006.01)

A61F 2/78 (2006.01)

A61F 5/052 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2011 PCT/CA2011/000192**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2011 WO11123928**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2011 E 11764970 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2555720**

54 Título: **Dispositivo de distribución de carga para articulaciones humanas**

30 Prioridad:

07.04.2010 US 282835 P

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

20.09.2017

73 Titular/es:

**B-Temia Inc.
2750 rue Einstein Bureau 230
Québec, Québec G1P 4R1, CA**

72 Inventor/es:

**BEDARD, STÉPHANE;
LACHANCE, DANY;
GILBERT, BENOIT y
ROY, YVES**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 633 305 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

Dispositivo de distribución de carga para articulaciones humanas

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica los beneficios de la solicitud de patente provisional Estadounidense No. 61/282,835 presentada el 7 de abril de 2010.

10 Campo técnico

La presente invención se relaciona con un dispositivo de distribución de carga para articulaciones humanas.

Antecedentes

15 Durante los últimos 10 años, muchas personas han creado invenciones destinadas a la asistencia de la movilidad humana en el campo de la rehabilitación o para tareas específicas de trabajo pesado. Algunas de ellas se han diseñado para las extremidades inferiores, destinadas a la mejora o restauración de la locomoción. Otras se han creado para las extremidades superiores destinadas a la restauración de la movilidad de los brazos o que prestan asistencia durante tareas específicas o repetitivas. Por lo general llamados "exoesqueleto" o "ectoesqueleto", estos tipos de dispositivos realizan su tarea de forma independiente de la estructura corporal, que trabajan "fuera" del cuerpo sin interactuar intrínsecamente con el cuerpo humano aunque tienen una conexión mecánica con el fin de "moverse" en sincronía con la estructura corporal. Los exoesqueletos actuales no están diseñados para una fusión completa con las estructuras anatómicas del cuerpo humano para una asistencia biomecánica completa (cinética y cinemática) ni están diseñados para proteger la estructura corporal contra los traumas biomecánicos agudos y crónicos durante las actividades de alta exigencia.

30 Para algunos exoesqueletos, nos referimos a los mecanismos llamados "Exoesqueleto de Transferencia de Carga a Tierra para extremidades inferiores", en los que la función principal se refiere a la transferencia de una porción de la carga del cuerpo llevada por el usuario (peso y accesorios adicionales) directamente a la tierra con un mecanismo articulado que se ejecuta en paralelo con la estructura corporal. Estos tipos de dispositivos están dedicados principalmente a soportar una carga adicional confinada y para ayudar al cuerpo humano en tareas de trabajo pesado tales como llevar una mochila pesada sobre la estructura corporal del hombro-espalda del usuario. Estos dispositivos suministran la energía biomecánica en sus respectivos mecanismos de articulación para el apoyo de la carga corporal y luego la transferencia mecánica de la carga a la tierra.

40 Los exoesqueletos de transferencia de carga a tierra actuales de extremidades inferiores están equipados con un elemento crítico, un par de reposapiés, utilizado como un componente mecánico situado en el extremo de un mecanismo de serie que asegura la transferencia mecánica de la carga corporal a la tierra y un sensor de fuerza de reacción a tierra para el control del aparato. Más aún, todos los diseños encontrados en los dispositivos anteriores aquí limitan la transferencia a tierra de la carga a través de un único plan biomecánico, que es el plan lateral, comúnmente llamado el plan sagital.

45 El uso de reposapiés para la transferencia de carga y control nos lleva a muchos inconvenientes funcionales. Por razones irregulares, la estabilidad biomecánica del usuario y las señales de fuerza de reacción de la tierra se ven comprometidas. También, la comodidad del usuario durante la locomoción se reduce significativamente y la movilidad de complejo de la estructura de pie y tobillo se pone en peligro durante uso de medio y largo plazo. La arquitectura mecánica de "un plan " ofrecida por estos diseños reduce la capacidad del dispositivo para ayudar adecuadamente al usuario en situaciones de la vida real. A pesar de que estos diseños son eficientes para la transferencia a tierra de la carga en el plan biomecánico principal durante locomoción, todavía no proporcionan ninguna ayuda o apoyo a las rotaciones transversales (plan transversal) y a los movimientos de balanceo (plan delantero) del cuerpo, lo que significa que el usuario, incluso utilizando este tipo de dispositivos, trabajaría muy duro contra la carga y su inercia durante esos movimientos (rotaciones y equilibrio), que representa una parte significativa de la locomoción.

55 El exoesqueleto de transferencia a tierra de la carga para las extremidades inferiores es una solución adecuada para llevar carga extra en entornos simples pero se vuelve irrelevante en el caso en que el propósito del dispositivo de soporte sea aumentar la capacidad biomecánica y proteger la estructura corporal del cuerpo humano para la locomoción completa que incluye cualesquier movimientos complejos relacionados con las actividades altamente exigentes.

60 Otra categoría de los exoesqueletos son los dispositivos llamados "dispositivos ortopédicos de apoyo para extremidades posteriores e inferiores". Estos dispositivos son adecuados para rehabilitación, mientras que ayudan activamente a la movilidad básica del miembro respectivo. Sin embargo, los diseños actuales no abordan los requisitos biomecánicos completo para la movilidad de las extremidades. De hecho, estos diseños no están concebidos para compensar (en generación y en disipación) la cinemática completa y más específicamente la

cinética necesaria para ejercer eficazmente la movilidad completa de dichas extremidades. Más aún, los dispositivos anteriormente mencionados no tienen las características técnicas requeridas para permitir que se distribuya con eficacia la energía biomecánica adicional desplegada por su respectivo mecanismo de articulación en la estructura corporal que se diseñan para apoyar; lo que resulta en una reducción significativa de la asistencia mecánica.

Una última categoría de exoesqueletos se conoce como "Exoesqueletos de Transferencia de Carga para el Cuerpo Superior". La función principal de estos dispositivos es ayudar activamente a la movilidad general de las extremidades superiores mediante el suministro de una cierta cantidad de energía biomecánica en sus mecanismos de articulación y transferir el esfuerzo adicional a un elemento de soporte situado en el tronco del cuerpo humano.

El documento US 2008/0097269 A1 divulga un dispositivo ortopédico que utiliza un freno fluido electro-reológico. El dispositivo ortopédico comprende un marco de soporte articulado en ambos lados de la rodilla y que tiene un marco superior y un marco inferior acoplable a las extremidades del usuario mediante correas que se envuelven alrededor de la extremidad. La ortesis descrita es utilizable para, por ejemplo, rehabilitación.

El documento EP 1 792 597 A1 divulga un controlador para calcular una fuerza de asistencia para un accionador de articulación de un dispositivo de ayuda para caminar. El dispositivo de ayuda para caminar que consiste de un miembro de soporte de pelvis adaptado para ser llevado en la pelvis del usuario, un par de miembros alargados verticalmente que soportan el muslo, los miembros de soporte de piernas y los miembros de soporte de pie adaptados para ser acoplados por los zapatos utilizados en cada pie del usuario.

Estos dispositivos son adecuados para tareas de movilidad de las extremidades superiores que requieren torsión limitada. De hecho, la capacidad de los dispositivos para suministro de esfuerzo cinético en el respectivo mecanismo de unión está directamente relacionado con el nivel de estabilidad del elemento de soporte en el tronco. Por lo tanto, la capacidad de los diseños propuestos para cumplir los requisitos biomecánicos completos de la movilidad de las extremidades superiores se reduce significativamente por el hecho de que toda la parte de la energía adicional proporcionada por el dispositivo se transfiere totalmente al elemento de soporte de tronco en lugar de ser distribuido en todo alrededor de la extremidad respectiva lo que resultaría en el aumento de la capacidad biomecánica, así como la protección de la estructura corporal de la respectiva extremidad.

De acuerdo con lo anterior, subsiste una necesidad de un dispositivo que mantiene, restablece y/o mejora la movilidad del cuerpo humano que, sin ser restrictivo en términos de mantenimiento, restauración y mejora de la capacidad biomecánica, y en consecuencia ejerce una movilidad natural del cuerpo.

Resumen

La presente invención es como se define en la reivindicación 1. Las realizaciones ventajosas se definen por las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones de la invención se describirán solo a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva delantera del dispositivo de distribución de la carga de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

La Figura 2 es una vista en perspectiva posterior del dispositivo de distribución de la carga de la Figura 1;

Las Figuras 3A y B son representaciones esquemáticas de la posición de definición de torsión y fuerzas durante la extensión (Figura 3A) y flexión (Figura 3B);

La Figura 4 es un diagrama de bloques del sistema de control para operar el dispositivo de distribución de la carga de la Figura 1;

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso de control que se puede ejecutar por el sistema de control de la Figura 4;

La Figura 6 es una vista delantera en perspectiva de la articulación de compensación ensamblada;

La figura 7 es una vista en perspectiva posterior de la articulación de compensación ensamblada en una primera configuración; y

La Figura 8 es una vista en perspectiva posterior de la articulación de compensación ensamblada en una segunda configuración.

Definiciones

La descripción detallada y las figuras se refieren a los siguientes términos que se definen aquí:

- 5 Distal: situado lejos del centro del cuerpo (es decir, el corazón); y
 Próximo: situado hacia el centro del cuerpo (es decir, el corazón).

Descripción detallada

10 Como se indica en general, la realización ilustrativa no limitante de la presente invención proporciona un dispositivo de distribución de carga que transfiere la tensión musculoesquelética en la articulación a los segmentos corporales de una estructura corporal de articulación-segmentos dada de un usuario. Más específicamente, la presente invención se relaciona con un dispositivo de distribución de carga, que se puede utilizar de forma individual o como parte de un grupo de dos o más dispositivos, utilizados en uno, un par de o una pluralidad de estructuras corporales de articulación-segmentos del cuerpo humano. El uno o más dispositivos de distribución de carga realizan independientemente su función de transferencia de tensión musculoesquelética de segmentos a articulación sobre su estructura corporal de articulación-segmentos así como también en sincronía con el cuerpo humano en el caso en el que se utilice más de un dispositivo de distribución de carga.

