

**ARTICULACIÓN CON ROTACIÓN TIPO BIELA PARA UN EXOESQUELETO DE
MIEMBRO INFERIOR DE APLICACIÓN EN HUMANOS**

SECTOR TECNOLÓGICO

5 La presente invención pertenece al campo de aparatos para ejercicios de extensión o flexión y aparatos para ayudar a caminar a las personas con limitación funcional de la locomoción, y más particularmente se refiere a aparatos conformados por un sistema mecánico con un piñón, engranajes tipo tornillo sin fin, y una palanca que extiende el movimiento circular en translación angular, tal como sucede en las bielas
10 de un motor clásico a gasolina. La articulación de este tipo genera un movimiento rotacional constante, éste se transforma en un movimiento para la articulación, cadera - pierna y articulación la rodilla, donde su rango puede ser ajustado mecánicamente. El movimiento generado en la articulación está regulado por un motor DC y controlado por un mecanismo electrónico y un programa de sistemas difusos; las uniones de articulación son graduables para que puedan adaptarse a
15 diferentes tallas en las personas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Se encuentra la solicitud de patente No. CN109528453 (A) “Exoesqueleto de la
20 extremidad inferior articulación de rodilla heterogénea basada en elastómero paralelo” publicada el 29 de marzo de 2019 y cuyos titulares son DONG WEI; DU ZHIJIANG; CHEN CHAOFENG; MAO WEI, que muestra una articulación de rodilla heterogénea de exoesqueleto de extremidad inferior basada en elastómero paralelo, y se refiere a una articulación de rodilla heterogénea. La invención resuelve el
25 problema de que es posible que un punto muerto provoque fácilmente una lesión en el cuerpo humano y la comodidad del movimiento humano es deficiente cuando una articulación de rodilla de exoesqueleto de extremidad inferior convencional eleva la pierna. Se fija una cubierta de extremo en la superficie anular exterior de un cuerpo de articulación de rodilla a través de una pestaña, y el elastómero paralelo se fija en
30 la cubierta de extremo; el elastómero paralelo está conectado coaxialmente de forma fija con un eje de salida de un reductor de velocidad a través de un bastidor de eje. Un anillo magnético codificador magnético está dispuesto en el cuerpo de la articulación de la rodilla, un cabezal magnético codificador magnético está dispuesto en el elastómero paralelo, y el anillo magnético del codificador magnético está
35 dispuesto con relación al cabezal magnético del codificador magnético; el cuerpo de la articulación de la rodilla se procesa con una ranura de arco circular a lo largo de un borde exterior, dos bloques de límite ajustables están dispuestos en la ranura de

arco circular, y la ranura de arco circular y una placa de conexión están dispuestas de manera directamente enfrentada; se procesan una pluralidad de orificios límite en la placa de conexión en una dirección circunferencial. Los pasadores de límite se insertan en la placa de conexión, y los bloques de goma elásticos están dispuestos entre los bloques de límite ajustables y los pasadores de límite. La articulación heterogénea de rodilla del exoesqueleto de la extremidad inferior se aplica a un robot exoesqueleto de la extremidad inferior. y la ranura de arco circular y una placa de conexión están dispuestas de manera directamente enfrentada; se procesan una pluralidad de orificios límite en la placa de conexión en una dirección circunferencial. Los pasadores de límite se insertan en la placa de conexión, y los bloques de goma elásticos están dispuestos entre los bloques de límite ajustables y los pasadores de límite. La articulación heterogénea de rodilla del exoesqueleto de la extremidad inferior se aplica a un robot exoesqueleto de la extremidad inferior. y la ranura de arco circular y una placa de conexión están dispuestas de manera directamente enfrentada; se procesan una pluralidad de orificios límite en la placa de conexión en una dirección circunferencial. Los pasadores de límite se insertan en la placa de conexión, y los bloques de goma elásticos están dispuestos entre los bloques de límite ajustables y los pasadores de límite. La articulación heterogénea de rodilla del exoesqueleto de la extremidad inferior se aplica a un robot exoesqueleto de la extremidad inferior.

