

Ficha de detalles de la invención

Título de la invención:**KAFO-PULLEY ASSIST**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

Indique y describa cuál es el problema técnico (o los problemas técnicos) que busca resolver la invención.

Se considera problema técnico aquel aspecto técnico (estructura, configuración, entre otros), que antes de la invención no tenía solución o tenía soluciones distintas a la provista por la invención. En caso de Diseño Industrial, omitir esta parte.

Las ortesis tipo KAFO con mecanismo drop lock, incluyendo el modelo empleado como base para el desarrollo de la presente invención, presentan un sistema de bloqueo por caída que depende completamente de la gravedad para tratar y desatratar la articulación de la rodilla. Este tipo de configuración estructural genera un problema técnico significativo: el usuario requiere apoyo externo continuo para accionar el mecanismo de bloqueo, ya que necesita mantener ambos brazos ocupados y apoyados en dispositivos auxiliares de marcha, tales como bastones canadienses o un andador, para mantener la estabilidad durante el uso.

Desde el punto de vista técnico, esta limitación se origina directamente en la estructura y configuración del mecanismo drop lock, el cual está ubicado lateralmente sobre la articulación y requiere un movimiento de manipulación manual precisa para elevar o liberar el pestillo. Dado que este componente no puede ser accionado por el usuario mientras está de pie sin comprometer su equilibrio, la ortesis no permite que la persona gestione por sí misma el cambio entre bloqueo de rodilla en extensión y libertad de movimiento para la marcha. Esta dependencia de terceros o de una superficie de apoyo restringe de forma importante la autonomía del usuario.

Asimismo, antes de la presente invención no existían soluciones integradas en la propia ortesis que permitiera accionar el mecanismo drop lock sin intervención manual directa, ni se incorporan sistemas mecánicos complementarios capaces de facilitar el control de la articulación sin sacrificar la estabilidad. Las alternativas disponibles implican modificaciones sustanciales, uso de articulaciones de otro tipo (como sistemas con botón frontal, liberación automática o mecanismos motorizados) o soluciones que no eran compatibles con la estructura original de la KAFO del paciente.

Como consecuencia, se identificó un problema técnico concreto: La arquitectura convencional del sistema drop lock limita de manera significativa la independencia del usuario, ya que el diseño existente no permite realizar acciones como caminar libremente, subir o bajar escalones, o modificar el estado de la articulación sin asistencia externa. Esta situación impacta tanto la usabilidad diaria como el proceso de rehabilitación, al impedir un uso seguro y autónomo de la ortesis.

Por estas razones, resultó necesario desarrollar una solución técnica que modifique o complemente el diseño estructural original, permitiendo un accionamiento accesible, seguro, y que reduzca la dependencia del usuario en actividades funcionales básicas. Esta necesidad constituye el núcleo del problema técnico que la presente invención busca resolver.

2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO:

Describa la invención de forma clara enfatizando en qué consiste el concepto inventivo central.

Si la invención es un producto, máquina, equipo y especifique sus partes y cómo se relacionan.

Si la invención es un procedimiento, especifique los pasos, parámetros de operación, insumos, o cualquier otra información relevante para alcanzar el efecto técnico.

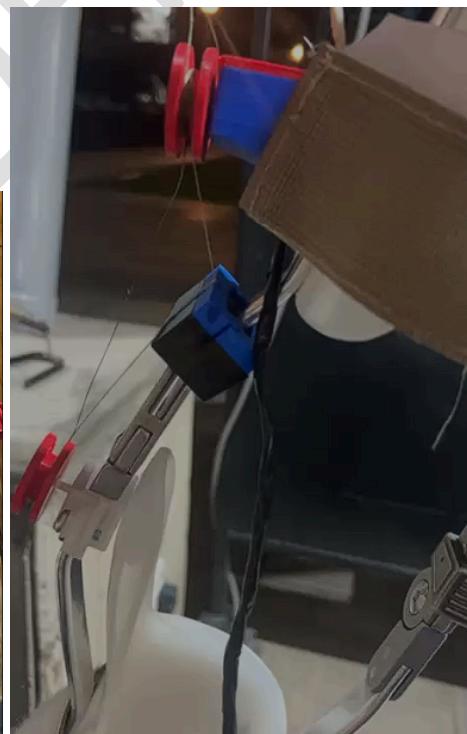
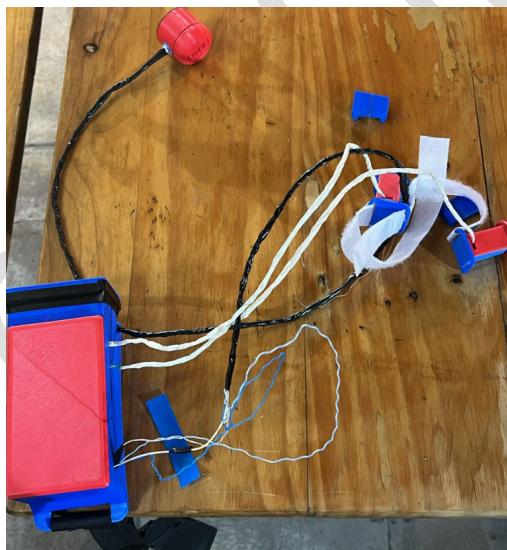
La invención puede tener el procedimiento y su producto novedosos por lo que puede detallar los dos.