20 Ejemplo de estructuras corporales de articulación-segmentos son:

+ articulación de la rodilla con el muslo (segmento próximo) y la pierna (segmento distal);

25 + Articulación del codo con el brazo (segmento próximo) y el antebrazo (segmento distal);

+ Articulación del tobillo con la pierna (segmento próximo) y el pie (segmento distal); y

+ articulación de la muñeca con el antebrazo (segmento próximo) y de la mano (segmento distal).

30 Aunque el dispositivo de distribución de carga se puede utilizar individualmente o como parte de un grupo de dos o más dispositivos, la presente invención se describirá utilizando un ejemplo de realización en forma de un único dispositivo con el fin de aligerar el texto.

35 El dispositivo de distribución de carga de acuerdo con la realización ilustrativa de la presente invención aumenta la capacidad de biomecánica de un usuario al realizar tareas que requieren energía biomecánica adicional para mantener, restaurar o mejorar la capacidad biomecánica de un usuario con disfunciones de movilidad o realización específica o tareas repetitivas que requiere energía adicional biomecánica, y para proteger la estructura de las articulaciones del cuerpo humano contra las lesiones agudas y crónicas.

40 El diseño del dispositivo de distribución de carga es un dispositivo dermoesqueleto automatizado, es decir, un dispositivo de apoyo de tipo ortesis externo, completamente integrado sobre una estructura de articulación-segmentos dada del cuerpo de un usuario sin ninguna interacción con el entorno tal como contactos a tierra utilizando, por ejemplo, plantillas instrumentadas. El dispositivo de distribución de carga se diseña con el fin de operar exclusivamente en cooperación con los segmentos del cuerpo asociados y se rige únicamente por los movimientos y las intenciones del usuario. Por lo tanto, la compensación de energía biomecánica adicional realizada por el dispositivo de distribución de carga se vuelve totalmente independiente de cualquier interacción con el medio externo.

50 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo 100 de distribución de carga se compone de tres componentes principales para la compensación y distribución de la tensión músculo-esquelética en la estructura de articulaciones a segmentos del cuerpo humano: un montaje de distribución de carga compuesto de elemento 110 de soporte próximo y elemento 120 de soporte distal, y una articulación 130 de compensación. El dispositivo 100 de distribución de carga incluye, adicionalmente, un recinto 116 posicionado sobre el elemento 112 de soporte próximo, que encierra componentes electrónicos tales como un sistema de control (no mostrado), y una fuente de potencia, por ejemplo un paquete de baterías (no mostrado). Se debe entender que en una realización alternativa los componentes electrónicos pueden estar situados en otros lugares.

60 Los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal incluyen elementos 112 de marco próximo y elementos 122 de marco distal que soportan elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b de contacto asociados.

65 Los elementos 112 de marco próximo y elementos 122 de marco distales tienen dos propósitos principales: la transferencia de cargas desde la articulación 130 de compensación a sus elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b de contacto asociados, y para proporcionar espacio para la electrónica. El elemento 112 de marco próximo transfiere la energía biomecánica adicional de la articulación 130 de compensación para contactar elementos 114a, 114b y 115a, 115b, mientras que el elemento 122 de marco distal transfiere la energía biomecánica

adicional de la articulación 130 de compensación para contactar con los elementos 124a, 124b y 125a, 125b a través del mecanismo 140 de múltiples grados de libertad (DOF).

Los elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto, a saber elemento 114a de contacto posterior próximo de segmento próximo, elemento 114b de contacto anterior distal de segmento próximo, elemento 124a de contacto anterior próximo de segmento distal y elemento 124b de contacto posterior distal de segmento distal, proporcionan un contacto con la extremidad de un usuario y permiten la transferencia de la tensión musculoesquelética desde el dispositivo 100 de distribución de carga hasta los segmentos próximos y distales de la extremidad durante extensión. En cuanto a los elementos 115a, 115b y 125a, 125b de contacto, a saber elemento 115a de contacto anterior próximo del segmento próximo, elemento 115b de contacto posterior distal del segmento próximo, elemento 125a de contacto posterior próximo del segmento distal y elemento 125b de contacto anterior distal del segmento distal proporcionan contacto con la extremidad del usuario y permiten la transferencia de tensión musculoesquelética desde el dispositivo 100 de distribución de carga hasta los segmentos distal y próximo de la extremidad durante flexión.

En la realización ilustrativa ilustrada en las figuras 1 y 2, los elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto están hechos de un material rígido y tienen una forma redondeada con el fin de proporcionar un alto nivel de comodidad para el usuario, así como mejorar la eficiencia de la transferencia de carga. Con el fin de proporcionar un mejor ajuste a las diferentes morfologías de usuario, cada elemento 114a, 114b y 124a, 124b de contacto es completamente ajustable en el plano sagital con tres grados de libertad (dos traslaciones y una rotación). La traslación vertical permite ajuste para diferentes alturas de usuario, mientras que la traslación antero-posterior permite ajustar al diámetro de la extremidad del usuario. La rotación en el plano sagital proporciona el ajuste final de la superficie de contacto con el contorno de la extremidad del usuario para mejorar la comodidad. Los materiales rígidos que se pueden utilizar para los elementos de contacto incluyen materiales compuestos tales como fibra de carbono y uretano o fibra de carbono y polietileno de peso molecular ultra alto (UHMW-PE) y aluminio. Los elementos de contacto hechos o material rígido pueden comprender adicionalmente una interfaz de contacto para la comodidad del usuario, por ejemplo una interfaz de contacto de tela de neopreno (en forma de goma).

En cuanto a los elementos 115a, 115b y 125a, 125b de contacto, a saber, están hechos de un material flexible ya que la transferencia de carga está en un nivel diferente. Con el fin de proporcionar un mejor ajuste a las diferentes morfologías de usuario, cada elemento 115a, 115b y 125a, 125b de contacto, también es totalmente ajustable para mejorar la comodidad. Los materiales flexibles que se pueden utilizar para los elementos de contacto incluyen tela de polipropileno, por ejemplo en tiras de 1.5" (3.8 cm) o 2" (5 cm) de ancho.

En un ejemplo no reivindicado, los diversos elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b de contacto, pueden estar hechos de cualquier material rígido o flexible en diversas combinaciones. En un ejemplo adicional no reivindicado se puede proporcionar el dispositivo 100 de distribución de carga ya sea solo con elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto dirigidos a la extensión o elementos de contacto 115a, 115b y 125a, 125b, dirigidos a la flexión.

Con el fin de evitar el exceso de restringir la articulación de la rodilla, la distribución de carga dispositivo 100 puede incluir un mecanismo 140 de múltiples DOF que permite desplazamiento multi-direccional del elemento 120 de apoyo distal con respecto al elemento 110 de soporte próximo.

El dispositivo 100 de distribución de carga se lleva básicamente por un usuario de una manera similar a la ortesis extremidad convencional y se coloca en el medio de la estructura de segmentos a articulación de cuerpo del usuario con el fin de alinear el pivote de la articulación 130 de compensación con el eje de rotación de la articulación. El usuario sujeta el dispositivo 100 de distribución de carga utilizando los elementos 114a, 114b, 115a, 115b de contacto de segmento próximo y elementos 124a, 124b, 125a, 125b de contacto de segmento distal, en los segmentos de cuerpo respectivos. Dependiendo de la aplicación, el dispositivo 100 de distribución de carga se puede utilizar en una o más estructuras de segmentos a articulación del cuerpo del usuario.

Montaje de distribuidor de carga

El montaje distribuidor de carga, que se compone de dos soportes de dermoesqueleto en el cuerpo se entiende como los elementos 110 de soporte próximo y elemento 120 de soporte distal, se diseña básicamente como una ortesis de extremidad periférica destinada a estabilizar la articulación durante actividades extremas o para los procedimientos de post-cirugía.

Los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal se conectan de forma independiente a la articulación 130 de compensación para la distribución de energía biomecánica adicional, suministrada por la articulación 130 de compensación, sobre los segmentos del cuerpo asociados de un usuario.

Esta arquitectura general proporciona energía biomecánica adicional en la estructura de articulación a segmentos que permite la reducción de la tensión musculoesquelética en la articulación de una respectiva estructura de articulación a segmentos y, en consecuencia, la reducción del peso total aparente del usuario durante la movilidad.

Por lo tanto, el montaje de distribución de carga proporciona estabilidad activa con la inyección de energía biomecánica adicional a través de una estructura de articulación a segmentos dada, así como estabilidad pasiva en la articulación respectiva para un soporte biomecánico completo de la estructura durante actividades normales y altamente exigentes.

5 El elemento 110 de soporte próximo se adapta para ser posicionado sobre el segmento de cuerpo próximo de la estructura de articulación a segmentos del usuario y se conecta al elemento de estator de la articulación 130 de compensación. El elemento 120 de soporte distal se adapta para ser posicionado sobre el segmento de cuerpo distal de la estructura de articulación a segmentos del usuario y se conecta al elemento de rotor de la articulación 130 de compensación. Cada uno de los elementos 112 de marco próximo y elementos 122 de marco distal incluye dos pares de elementos de contacto agonistas-antagonistas compuestos de dos elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b, de contacto respectivamente, para la transferencia de la energía biomecánica de la articulación 130 de compensación para los segmentos corporales asociados.