Se encuentra en el estado del arte la solicitud de patente No. CN109318208 (A) “Exoesqueleto autoadaptativo de varios grados de libertad para el entrenamiento de rehabilitación de la articulación de la rodilla.”, publicada el 2 de diciembre de 2019, el exoesqueleto comprende un vendaje de muslo, un caparazón de fijación, un dispositivo de seguimiento autoadaptativo, una placa de conducción del vástago y un vendaje del vástago; y el dispositivo de seguimiento autoadaptativo comprende una rueda de correa motriz, una rueda de correa síncrona, una rueda de correa de transición, una rueda de correa accionada, una placa de conexión superior y una placa de conexión inferior. El exoesqueleto se fija en el muslo y la caña en la misma pierna de un paciente a través del vendaje del muslo y la venda de la caña respectivamente, la rueda de la correa de transmisión impulsa la rueda de la correa sincrónica que se fija coaxialmente con la rueda de la correa de transmisión a través de la transmisión correa de transmisión, y la rueda de correa síncrona transmite potencia a la rueda de la correa de transición a través de una correa de transmisión superior; la rueda de la correa de transición se usa para transmitir continuamente la potencia a la rueda de la correa impulsada a través de una correa de transmisión

inferior, y la rueda de la correa impulsada impulsa la placa impulsora del vástago que está fijada por la rueda de la correa impulsada para girar; la placa impulsora de la caña impulsa la caña para que oscile a través del vendaje de la caña; y el exoesqueleto se usa para hacer que el vástago se balancee en un modo alternativo para lograr el propósito de realizar el entrenamiento de rehabilitación de la articulación de la rodilla, la estructura es compacta y la adaptabilidad es buena.

Se encuentra la solicitud de patente CN109199799 (A) “Un mecanismo de exoesqueleto de la articulación de la rodilla impulsado por una biela”, publicada el 15 de enero de 2019 y cuyos titulares son TANG SHUFENG; CAO JIANGUO; GUO ZIRUI; LIANG WEI; LEI XIANGPENG, comprende una barra de soporte del muslo, una barra de soporte de la parte inferior de la pierna, un dispositivo de articulación, un mecanismo de biela y un mecanismo de impulsión, en el que el dispositivo de articulación está dispuesto entre la barra de soporte del muslo y la barra de soporte de la pierna; el mecanismo de biela comprende un balancín y una biela conectados entre sí, el otro extremo del balancín está conectado con el mecanismo de accionamiento y el otro extremo de la biela está conectado con la varilla de soporte de la pierna; el mecanismo de accionamiento comprende un motor y un reductor de velocidad armónico conectado con el motor, y el otro extremo del reductor de velocidad armónico está conectado con el balancín.

La solicitud de patente CN109276412 (A), “Articulación de rodilla de la extremidad inferior y articulación del tobillo que ayuda al dispositivo de ajuste de rigidez del exoesqueleto”, publicada el 29 de enero de 2019, y cuyos titulares son RU CHANGHAI; GU SEN; ZHU JUNHUI; WANG YONG. Es un dispositivo de ajuste de la rigidez del exoesqueleto de la articulación de la rodilla y del tobillo de la extremidad inferior comprende un primer asiento fijo, un segundo asiento fijo, un eje de salida, un sujetador y un mecanismo de accionamiento, y el primer asiento fijo y el segundo asiento fijo están conectados de forma fija. Un extremo del eje de salida está conectado fijamente con el primer asiento fijo a través de un primer elemento elástico, el segundo asiento fijo está dispuesto en el eje de salida en un modo de manguito y está conectado de forma deslizante con el eje de salida, un miembro deslizante está dispuesto además en el eje de salida en un modo de manga, un segundo elemento elástico está dispuesto entre el miembro deslizante y el primer asiento de fijación, y el sujetador está conectado al miembro deslizante. El mecanismo impulsor se utiliza para impulsar el sujetador y el eje de salida que se va a sujetar, y cuando el eje de salida está sometido a tensión, el sujetador y el miembro

deslizante son impulsados simultáneamente para moverse para comprimir el primer elemento elástico y el segundo elemento elástico simultáneamente; y el mecanismo de accionamiento se usa además para impulsar el sujetador para que se separe del eje de salida, y solo el primer elemento elástico se comprime cuando el eje de salida está sometido a tensión. La articulación de la rodilla de la extremidad inferior y la articulación del tobillo que ayudan al dispositivo de ajuste de la rigidez del exoesqueleto tienen una estructura simple, pueden mejorar la flexibilidad para caminar y ayudar al usuario a caminar y recuperarse. el sujetador y el miembro deslizante son impulsados simultáneamente para moverse y comprimir el primer elemento elástico y el segundo elemento elástico simultáneamente; y el mecanismo de accionamiento se usa además para impulsar el sujetador para que se separe del eje de salida, y solo el primer elemento elástico se comprime cuando el eje de salida está sometido a tensión.