(Mínimo 250 palabras). *Incluya figuras, fotografías o diagramas. Adjunte a esta ficha todos las publicaciones u otros documentos asociados que posea al respecto*

En caso de Diseño Industrial, adjuntar imágenes o fotos del producto

El invento es un acoplamiento a una ótesis tipo KAFO, el cual permite realizar el bloqueo en la flexión de la extremidad inferior de manera remota, con un control ubicado en un bastón de apoyo. El invento consta principalmente de 2 partes, un control acoplable a un bastón de apoyo, el módulo que controla el bloqueo y desbloqueo de rodilla por tipo drop-lock, el cual es alimentado por una batería de 7V, y recubrimientos para un sensor MPU y unos motores DC.

El módulo principal también cuenta con indicadores lumínicos del estado de la batería y fase de marcha. El bloqueo y desbloqueo consiste en la retracción y tracción de poleas que sujetan el bloqueo a partir de motores que giran un carrete en sentido horario y antihorario, estos motores estarían cubiertos por una caja la cual que iría unida a la ótesis con un velcro. Además cuenta con un carrete inferior para evitar que el bloqueo se atore con la propia ótesis. Este mecanismo se activaría con 2 botones en el control remoto el cual funciona con radiofrecuencia. Finalmente, habría un sensor tipo MPU ubicado encima de la zapatilla del paciente, este brindaría señales al módulo principal para dar la orden de cambio de color de led, representando otra fase de la marcha.

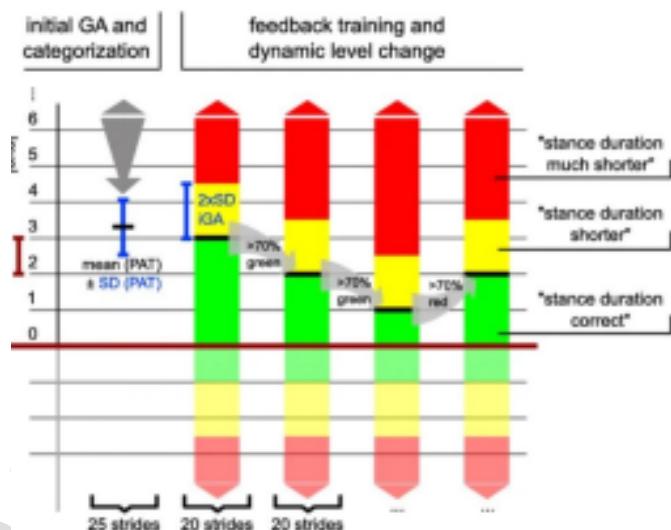


3. DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Liste y describa los productos, procedimientos más parecidos a su proyecto y los principales antecedentes técnicos o bibliográficos que haya consultado. Explique cuáles fueron los principios técnicos en los que se inspiró para obtener la invención; o que usó y estudió durante el proceso de investigación que dio como origen al proyecto. Pueden ser papers, tesis, videos, documentos, libros, etc.

- Antecedente bibliográficos principales:

"Trainer in a pocket - proof-of-concept of mobile, real-time, foot kinematics feedback for gait pattern normalization in individuals after stroke, incomplete spinal cord injury and elderly patients | Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation". Consultado: el 3 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12984-018-0389-4>



Estudio que evalúa un sistema de reeducación de la marcha usando sensores IMU montados en los zapatos + feedback en tiempo real (mediante tablet-voz) para normalizar parámetros de la marcha (largo de paso, tiempo de apoyo, ángulo pie-suelo, etc.). Dicho antecedente inspiró la idea de integrar un sistema de reeducación de marcha + retroalimentación (feedback) en la ortesis.