15 Los elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b de contacto, se diseñan específicamente para distribuir mecánicamente la energía biomecánica suministrada por la articulación 130 de compensación a través de los segmentos de cuerpo próximo y distal de la estructura de articulación a segmentos del usuario. Por lo tanto, la energía adicional generada o disipada por el mecanismo 130 de articulación durante los movimientos de extensión/flexión del dispositivo 100 de distribución de carga es transferido a los segmentos proximal y distal de cuerpo a través de los elementos 114a, 114b, 124a, 124b y 115a, 115b, 125a, 125b de contacto colocados con precisión en una configuración agonista-antagonista con el fin de optimizar la transferencia de energía y asegurar una conexión continua y directa con los segmentos del cuerpo del usuario.

25 Mientras que la función principal del ensamble de distribuidor de carga es para transferir la energía biomecánica adicional proporcionada por la articulación 130 de compensación en los segmentos del cuerpo del usuario, los elementos 110 de soporte próximo 110 y elementos 120 de soporte distal y sus respectivos elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b de contacto, se diseñan específicamente para no interferir con la cinética y cinemática naturales de su estructura de articulación a segmentos asociada, para prevenir la reducción de rendimiento a largo plazo debido a desplazamiento o desalineación del dispositivo 100 de distribución de carga, y operar el dispositivo 100 de distribución de carga sin ninguna interacción con el medio externo, es decir, la tierra.

35 Cuando el dispositivo 100 de distribución de carga se ajusta sobre una estructura de articulación a segmentos, los elementos 114a, 114b, 115a, 115b, y 124a, 124b, 125a, 125b, de contacto se aseguran a sus respectivos segmentos corporales próximo y distal que permiten la alineación del eje de la articulación 130 de compensación con su eje de articulación asociado.

40 El dispositivo 100 de distribución de carga, por ejemplo, se puede integrar en la ropa, por ejemplo un par de pantalones para la realización de la estructura de la rodilla-muslo/pierna, equipado con un adaptador de ropa especializado, diseñado específicamente para sujetar el ensamble de distribuidor de carga sobre sus segmentos corporales asociados. En la realización ilustrativa, el dispositivo 100 de distribución de carga se une firmemente unido a ambos segmentos del cuerpo del usuario con un grupo de elementos 114a, 114b, 124a, 124b de contacto rígidos y elementos 115a, 115b, 125a, 125b de contacto flexibles, en la forma de correas de restricción. Esta configuración de muestra mejora la eficiencia con la que el dispositivo 100 de distribución de carga se asegura sobre la estructura de articulación a segmentos del usuario al reducir los desplazamientos transversal y coronal que podría resultar en la reducción del rendimiento del dispositivo 100 de distribución de carga. Una ventaja de esta configuración es la estabilidad coronal del dispositivo 100 de distribución de carga en la extremidad del usuario. La ropa especializada se asegura adecuadamente en cada una de las extremidades de la estructura corporal de articulación a segmentos. Para la realización de la estructura de rodilla - muslo/pierna, los pantalones especializados se aseguran adecuadamente en el cinturón de cadera y a nivel del tobillo. Esta disposición asegura que el dispositivo 100 de distribución de carga actúa como un sistema de soporte eficiente estabilizado firmemente en el plan coronal y evita que el desplazamiento del dispositivo 100 de distribución de carga que en consecuencia afectaría a su rendimiento debido a su alineación no óptima con respecto a los ejes de la articulación.

55 Realización de la estructura de rodilla-muslo/pierna

La realización de la rodilla-muslo/pierna está destinada a ayudar al usuario durante sus actividades de locomoción. De acuerdo con lo anterior, el objetivo principal es reducir la torsión de la rodilla del usuario durante sus actividades de locomoción, y en particular cuando el usuario tiene carga útil adicional para llevar. Es entonces necesario transferir una cantidad considerable de torsión para la pierna y el muslo con el fin de reducir significativamente la cantidad de torsión de la rodilla del usuario que tiene que proporcionar. La dirección y la magnitud de la torsión aplicada variarán dependiendo de la posición y la actividad del usuario.

65 Más aún, el propósito del dispositivo 100 de distribución de carga es transferir la tensión musculoesquelética aplicada a la rodilla del usuario a los respectivos segmentos de la pierna. Se considera inapropiado aplicar alguna fuerza de reacción a la rodilla tales como fuerzas de compresión o corte adicionales a los segmentos de la pierna. De acuerdo con lo anterior, el dispositivo 100 de distribución de carga aplica torsión pura en el eje de la rodilla, con

fuerzas de reacción mínimas en los segmentos de las piernas. Con el fin de transferir la torsión del motor a los segmentos de la pierna sin fuerzas de reacción, el dispositivo 100 de distribución de carga se aplica dos fuerzas iguales, opuestas en dirección, en ambos segmentos de la pierna a través de la configuración agonista-antagonista de los elementos 114a, 114b, 124a, 124b y 115a, 115b, 125a, 125b de contacto. La magnitud de las fuerzas que se deben aplicar en los segmentos se determina de acuerdo con el par deseado y la distancia que separa las dos fuerzas opuestas. Con el fin de reducir la magnitud de las fuerzas aplicadas sobre la pierna del usuario, la distancia entre estas dos fuerzas debe ser máxima, tal como se expresa por la siguiente ecuación:

$$F = \frac{T}{d}$$

Ecuación 1

Se ha evaluado que para soportar 40 Kg durante flexión, una torsión máxima de 50 N*m es necesaria. Dado que la torsión deseada máxima es 50 N* m y la distancia entre los elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto es de aproximadamente 160 mm (típico; determinado experimentalmente), la fuerza de contacto necesaria es entonces 310 N. Se ha evaluado experimentalmente que esta fuerza puede ser soportada por los tejidos de la pierna de una manera relativamente cómoda con elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto 40 mm de ancho.

Las fuerzas preferiblemente se aplican a la pierna mediante compresión de los tejidos de la pierna. Para minimizar el movimiento del dispositivo 100 de distribución de carga en la pierna del usuario, es deseable aplicar estas fuerzas con un soporte rígido. En la realización ilustrativa, el dispositivo 100 de distribución de carga entonces, tiene cuatro elementos 114a, 114b y 124a, 124b rígidos de contacto con el que aplican las presiones deseadas a la pierna, y cuatro correas de sujeción para mantener el dispositivo 100 de distribución de carga en la posición apropiada.

Durante el funcionamiento normal, el dispositivo 100 de distribución de carga genera una torsión a la rodilla en ambas direcciones. Puesto que los elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto sólo se pueden empujar sobre los tejidos de la pierna para generar la fuerza requerida, las fuerzas de dirección opuestas tienen que ser aplicadas por los elementos 115a, 115b y 125a, 125b de contacto, en la forma de correas de sujeción (el dispositivo 100 de distribución de carga tira de las correas de sujeción). Luego, es deseable determinar una dirección preferente de aplicación de torsión. En la dirección preferencial, los cuatro elementos 114a, 114b y 124a, 124b de contacto se utilizan para aplicar la torsión necesaria en la pierna, mientras que en la dirección no preferencial, se utilizan las cuatro tiras (es decir, elementos 115a, 115b y 125a, 125b de contacto). Se debe entender que en una realización alternativa, los elementos 115a, 115b y 125a, 125b de contacto, también pueden ser rígidos en lugar de ser flexibles, es decir, correas de restricción.

Haciendo referencia a la figura 3A, durante la extensión, la torsión de rodilla 13 está en la dirección 12a positiva. Esta actividad en particular se puede caracterizar como una torsión de magnitud positiva, que varía aplicada a la rodilla 13 en la dirección preferencial. Las cuatro palancas 14a, 14b y 24a, 24b de aplicación de fuerza del dispositivo 100 de distribución de carga se encuentran entonces con el fin de proporcionar un contacto de compresión con la pierna 10 en la dirección preferencial, lo que significa elementos 114a de contacto posterior próximo al muslo y elementos 114b de contacto anterior distal al muslo correspondientes a, respectivamente, palancas 14a y 14b de aplicación de fuerza, y elementos 124a de contacto de pierna proximal anterior y elementos 124b de contacto de un pierna posterior distal correspondientes a, respectivamente, palancas 24a y 24b de aplicación de fuerza. La distancia entre las palancas se maximiza con el fin de reducir al mínimo la presión de contacto sobre los tejidos, manteniendo dimensiones globales aceptables.

Con referencia ahora a la Figura 3B, durante la flexión, la torsión de la rodilla 13 es en la dirección 12b negativa. Esta actividad particular puede ser caracterizada como una torsión de magnitud negativa, variando la torsión de magnitud aplicada a la rodilla 13 en la dirección no preferencial. Las cuatro palancas 15a, 15b, y 25a, 25b de aplicación de fuerza del dispositivo 100 de distribución de carga se encuentran entonces con el fin de proporcionar un contacto de compresión con la pierna 10 en la dirección no preferencial, lo que significa un elemento 115a de contacto anterior próximo al muslo y un elemento 115b de contacto distal del muslo posterior correspondientes a, respectivamente, las palancas 15a y 15b de aplicación, y un elemento 125a de contacto posterior próximo dla pierna y un elemento 125b de contacto distal anterior dla pierna correspondiente a, respectivamente, palancas 25a y 25b de aplicación de fuerza. La distancia entre las palancas se maximiza con el fin de reducir al mínimo la presión de contacto sobre los tejidos, manteniendo las dimensiones globales aceptables.

Sistema de control

Haciendo referencia a la Figura 4, el sistema 150 de control, que puede estar encerrado en el recinto 116 electrónico (véase figuras 1 y 2), se conecta operativamente a la articulación 130 de compensación e incluye una unidad 152 de procesamiento con una memoria 153 asociada, una unidad 154 de sensor primaria, una unidad 156 de sensor complementaria opcional y un módulo 158 de interfaz de usuario. Se puede utilizar una unidad 160 de programación adicional para configurar la unidad 152 de procesamiento.