La articulación de la rodilla de la extremidad inferior y la articulación del tobillo que ayudan al dispositivo de ajuste de la rigidez del exoesqueleto tienen una estructura simple, pueden mejorar la flexibilidad para caminar y ayudar al usuario a caminar y recuperarse. el sujetador y el miembro deslizante son impulsados simultáneamente para moverse y comprimir el primer elemento elástico y el segundo elemento elástico simultáneamente; y el mecanismo de accionamiento se usa además para impulsar el sujetador para que se separe del eje de salida, y solo el primer elemento elástico se comprime cuando el eje de salida está sometido a tensión. La articulación de la rodilla de la extremidad inferior y la articulación del tobillo que ayudan al dispositivo de ajuste de la rigidez del exoesqueleto tienen una estructura simple, pueden mejorar la flexibilidad para caminar y ayudar al usuario a caminar y recuperarse.

Los exoesqueletos antecedentes cuentan con motores para generar el movimiento de las articulaciones con similitud a la marcha humana, la forma como lo hacen consiste en realizar la inversión de giro hasta lograr los ángulos requeridos. En el nuevo exosqueleto se presenta un mecanismo que permite al motor mover la articulación con los ángulos funcionales de la marcha humana, pero sin que el motor cambie de giro. Para dar una explicación detallada, se debe considerar las restricciones angulares de la marcha, definidas para el cuerpo humano. Las articulaciones ejercen movimientos de rotación con sentido horario y contra horario; también que hay restricciones angulares, por ejemplo, durante las fases de la marcha, considerando una de ellas, por ejemplo, inmediatamente después del despegue del talón, la cadera tiene un máximo de hipertensión de 20 grados. Si se

tienen en cuenta estas consideraciones, el mecanismo tendría que contra con un motor que generara giros horarios y contra horarios.

La novedad de la articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos consiste en el establecimiento de un único sentido de rotación para el Motor DC, el cual, a través de un mecanismo anexo, genera movimientos horarios y contra horarios, como lo haría la biela en un motor de gasolina, la cual traslada el desplazamiento lineal y lo convierte en rotacional.

De manera que es un mecanismo para una articulación de un exoesqueleto que transforma la rotación angular del motor en un desplazamiento a una traslacional, que a su vez se transforma nuevamente en rotación angular, pero generando movimientos de rotación en sentido horario y contra horario con la posibilidad de graduar el arco que cubre dicho ángulo, de tal forma que se adapte a las restricciones angulares de la marcha en humanos, solución no existente en el estado de la técnica que propone una nueva manera de solucionar la emulación del movimiento para un exoesqueleto de miembro inferior.

Por utilizar un mecanismo con rotación de giro para el motor en una sola dirección, este exoesqueleto cuenta con un ajuste de los rangos de movimiento de la articulación. Es decir, si el mecanismo trabaja en la cadera, la restricción angular sería diferente que si se utilizara en la rodilla. Por lo tanto, se ha creado un dispositivo de graduación para las restricciones angulares de la marcha humana, que permite utilizarlo, tanto para la cadera como para la rodilla, con la importante novedad de que el motor siempre está girando en un solo sentido.

Otra novedad implementada en esta articulación del exoesqueleto está relacionada con el tamaño de la persona que la está utilizando, ya que la distancia entre articulaciones será diferente. Así las extensiones que conectan las articulaciones también son graduables, de tal forma que se adapte a diferentes tallas del adulto promedio, dada la graduación permitida.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Las figuras anexas ilustran el alcance que se propone la invención dentro de la siguiente propuesta de articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos:

La figura 1: muestra la configuración del exoesqueleto completo.

La figura 2: muestra la articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos con sus componentes principales

La figura 3: muestra una vista frontal de la articulación del exoesqueleto

5 La figura 4: muestra una vista lateral de la articulación del exoesqueleto

La figura 5: muestra una vista inferior de la articulación del exoesqueleto

La figura 6: muestra una vista superior de la articulación del exoesqueleto

10 La nueva invención de articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos mostrada en la figura 1, es un dispositivo mecánico y electrónico con características propias en su diseño.

15 Las articulaciones conocidas hasta ahora requieren para su funcionamiento que el motor tenga cambio de giro, de tal forma que no sobrepase los límites mecánicos impuestos por su diseño; los movimientos angulares están restringidos para que no sobrepasen los límites que impone la marcha humana, así el mecanismo impone su funcionamiento mecánico al usuario, porque no presenta graduación para individualizar el funcionamiento hacia el usuario y tal como se puede observar en la figura 3, requiere giro y contragiro en el motor para cumplir con la función de la
20 marcha humana.