- Antecedentes técnicos principales:

[1] T. Vouga, R. Baud, J. Fasola, M. Bouri, y H. Bleuler, "TWIICE — A lightweight lower-limb exoskeleton for complete paraplegics", en 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR), jul. 2017, pp. 1639–1645. doi: [10.1109/ICORR.2017.8009483](https://doi.org/10.1109/ICORR.2017.8009483).



Este exoesqueleto de miembro inferior de alta calidad muestra todas las cualidades que estos tipos de dispositivos deben poseer, como un bloqueo y desbloqueo de rodilla automático pero con la existencia de modos de bloqueo, así como una forma de alternar los modos con botones en los bastones propios del producto, lo que guardaba relación con el usuario, el cual solo utiliza bastones canadienses para poder desplazarse.

[2]

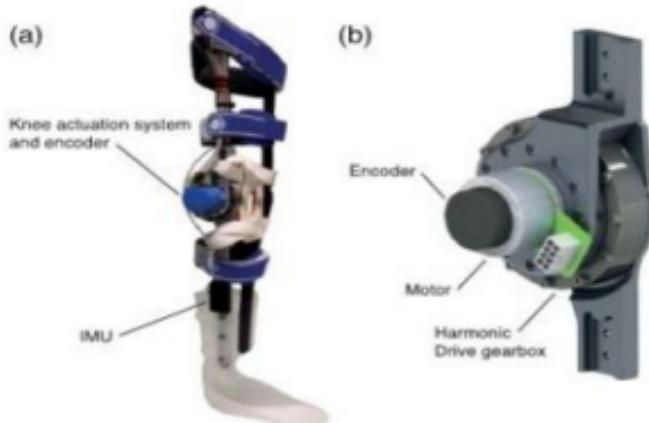
Arroyo, "Modelo de ortesis activa SCKAFO para asistir la marcha de lesionados medulares.", Universidad Politécnica de Catalunya, España, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://biomec.upc.edu/wp-content/uploads/theses/Arroyo-MSc-Thesis-Modelo%20de%20ortesis%20activa%20SCKAFO%20para%20asistir%20la%20marcha%20de%20lesionados%20medulares.pdf>



Este proyecto de último ciclo permite la flexión y extensión de la rodilla en la fase de balanceo del miembro inferior, mientras que lo bloquea durante la fase de apoyo. Esto, con la implementación de sensores de presión plantar y encoder angulares. Con este antecedente se contempló el uso de los sensores para detectar marcha, la cual más adelante se cambió por el tipo de pisada, así como indicaciones técnicas de las fases de la marcha en los cuales el usuario deba mantener la rodilla bloqueada.

[1]

J. Font-Llagunes, U. Logrís, D. Clos, F. Alonso, y J. Cuadrado, "Design, Control, and Pilot Study of a Lightweight and Modular Robotic Exoskeleton for Walking Assistance After Spinal Cord Injury", *Journal of Mechanisms and Robotics*, vol. 12, p. 8, jun. 2020, doi: [10.1115/1.4045510](https://doi.org/10.1115/1.4045510).



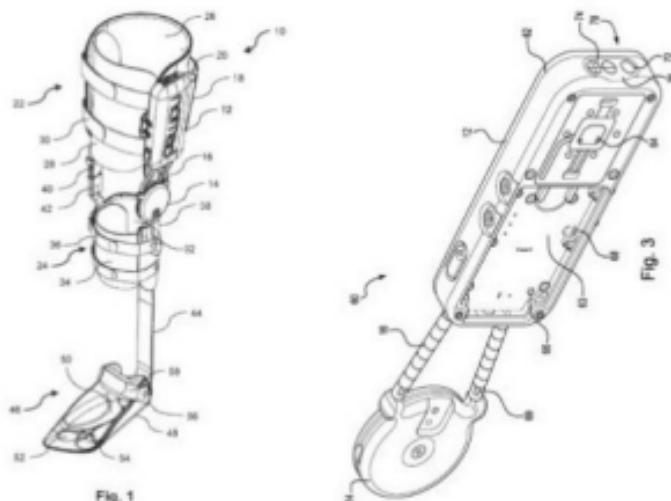
Estudio que describe el desarrollo y evaluación de un exoesqueleto modular y liviano diseñado para asistir la marcha en personas con lesión medular. Presenta lineamientos de diseño mecánico, integración de sensores y estrategias de control para movimiento asistido. Este antecedente es útil para el proyecto porque proporciona una guía estructural y metodológica sobre cómo se desacoplan módulos, cómo se integran sensores y cómo se valida la interacción usuario-dispositivo, elementos aplicables al concepto de crear un módulo acoplable para una KAFO convencional, aun sin emplear actuadores robóticos.