La función principal de la unidad 152 de procesamiento es controlar la articulación 130 de compensación para aplicar fuerzas a los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal del dispositivo 100 de distribución de carga. La coordinación de los elementos mecánicos del dispositivo 100 de distribución de carga, la unidad 152 de procesamiento inicia los movimientos de compensación del dispositivo 100 de distribución de carga con el fin de ayudar a un usuario, por ejemplo, a ponerse de pie, sentarse, caminar sobre un terreno nivelado o irregular, viajar hacia arriba o abajo en planos inclinados, subir o bajar escaleras, arrodillarse hasta o hacia abajo y ayudar al usuario en la realización de diversos otros movimientos. La unidad 152 de procesamiento recibe las entradas del usuario y proporciona y/o muestra información de retroalimentación al usuario por medio del módulo 158 de interfaz de usuario. La unidad 152 de procesamiento recibe, por ejemplo, información de configuración tal como el peso del usuario, la carga adicional y el nivel de la asistencia que se ha proporcionado y almacena esa información en su memoria 153 asociada para su referencia posterior.

Con el fin de realizar el movimiento y los controles de fuerza requeridos para soportar una estructura de articulación-segmentos dada a través de la utilización del dispositivo 100 de distribución de carga, la unidad 152 de procesamiento obtiene y procesa los datos de una unidad 154 de sensor primaria. La unidad 154 de sensor primaria puede incluir, por ejemplo, los sensores por lo general utilizados para sistemas de navegación tales como, sin limitar la presente invención a los siguientes sensores, giroscopios y acelerómetros. También se pueden utilizar otros elementos de detección que proporcionan información sobre las características biomecánicas de la movilidad del usuario a la unidad 152 de procesamiento. Entre otros elementos de detección, sin limitar la presente invención a los siguientes sensores, existen sensores capaces de medir los momentos de las fuerzas, la posición y partes de movimiento en la articulación 130 de compensación.

Sobre la base de la información adquirida, la unidad 152 de procesamiento calcula los puntos de referencia requeridos dedicados para la articulación 130 de compensación con el fin de accionar adecuadamente los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal y de este modo compensar adecuadamente los movimientos del usuario.

La unidad 156 de sensor complementaria opcional recoge más información sobre las actividades realizadas por el usuario. Cuando la unidad 156 de sensor complementaria opcional está presente, la unidad 152 de procesamiento puede combinar esta información adicional con los datos recibidos desde la unidad 154 de sensor primaria con el fin de determinar si el sistema 150 de control está interactuando correctamente. Sin limitar la presente invención a los siguientes sensores, la unidad 156 de sensor complementaria puede incluir giroscopios, acelerómetros y/o diversos otros sensores que pueden ser utilizados para detectar disfunciones operativas de la unidad 154 de sensor primaria.

Ventajosamente, los sensores de las unidades 154 de sensores primaria y unidades 156 de sensores complementarias realizan mediciones en el dispositivo 100 de distribución de carga, no el cuerpo del usuario.

La interfaz de usuario del módulo 158 se utiliza para seleccionar, entre otras cosas, el nivel de la compensación que la articulación 130 de compensación y el elemento 110 de soporte proximal y el elemento 120 de soporte distal habría realizado en los segmentos de articulaciones correspondientes del usuario. El nivel de compensación puede ser seleccionado para estar a un nivel mínimo con el fin de que el sistema 150 de control proporciona ninguna ayuda al usuario en cualquier condición o se pueden configurar en el nivel máximo para ayudar al usuario a estar quieto o descansar en una posición sentado utilizando el dispositivo 100 de distribución de carga. El módulo 158 de interfaz de usuario también puede recibir niveles de mediados de modo de compensación con el fin de ayudar aún más al usuario en la realización de una carga adicional significativa.

La unidad 160 de programación se puede utilizar para la configuración del sistema 150 de control y se compone de un dispositivo informático tal como un ordenador personal, ordenador portátil, dispositivo asistente personal o cualquier otro dispositivo similar que se ejecuta software especializado para interactuar con el sistema 150 de control a través de, por ejemplo, la comunicación inalámbrica o cables/conectores. La unidad 160 de programación incluye el software de procesamiento/código, la configuración y los datos de configuración, los parámetros de programación, los factores de calibración, información de usuario y otros parámetros que se puede utilizar por la unidad 152 de procesamiento y su memoria 153 asociada para controlar el dispositivo 100 de distribución de carga. La información sobre las mediciones antropométricas de una estructura de articulación-segmentos dada cuerpo humano y tablas de valores de calibración son ejemplos de datos que son gestionados por la unidad 160 de programación. La unidad 160 de programación también puede extraer datos desde el sistema 150 de control con el fin de, por ejemplo, validación y preparación de informes operativos.

Se pueden implementar varios algoritmos en el sistema 150 de control del dispositivo 100 de distribución de carga. Con referencia a la Figura 5, se muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso 200 de control que puede ser ejecutado por la unidad 152 de procesamiento y se almacena en su memoria 153 asociada. Las etapas del proceso 200 se indican por los bloques 202 a 212.

El proceso 200 comienza en el bloque 202 mediante la adquisición de datos de control a partir de su memoria 153 asociada y/o el módulo 158 de interfaz de usuario y/o la unidad 160 de programación. Estos datos de control pueden incluir información de usuario en general, el perfil antropomórfico de usuario, preferencias de usuario, los ajustes de

usuario en tiempo real, etc. Estos datos son utilizados por la unidad 152 de procesamiento para controlar la articulación 130 de compensación y las operaciones generales del dispositivo 100 de distribución de carga.

5 En el bloque 204, se adquieren datos de la unidad 154 de sensor primaria. La unidad de sensor primaria proporciona, por ejemplo, mediciones de la posición de diversas partes que mueven la articulación 130 de compensación, así como de los momentos y fuerzas suministradas por la articulación 130 de compensación, y mediciones de aceleración y rotación de elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distales con respecto a la tierra y las fuerzas desarrolladas por la articulación 130 de compensación.

10 Un bloque 206, si se utiliza una unidad 156 de sensor complementaria, se adquiere datos del sensor de cortesía. La unidad de sensor complementaria proporciona, por ejemplo, mediciones de la posición de diversas partes en movimiento de la articulación 130 de compensación, así como de los momentos y las fuerzas suministradas por la articulación 130 de compensación, y mediciones de la aceleración y rotación de los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distales con respecto a la tierra y las fuerzas desarrolladas por la articulación
15 130 de compensación.

A continuación, en el bloque 208, si se utiliza la unidad 156 de sensor complementaria, el proceso 200 verifica si los datos adquiridos de la unidad 154 de sensor primaria y la unidad 16 de sensor complementaria concuerdan. Si los datos de sensores no concuerdan, el proceso avanza hasta el bloque 210 donde el dispositivo 100 de distribución de carga se ve obligado a entrar en un modo de seguridad llamado "modo de funcionamiento seguro" cuando se está
20 adquiriendo información en conflicto. El proceso 200 procede luego de nuevo al bloque 202 donde los nuevos datos de control pueden ser adquiridos o simplemente pasan por el bloque 204, donde se adquieren nuevos datos de sensor primario. Si los datos de los sensores concuerdan, el proceso 200 prosigue en el bloque 212.

25 En el bloque 212, la unidad 152 de procesamiento procesa los datos suministrados por la unidad 152 de sensor primaria, y si está presente la unidad 154 de sensor complementaria, con el fin de operar un circuito de control primario para el control de la articulación 130 de compensación y un circuito de control del sistema para controlar el comportamiento global del dispositivo 100 de distribución de carga.

30 El proceso 200 luego procede de nuevo al bloque 202.

Articulación de compensación

35 La articulación 130 de compensación es un mecanismo de accionamiento que ejerce una fuerza angular (es decir, torsión) en la articulación de pivote de los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal, con el fin de permitir que el dispositivo 100 de distribución de carga realice movimientos de flexión/extensión sobre una estructura de articulación a segmentos del cuerpo humano dado. Dependiendo del diseño los elementos 110 de soporte próximos y elementos 120 de soporte distales, la articulación 130 de compensación generalmente incluye
40 por lo menos un sistema motorizado mecatrónico situado en la articulación de pivote lateral y/o medial de los elementos 110 de soporte próximo y elementos 120 de soporte distal.

Se pueden prever diversas arquitecturas para la articulación 130 de compensación. Sin limitar la presente invención a los siguientes mecanismos, la articulación 130 de compensación puede estar en la forma de un mecanismo
45 electromecánico, hidráulico o neumático que puede generar o disipar una cierta cantidad de energía biomecánica. Independientemente de la aplicación técnica, la función principal de la articulación 130 de compensación es compensar, en la generación y disipación, una cierta cantidad de energía biomecánica en una estructura de articulación del cuerpo humano con el fin de mantener, restaurar o mejorar la capacidad biomecánica del usuario en la movilidad.

50 Un ejemplo de una solución electromecánica que se puede utilizar para la articulación 130 de compensación es la unidad armónica, que se puede implementar en un lado, es decir, ya sea en la unión de pivote lateral o medial del ensamble de distribución de carga, o en ambos lados, es decir, tanto en la unión de pivote lateral y medial del ensamble de distribuidor de carga. El accionamiento armónico es un mecanismo de transmisión compacto que
55 permite altas relaciones de reducción dentro de una etapa de reducción simple (de 50: 1 a 160: 1), a diferencia de las unidades más tradicionales de engranajes planetarios donde se requieren múltiples etapas para obtener altas relaciones. Otras ventajas de esta tecnología son la alta relación de torsión/peso, el diseño intrínseco sin juego y la posibilidad de integrarlo coaxialmente con el motor.

60 La articulación 130 de compensación basada en el diseño de accionamiento armónico comprende dos componentes principales: la transmisión y el motor.

Transmisión

65 En la realización ilustrativa, el dispositivo 100 de distribución de carga está diseñado para proporcionar soporte al usuario en el rango de aproximadamente un tercio de la torsión de rodilla humana típica. Esta capacidad de torsión

ES 2 633 305 T3

adicional se considera suficiente para compensar el esfuerzo adicional que sería necesario cuando un usuario lleva una carga de alrededor de 80 libras (36 Kg).