Ahora, las partes que conforman la articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos consisten principalmente de una base de aluminio que aloja un conjunto de engranajes, donde
25 la acción de estos engranajes es ocasionada por una barra con anclaje giratorio sobre el engranaje mayor.

Por la acción del movimiento circular sobre la barra, esta barra traslada el movimiento sobre otra barra, que corresponde en términos del cuerpo humano, al
30 fémur o tibia y peroné, ejecutando la acción de marcha. Con la graduación angular, en esta articulación se puede personalizar el movimiento en grados de la extensión de cadera y rodilla.

Se describe a continuación la invención una sola de las articulaciones; pero se debe
35 tener en cuenta que su integración, forma el exoesqueleto de la figura 1. De igual manera, se observa el diseño de la figura 2 que materializa este tipo de articulación.

La articulación con rotación tipo biela para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos comprende un motor DC (1) de tornillo sin fin que traslada el movimiento rotacional en 90 grados, equivalente en el modelo de la figura 1 a trasladar la rotación en el eje Y al eje Z. Una base de la articulación (2) que soporta los rodamientos que anclan el motor DC (1) al exoesqueleto con sus rodamientos y las palancas de transmisión de movimiento; un primer engranaje (3) anclado al motor DC (1) que contiene doce dientes ranurados; un segundo engranaje (4) anclado a la base de la articulación (2) que contiene treinta y seis dientes ranurados, efecto que hace que se triplique el torque al accionar la transmisión entre el primer engranaje (3) y el segundo engranaje (4). La palanca de transmisión de engranaje (5) une el segundo engranaje (4) con la palanca de transmisión de brazo (8) que hace que el movimiento rotacional se convierta en uno traslacional, de manera que un extremo de la palanca de transmisión de engranaje (5) tiene un tornillo (11) sujeto al segundo engranaje (4) y en su extremo opuesto tiene un tornillo de ajuste (7) que se desplaza sobre una ranura de ajuste (6) ubicada transversalmente en un ángulo ajustable a la palanca de transmisión de brazo (8).

Con la ranura de ajuste (6) el ángulo de la marcha se puede cambiar para personalizar la marcha dependiendo de la inclinación de la ranura de ajuste (6). La palanca de transmisión de brazo (8) recibe el un movimiento traslacional desde la ranura de ajuste (6) y convierte dicho movimiento traslacional nuevamente en movimiento circular horario y antihorario, tal como lo hace el proceso de marcha en las articulaciones de cadera y de rodilla. Finalmente, palanca de transmisión de brazo (8) está unida a la parte inferior base de la articulación (2) en un pivote (12), en el vértice formado por la ranura de ajuste (6) transversal a la sección de conexión (13) que se ajusta en su extremo final al brazo extensivo ajustable en longitud (9). Dicho brazo extensivo ajustable en longitud (9) permite ajustar reducir o alargar la extremidad del exoesqueleto, con el fin de personalizarlo a diferentes tallas.

La base de articulación (2) tiene ojales (10) de conexión entre articulaciones que unen dos esquemas de articulación para formar un solo miembro entre la articulación de la cadera hacia la rodilla, tal como lo muestra la figura 1, lado izquierdo. Así el cuerpo completo del exoesqueleto y sus articulaciones permiten generar las fases de la marcha humana con un mecanismo tipo biela que no requiere de motores bidireccionales para cambiar el sentido de giro de rotación al efectuar el movimiento de la articulación.

La nueva invención resuelve el problema de articulación para un exoesqueleto de miembro inferior de aplicación en humanos con la combinación un motor que gira en una dirección y con rotación tipo biela que minimiza el gasto mecánico que causan los giros y contra giros sobre los mecanismos de la articulación de los exoesqueletos creados hasta la fecha; de manera que presenta una articulación en la cual el giro de motor tiene un solo sentido y utiliza el principio de la biela en un motor mecánico, donde se pueden obtener las restricciones angulares de los miembros inferiores, derivadas de la marcha normal en un humano. Adicionalmente a que la invención reduce al gasto mecánico, el consumo de potencia eléctrica del motor también se disminuye, ya que el motor no tiene que parar para devolver el sentido de giro, lo que significa un ahorro de energía Eléctrica. Se ha probado sobre el motor utilizado en el exoesqueleto de la nueva articulación con biela, que la rotación continua reduce en un 30%, el consumo comparado con la misma prueba haciendo que el motor gire en ambos sentidos, con un periodo de cambio igual a la velocidad normal de la marcha humana, frecuencia media de giro del motor aproximada de 1Hz.