3.1. ¿Conoce algún trabajo o invento que se parece más a su invento? Si la respuesta es afirmativa, enumerar, indicando el nombre de la publicación, la fuente y fecha de publicación y adjuntar un breve resumen de dicho antecedente.

Sí, hay trabajos similares en la literatura relacionados al producto que se realiza.

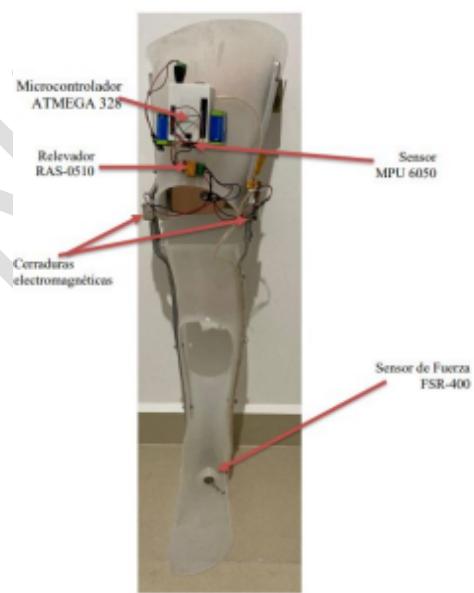
[1] R. J. Farris, S. A. Murray, y S. A. Dalley, "Control Method for a Powered Knee Ankle Foot Orthosis", el 3 de noviembre de 2022 Consultado: el 25 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en:

https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2022231566&_cid=P21-MFYJI1-34359-1



Se encontró una patente que presenta un método de control para una ótesis KAFO motorizada, empleando actuadores eléctricos y sensores para identificar fases de la marcha y ajustar la asistencia en tiempo real. Su aporte para el proyecto radica en que proporciona una referencia sobre la lógica de control y elementos que sirven como guía conceptual para implementar un sistema de activación/desactivación seguro y sincronizado con las decisiones del paciente al brindar la posibilidad de que este active y desactive el bloqueo con teclas que fueron dispuestas como trabajo a futuro.

[2] O. Diaz-Hernandez, "Sistema de desbloqueo automático en una Órtesis de Rodilla-Tobillo-Pie (ORTP) durante la marcha", nov. 2022.



Este paper de conferencia presenta una guía estructural de la creación del soporte con moldes en negativo y positivo, así como un acoplamiento de módulos de sensores y bloqueo de rodilla en una ortesis tipo KAFO, aunque se diseñó el bloqueo de rodilla con un relevador electromagnético.



3.2 Si Ud. ha identificado la existencia de un antecedente más cercano en el punto 3.1, señale cuáles son las características técnicas novedosas de su invento en relación con dicho(s) antecedente(s). De preferencia limite este comparativo solo a los tres antecedentes que considere más cercanos en el aspecto técnico y científico a su invención (el estado de la técnica).

Con respecto al antecedente número (1), se desarrolló el mecanismo de bloqueo y desbloqueo en ambas caras del soporte. Esto, debido a que las órtesis tipo Drop-lock tienen dos ejes de giro. Además, se hizo realidad la posibilidad de utilizar teclas para alternar el bloqueo y desbloqueo, con la peculiaridad que se pueden desarrollar encajes a la medida de cualquier bastón que el usuario posee, como lo es en este caso, un bastón canadiense.

Finalmente, para el proyecto número (2), se cambió el uso de relevadores electromagnéticos por dos poleas dobles, los cuales permitirán que el bloqueo siga una trayectoria definida y no se vea afectado por la inclinación o el peso de la persona que ocupe el soporte.



4. VENTAJAS DE LA INVENCIÓN

Detalle las ventajas que tiene la invención respecto a los antecedentes. Las ventajas podrían ser: mayor sensibilidad, especificidad, no presenta efectos secundarios, menor tiempo de diagnóstico, etc.