5 Es importante que el mecanismo de accionamiento, es decir, articulación 130 de compensación, no interfiera con los movimientos humanos típicos, tales como sentarse y de rodillas. En consecuencia, todos los componentes de la articulación 130 de compensación deben ser lo más compactos posibles y cerca del cuerpo del usuario.

10 El peso es también un parámetro importante a considerar, ya que puede afectar a la comodidad y eficacia del dispositivo 100 de distribución de carga. Un dispositivo más pesado es más exigente para el usuario y puede contrarrestar las ventajas previstas del dispositivo 100 de distribución de carga.

Teniendo en cuenta los factores mencionados anteriormente, un ejemplo de una tecnología de accionamiento adecuada es la unidad armónica. Las principales ventajas de esta tecnología son las siguientes:

15 alta relación torsión/volumen (y peso) relación cuando se integra;

disponible en grupos de componentes (permite diseños flexibles);

20 soporte integrado de salida disponible (menor complejidad del diseño);

relación de transmisión alta en una sola etapa (50: 1); y
eficiencia satisfactoria (aproximadamente 80%).

25 En la realización ilustrativa, el accionamiento armónico utilizado es la serie SHD Harmonic Drive suministrada por "Harmonic Drive LLC", que incorpora un soporte entre la entrada y la salida del reductor. Este rodamiento integrado permite un diseño más simple, más preciso y más compacto.

30 Teniendo en cuenta la capacidad de torsión y velocidad de cada modelo, el SHD-20-50 es muy adecuado para la presente solicitud, a saber tiene las siguientes características:

Torsión de pico momentáneo: 69 Nm (requisito es 50 Nm); y

velocidad de salida máxima: 130 rpm (se requiere 120 rpm para funcionar a aproximadamente 10 Km/h).

35 Con base en la capacidad de torsión de accionamiento armónico documentado, la vida esperada de la unidad debe tener más de 1500 km de locomoción de caminado típica.

Motor

40 Una tecnología accionada eléctrica compacta y eficiente que se puede utilizar para el motor es el motor de corriente continua sin escobillas. Este tipo de motor se vende a menudo en componentes separados (rotor y estator), por lo que es muy fácil de integrar en un diseño personalizado.

45 El motor debe proporcionar una torsión suficiente y velocidad para aplicación. La torsión de salida dirigida es de 50 Nm, por lo tanto, con una relación de transmisión de 50: 1 el motor necesita ser capaz de proporcionar aproximadamente 1.2 Nm; después de considerar las pérdidas mecánicas de aproximadamente 20% en la transmisión. Adicionalmente, el motor necesita ser capaz de alcanzar una velocidad máxima de aproximadamente 6000 rpm para satisfacer el requisito de velocidad de ejecución (120 rpm en la salida). Un motor sin marco estándar de Kollmorgen se puede utilizar y tiene las siguientes características:

50 Torsión de pico = 1.53 Nm @ 21.3 A;

Constante de torsión = 0.0855 Nm/A;

55 Constante de velocidad = 8.95 V/Krpm; y

resistencia del motor = 1.22 ohmios.

60 En combinación con un amplificador de corriente que proporciona 20 A y 48 V, el motor puede suministrar lo siguiente a la articulación de compensación:

Torsión de salida de aproximadamente 57 Nm (50 Nm se desea); y

velocidad máxima de alrededor de 107 rpm (se requiere 120 rpm durante funcionamiento alrededor de 10 km/h).

65 Esto indica que el motor/amplificador es el elemento limitante de la velocidad máxima.

Integración

5 Haciendo referencia a la figura 6, se muestra una vista de primer plano de la articulación 130 de compensación ensamblada. Los elementos 112 de marco próximo y elementos 122 distal de marco (véanse figuras 1 y 2) están conectados, respectivamente, a las abrazaderas superior 131 e inferior 132 y pueden girar uno respecto al otro dentro de aproximadamente 130 grados. Haciendo referencia a las figuras 7 y 8, los límites de rotación son determinados por topes 133a y 133b mecánicos que se integran en las abrazaderas superiores 131 e inferiores 132. El tope 133a mecánico delantero incorpora la disposición para el ajuste del ángulo máximo utilizando espaciadores de diferente grosor.

10 Con referencia de nuevo a la Figura 6, una carcasa 134 encierra los elementos de motor y transmisión (no mostrados) de la articulación 130 de compensación.

15 En la realización ilustrativa, se agrega un sensor 136 de torsión en la salida de la articulación 130 de compensación a través de, por ejemplo, un mecanismo de tipo de celda de carga fijada a la abrazadera 131 superior, pero que puede girar con respecto a la carcasa 134. La torsión de sensor 136 se distorsiona cuando una torsión es ejercida por la articulación 130 de compensación y proporciona datos de compensación en la forma de una señal acorde con la torsión ejercida o una medición de torsión, en función del tipo de sensor utilizado. Los datos de torsión luego se pueden utilizar como realimentación por el sistema 150 de control (véase Figura 3), proporcionando la capacidad de control de torsión.

Paquete de batería

25 El dispositivo 100 de distribución de carga incluye una fuente de energía en la forma de, por ejemplo, un paquete de baterías (no mostrado) para las necesidades de energía eléctrica de los componentes del dispositivo, tales como articulación 130 de compensación y sistema 150 de control. El paquete de baterías puede estar compuesto, por ejemplo, de un módulo de potencia de alta densidad o una red de dos o más de dichos módulos. La función principal de la batería es para suministrar la energía eléctrica necesaria para todos los componentes eléctricos dependientes incluidos en el dispositivo 100 de distribución de carga con el fin de proporcionar su funcionamiento correcto. La ubicación del paquete de batería en el cuerpo humano depende de la aplicación. En consecuencia, no existe ninguna restricción en relación con el posicionamiento de la batería. El paquete de batería se puede colocar dentro del dispositivo 100 de distribución de carga, por ejemplo dentro de la caja 116 electrónica, o fuera del dispositivo para fines de optimización de volumen.

35 Diversas soluciones relacionadas con módulos de potencia de alta densidad están disponibles y muchos de ellos cumplen los requisitos funcionales y las especificaciones técnicas de la presente invención. Para nombrar algunos ejemplos, existen paquetes de baterías de iones de litio empacables habituales de Microsun Inc. y de Energy Dense Power Systems que son adecuados para uso con el dispositivo 100 de distribución de carga.

40 En la realización ilustrativa, el paquete de baterías (no mostrado) comprende un módulo de potencia de alta densidad específicamente situado en la zona lumbar de la espalda del usuario, que se adjunta con un accesorio de correa de cinturón especializado que asegura la posición del paquete de batería al nivel de la cintura. Un par de cables especializados conecta la batería con cada dispositivo 100 de distribución de carga.

45 El diseño modular y la gestión de potencia de celda a celda son las principales características que caracterizan a un módulo de potencia de alta densidad.

50 Un ejemplo de un módulo de potencia de alta densidad que se puede utilizar con la realización ilustrativa comprende un conjunto de celdas de la batería fuera de plataforma, donde cada celda de batería se puede hacer funcionar de forma independiente, un módulo convertidor que transfiere la señal de potencia entre las celdas de batería y la carga de la aplicación (es decir, los componentes eléctricos de cada dispositivo 100 de distribución de carga), un circuito de vigilancia para evaluación en tiempo real de la actuación y el estado de los módulos de potencia y sus componentes, y un sistema de control para la gestión del proceso de carga/descarga durante el funcionamiento.

55 La gestión de potencia de celda a celda permite la carga y descarga de cada celda de la batería independientemente de los otros, permitiendo que el módulo de potencia de alta densidad proporcione su capacidad a plena potencia y garantice el equilibrio de la capacidad de potencia de cada celda de la batería .

60 El proceso de carga consiste en aplicar un nivel de tensión en una celda de batería de un conjunto que muestra una deficiencia de energía hasta que las condiciones de umbral de tensión/ corriente se cumplen con el fin de equilibrar la celda para la misma capacidad de potencia que los otros. El proceso de descarga se refiere a la supervisión de la capacidad de energía de cada celda de la batería para la detección y medición de una tensión de salida para una celda dada. Cuando esto ocurre, la capacidad de potencia de las otras celdas de la batería se reduce para alcanzar el mismo nivel que la celda defectuosa. Este procedimiento de descarga es seguido por el proceso de carga descrito anteriormente.

5 Al utilizar baterías compactas y de bajo voltaje con una administración de energía específica de la aplicación, el paquete de batería permite la construcción de módulos de alta capacidad portátiles/extraíbles de potencia dentro de un volumen muy restrictivo y que tiene la capacidad de ser totalmente adaptativo a entornos que demandan potencia complejos.

10 Aunque la presente invención se ha descrito a modo de realizaciones particulares y ejemplos ilustrativos, no limitativos de la misma, se debe señalar que será evidente para los expertos en la técnica que las modificaciones se pueden aplicar a la presente realización particular.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (100) de distribución de carga que tiene un elemento (110) de soporte próximo y un elemento (120) de soporte distal para transferir la tensión musculoesquelética en una articulación (13) a segmentos corporales asociados de una estructura (10) corporal de segmentos articulares dada de un usuario,
- 10 el elemento (110) de soporte próximo incluye elementos (114a) de contacto posterior rígidos próximos y elementos (114b) de contacto anterior distal que ejercen sobre el segmento corporal próximo dos fuerzas (14a, 14b) opuestas para la transferencia de tensión musculoesquelética desde la articulación del usuario hasta el segmento corporal próximo, y elementos (115a) de contacto anterior próximo flexible y elementos (115b) de contacto posterior distal;
- 15 el elemento (120) de soporte distal incluye elementos (124a) de contacto anterior próximo rígido y elementos (124b) de contacto posterior distal que ejercen sobre el segmento corporal dos fuerzas (24a, 24b) opuestas para la transferencia de tensión musculoesquelética desde la articulación del usuario hasta el segmento corporal distal, y elementos (125a) de contacto posterior próximo flexible y elementos (125b) de contacto anterior distal;
- 20 el dispositivo (100) de distribución de carga comprende adicionalmente:
- un mecanismo (130) de accionamiento de esfuerzo de torsión que conecta de forma móvil los elementos (110) de soporte próximo y elemento (120) de soporte distal;
- un sistema (116, 150) de control se conecta de forma operativa al mecanismo (130) de accionamiento de esfuerzo de torsión; y
- 25 una fuente (116) de potencia que suministra potencia al sistema de control y al mecanismo (130) de accionamiento de esfuerzo de torsión;
- 30 en el que durante los movimientos ejecutados por el usuario, el mecanismo (130) de accionamiento de esfuerzo de torsión se configura para generar o disipar, bajo las direcciones del sistema (150) de control, un nivel establecido previamente de energía biomecánica que corresponde a una reducción de la tensión musculoesquelética deseada del usuario en la articulación (10), los elementos (114a, 114b, 115a, 115b) de contacto rígidos que aplican fuerzas opuestas se configuran para transferir la energía bioquímica desde la articulación (10) del usuario sobre los segmentos corporales próximo y distal.
- 35 2. El dispositivo (100) de distribución de carga de la reivindicación 1, en el que los elementos de contacto son ajustables con tres grados de libertad que incluyen una translación vertical, una translación antero-posterior y una rotación de plano sagital.
- 40 3. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, comprende adicionalmente un mecanismo (140) de múltiples grados de libertad que conecta la articulación (130) de compensación al elemento (120) de soporte distal, el mecanismo (140) de múltiples grados de libertad se configura con el fin de permitir desplazamiento multidireccional del elemento (120) de soporte distal con respecto a el elemento (110) de soporte próximo.
- 45 4. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema (150) de control incluye:
- 50 una unidad (154) de sensor primaria que proporciona información sobre las características biomecánicas de los movimientos del usuario;
- una unidad (152) de procesamiento; y
- una memoria (153) asociada con la unidad (152) de procesamiento;
- 55 en el que la unidad (152) de procesamiento ejecuta un proceso (200) de control almacenado en la memoria (153) asociada, el proceso (200) de control utiliza datos desde la unidad (154) de sensor primaria para controlar la articulación (130) de compensación.
- 60 5. El dispositivo (100) de distribución de carga de la reivindicación 4, en el que el proceso (200) de control calcula puntos de referencia requeridos para la articulación (130) de compensación con el fin de accionar los elementos (110) de soporte próximo y elementos (120) de soporte distal para compensar los movimientos del usuario.
- 65 6. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en el que el sistema (150) de control incluye adicionalmente:

una unidad (156) de sensor complementaria que proporciona información sobre las características biomecánicas de los movimientos del usuario;

5 en la que la unidad (152) de procesamiento se configura para combinar la información proporcionada por la unidad (156) de sensor complementaria con la información proporcionada por la unidad (154) de sensor primaria con el fin de determinar si el sistema (150) de control está interactuando de forma adecuada.

10 7. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la unidad (154) de sensor primaria incluye por lo menos un sensor seleccionado desde el grupo que consiste de un giroscopio, un acelerómetro, un sensor que mide momentos de fuerzas, un sensor que mide posición y un sensor que mide movimiento de partes.

15 8. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 4-7 en el que el sistema (150) de control incluye adicionalmente:

una interfaz (158) de usuario;

20 en el que la interfaz (158) de usuario se utiliza por el usuario para seleccionar un nivel de compensación que va a ser realizado por la articulación (130) de compensación.

9. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que la articulación (130) de compensación incluye un mecanismo de accionamiento seleccionado de un grupo que consiste de: un mecanismo electromecánico, un mecanismo hidráulico y un mecanismo neumático.

25 10. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la articulación (130) de compensación incluye un motor eléctrico y la fuente de potencia es un paquete de baterías.

30 11. El dispositivo (100) de distribución de carga de la reivindicación 10 en el que el elemento (110) de soporte próximo se conecta a un elemento estator del motor eléctrico y el elemento (120) de soporte distal se conecta a un elemento rotor del motor eléctrico.

35 12. El dispositivo (100) de distribución de carga de cualquiera de las reivindicaciones 4-11 en el que la articulación (130) de compensación incluye un sensor (136) de torsión que proporciona datos indicadores de la torsión ejercida por la articulación (130) de compensación y en el que el proceso (200) de control utiliza adicionalmente los datos de sensor de torsión para controlar la articulación (130) de compensación.

40 13. Un sistema de distribución de carga que transfiere la tensión musculoesquelética en una articulación a segmentos corporales asociados de una pluralidad de estructuras corporales de articulación-segmentos de un usuario, que comprende un dispositivo (100) de distribución de carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12 asociadas con cada una de la pluralidad de estructuras corporales de articulación-segmentos, cada dispositivo (100) de distribución de carga se adapta para uso con su estructura corporal de articulación-segmentos asociados.