La presente invención ofrece varias ventajas técnicas frente a los antecedentes orientados a resolver el mismo problema. En primer lugar, incorpora un sistema de guía visual para la reeducación de la marcha, el cual proporciona información inmediata al usuario sobre su patrón de movimiento. Esta funcionalidad no está presente en las soluciones previas y permite mejorar el control y la regularidad durante la caminata.

Además, se integra un indicador luminoso del estado de la batería mediante un LED RGB, lo que facilita al usuario conocer el nivel de carga en todo momento y evita fallos inesperados durante el uso. Esto constituye una mejora significativa respecto a dispositivos que no cuentan con una señal clara y accesible del estado energético. La invención también presenta botones de fácil accesibilidad para accionar el trabe y destrabe de la articulación desde un bastón canadiense.

También, se destaca el hecho de ser un acoplamiento fácil, seguro y rápido a las órtesis KAFO tipo drop-lock.

Finalmente, el sistema utiliza pilas recargables extraíbles de manera sencilla, lo que mejora la mantenibilidad del dispositivo y reduce tiempos de inactividad frente a sistemas energéticos menos accesibles en los antecedentes.

Estas ventajas combinadas permiten una experiencia de uso más segura, autónoma y eficiente que la proporcionada por las soluciones previas disponibles

5. DESCRIPCIÓN DE LAS DIVULGACIONES

Indique las divulgaciones que ha realizado de la invención a través de cualquier medio: escrito, oral, búsqueda de financiamiento; y las fechas en que se dieron estas divulgaciones. (si hubiese más de una divulgación puede agregar replicar la tabla)

Tipo de divulgación (Paper, tesis, conferencia, video, libro, etc.)	Video
Fecha de publicación	01/12/2025
Enlace (en caso aplique)	https://www.instagram.com/p/DRs_SUaES2sseSw6NL_DfDCfN6zcrbD7HHGwAU0/?img_index=3
¿Existen diferencias respecto a lo divulgado?	SÍ, se le implementó un encaje doble tanto en la cara interna como externa de la pierna izquierda para que la cuerda siga un camino fijo en cada ángulo de inclinación del soporte, lo que arregla errores en el bloqueo de la rodilla.

6. INFORMACIÓN ADICIONAL

6.1 ¿Se puede verificar realmente que el invento funciona o es obtenible? ¿Qué pruebas ha realizado para acreditar su funcionamiento u obtención?



Enumerar las pruebas. Por ejemplo, si se hizo algún proceso de estandarización basado en algún método oficial u técnica reconocida por alguna institución internacional de estandarización.

1. Prueba de eficiencia de motores:

Se pusieron a prueba los motores DC para determinar su eficiencia a mismas condiciones, de esta manera se pudo establecer una misma velocidad de giro para ambos motores, de esta manera evitamos que cuerda de la polea quede suelta o tensa en exceso.

2. Prueba de conexiones:

Se analizó la continuidad de los componentes y conexiones para asegurarnos que estuviesen en buen estado y que no hubiera ningún cortocircuito que impida el correcto funcionamiento del prototipo. Así mismo, se verificó que ciertas partes de distintos componentes no tengan contacto para evitar fallos.

3. Prueba de radiofrecuencia:

Se probó que el control emitiera la señal al módulo principal sin problema alguno. También se midió el tiempo que tarda en activarse los motores con respecto al momento en que el usuario toca el botón, asegurando que el tiempo de activación sea bajo.

4. Prueba de Software

Se verificó que el código del microcontrolador funcionara completamente sin errores, en este caso activando los motores al debido momento y a una velocidad equivalente, y activando el color correcto de los indicadores, tanto de batería como estado de marcha.

5. Prueba de elementos mecánicos:

Se pusieron a pruebas objetos como los carretes e hilos de las poleas, para ellos dimos con un material duradero y resistente para las cuerdas. Para el caso de los carretes inferiores recurrimos a materiales flexibles para evitar el mayor desgaste posible.

6.2 Explique en un (1) párrafo como máximo. Cómo se llevaría a cabo la implementación del invento (Resultaría fácil poder implementar al momento de usarlo, explique porqué).

El invento resulta práctico y fácilmente acoplable, debido al uso de elementos hechos a medida y elementos que se ajustan al usuario como los velcros que sujetan los motores, así como el módulo principal. También debido al uso de materiales flexibles como el TPU o caucho para ciertos elementos y recubrimiento del bloqueo que ya posee el soporte del paciente. Y en el caso del control, este va acoplado al bastón de apoyo con ayuda de materiales de relleno como algunas variantes de silicona.

Fecha: 3/12/2025