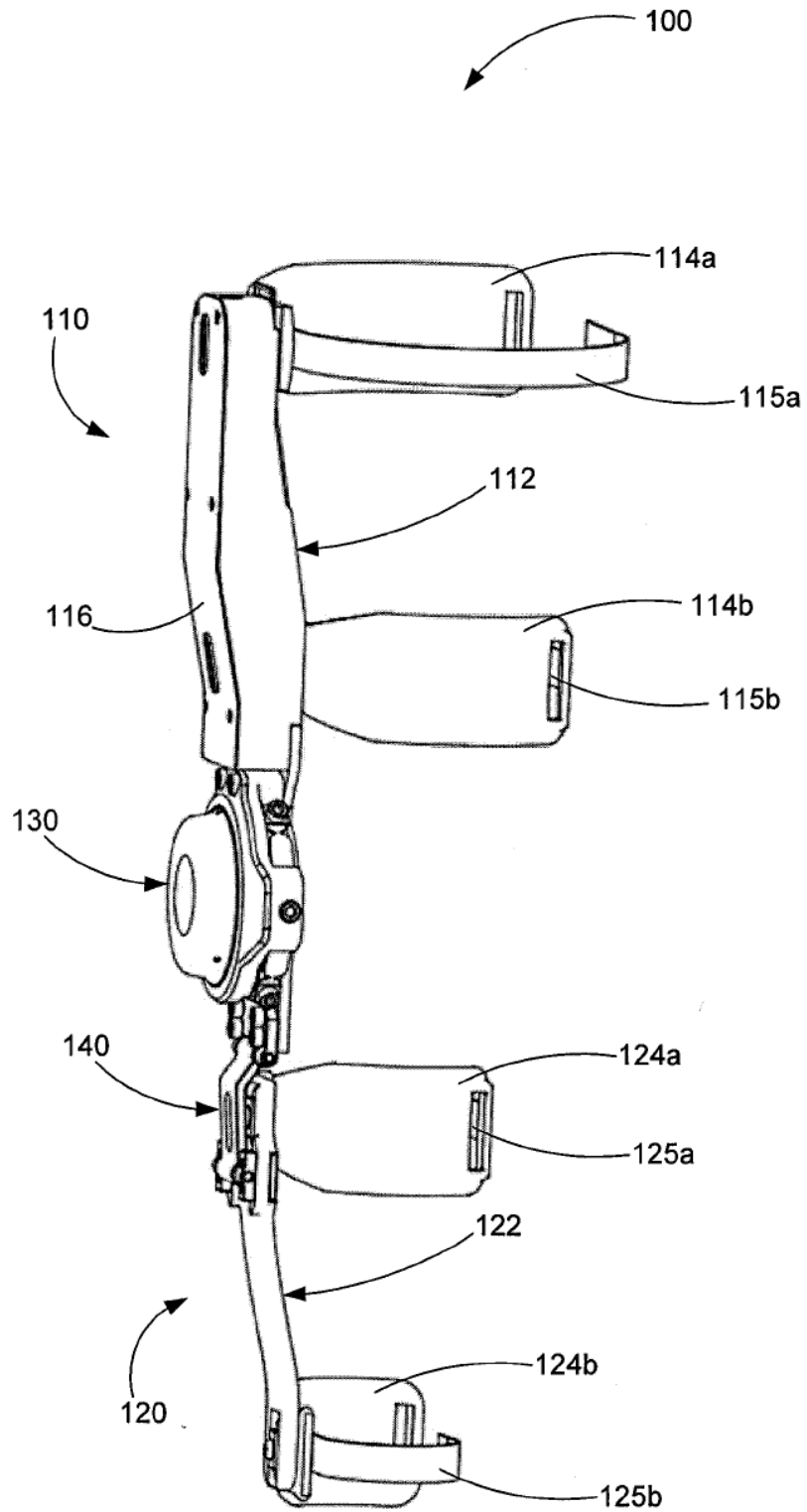


Figura 1

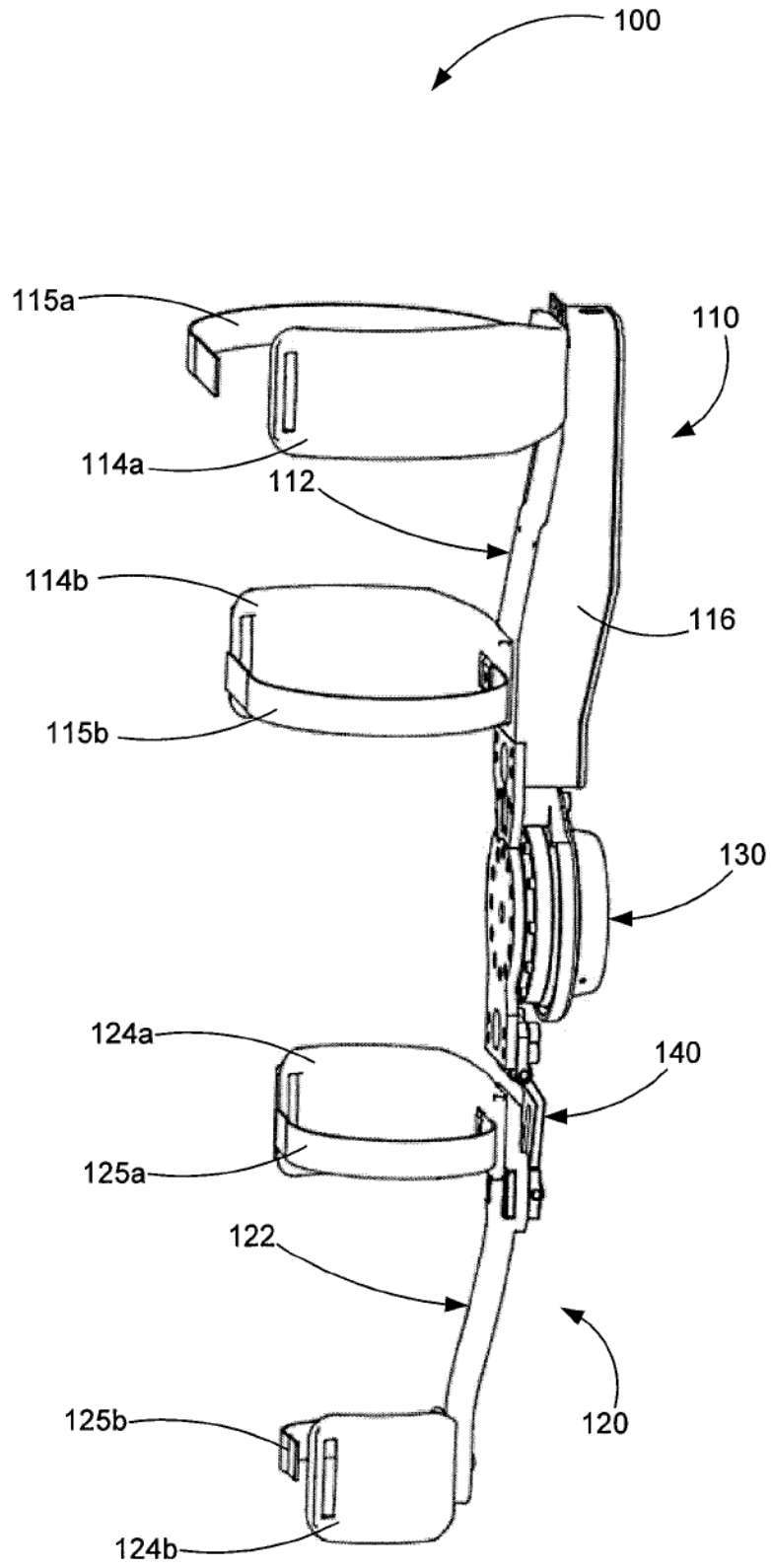


Figura 2

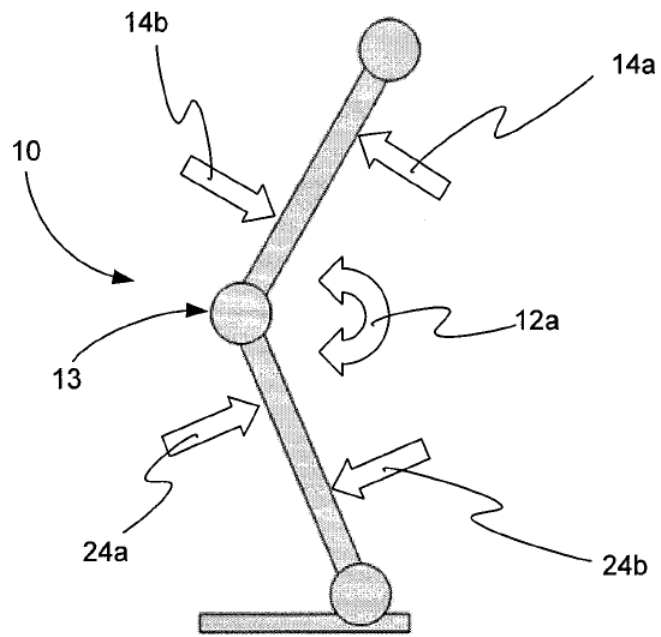


Figura 3A

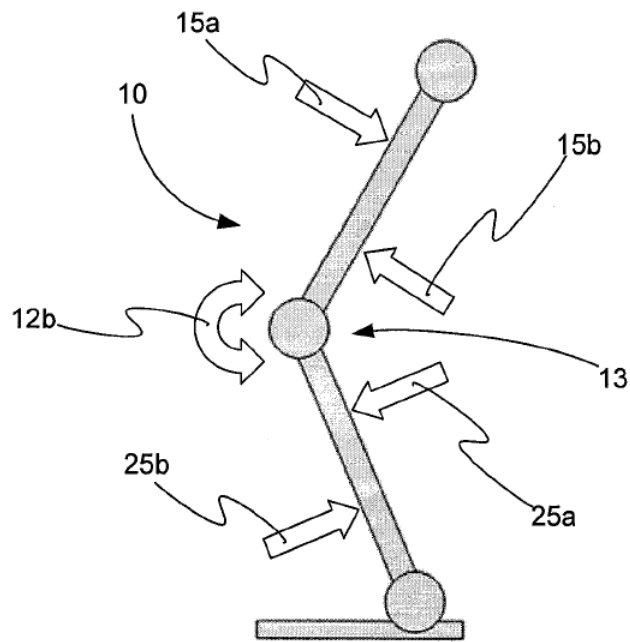


Figura 3B

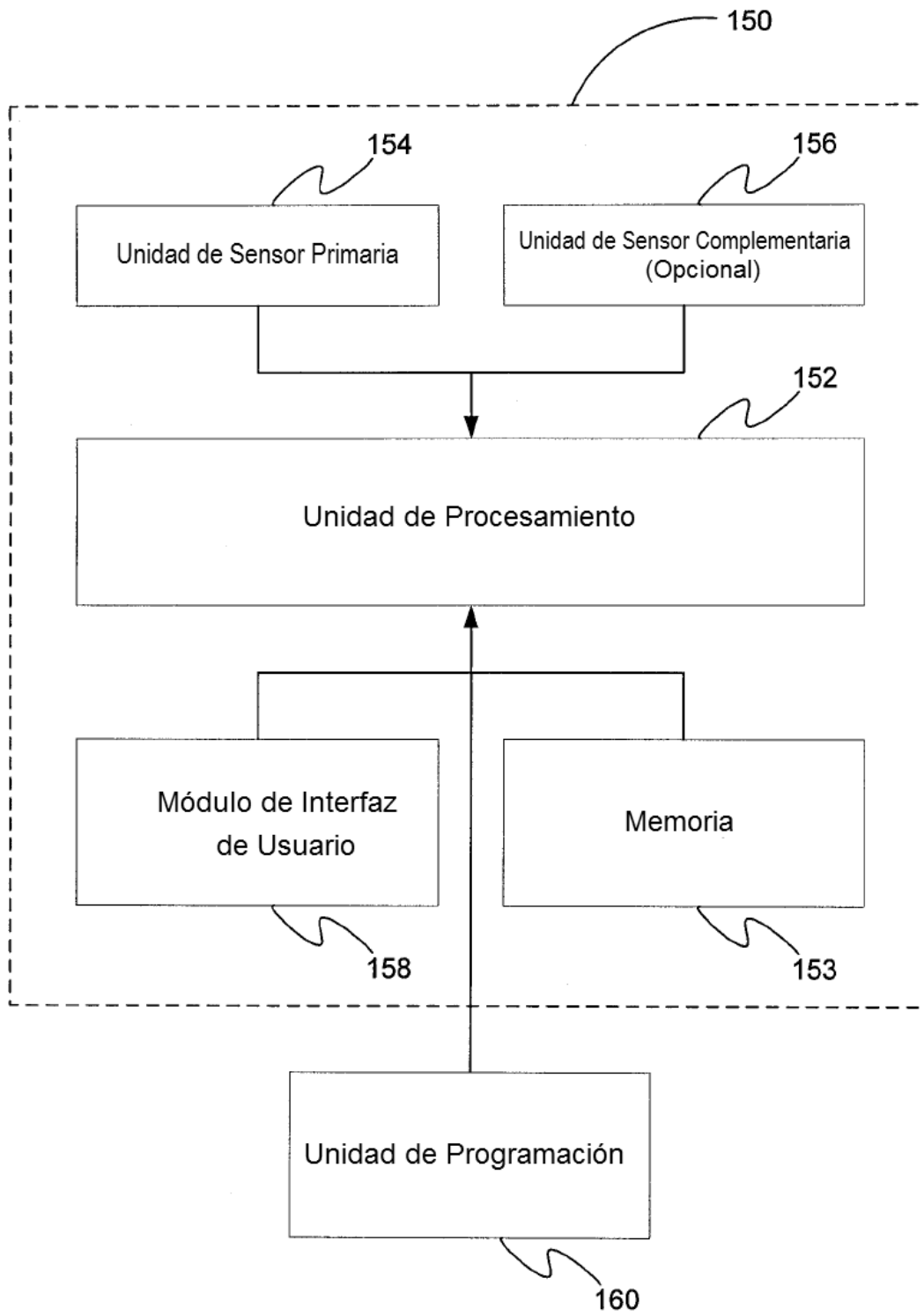


Figura 4

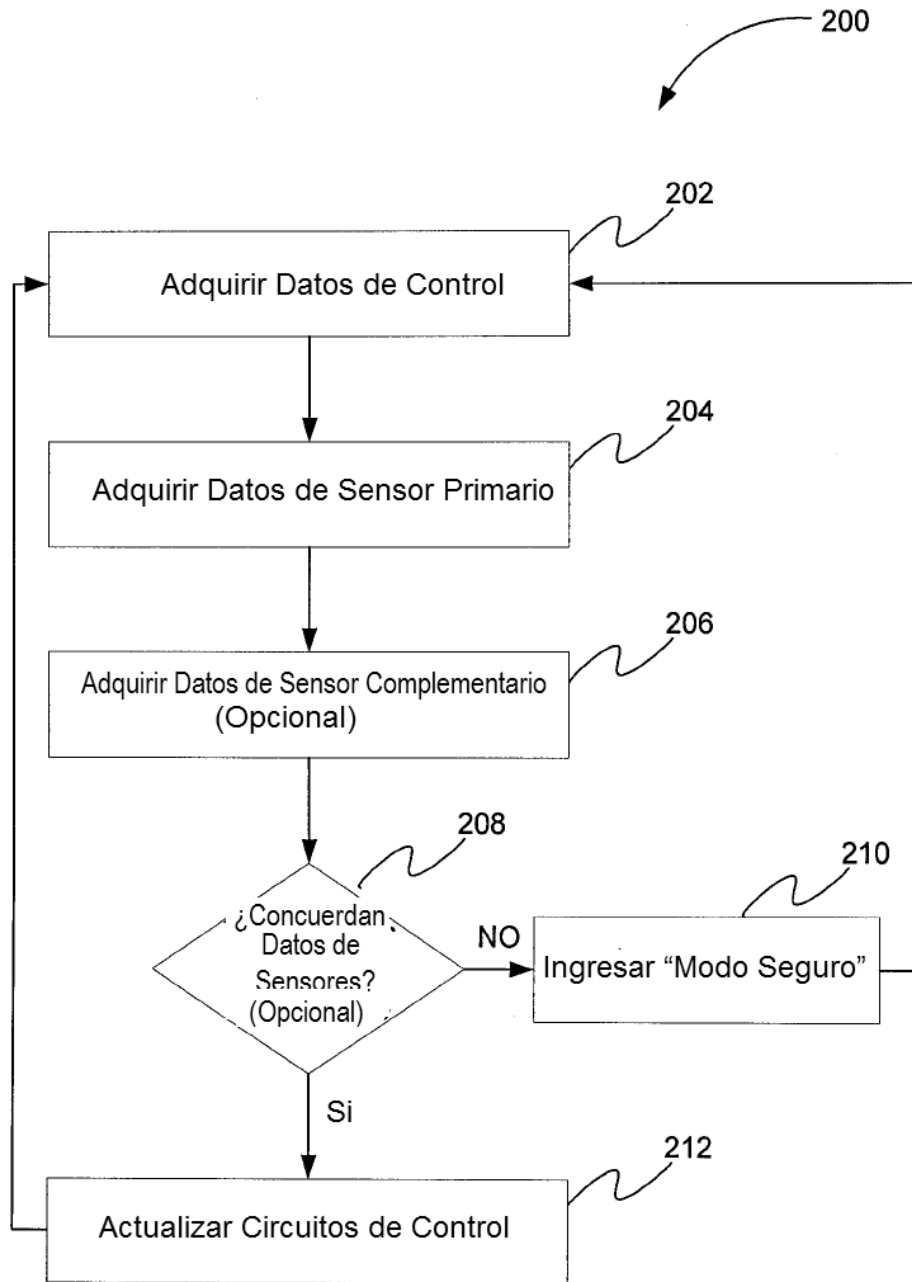


Figura 5

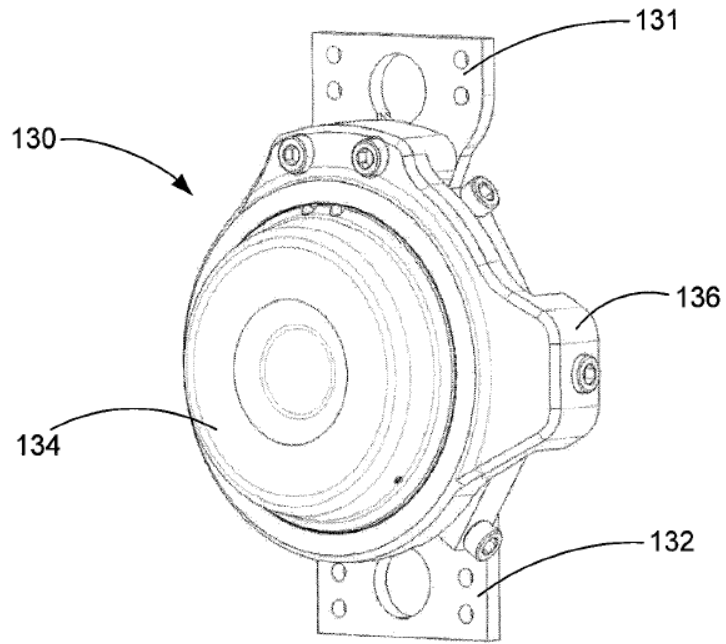


Figura 6

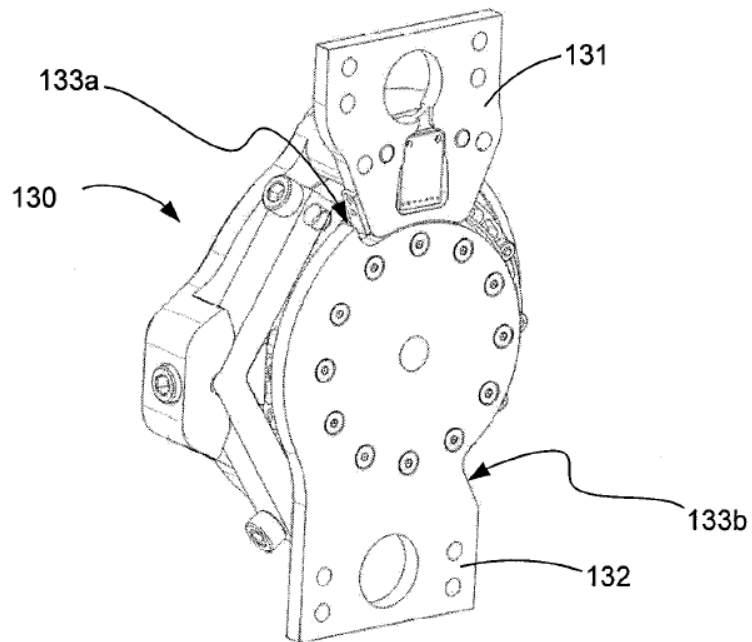


Figura 7

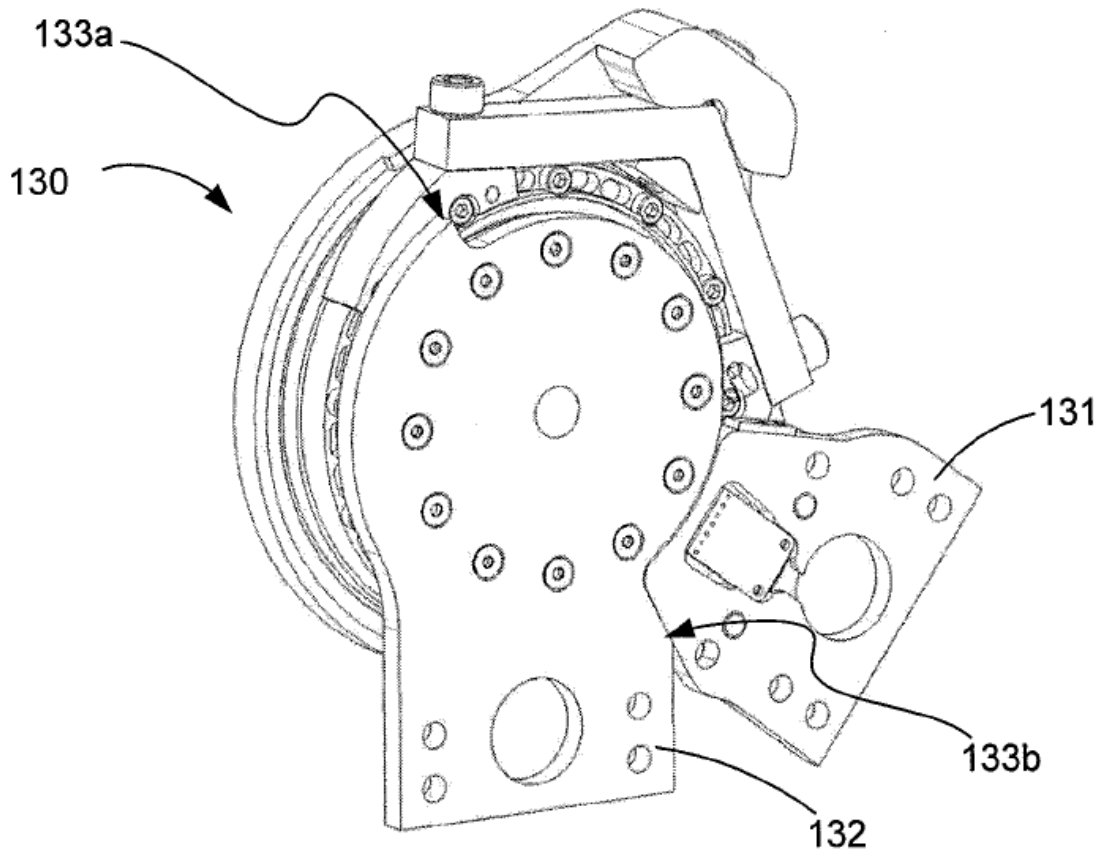


Figura 8