

Entregable N°5 - Grupo 11

1. Identificación de la necesidad

Necesidad encontrada: Optimizar la locomoción semidependiente del usuario en silla de ruedas mecánica simple (Necesidad de efecto inmediato).

Justificación:

Las sillas de ruedas convencionales son ampliamente utilizadas gracias a su bajo costo, disponibilidad y accesibilidad. Sin embargo, existen usuarios con limitaciones en su capacidad motora que requieren asistencia para desplazarse perdiendo su autonomía y desarrollo en actividades cotidianas.

El esfuerzo físico requerido para propulsar una silla mecánica puede resultar excesivo y puede llegar a generar fatiga muscular, lesiones por el sobreuso y desgaste prematuro en articulaciones; muestra de esto es el hecho de que, entre 31-73% de la población con lesiones en la médula espinal reportan dolor de hombro, muchas veces crónico [1]. A ello se le suma la necesidad recurrente de un acompañante, lo que restringe la independencia del usuario y limita su integración plena en la sociedad.

En el caso específico de nuestro paciente, su limitada movilidad y fuerza en los brazos hace casi imposible el buen manejo de su silla de ruedas, necesidad en la cual nos enfocaremos.

En tal sentido, es necesario buscar alternativas para las sillas de ruedas convencionales, ya que en el mercado ya existen dispositivos motorizados; sin embargo, suelen implicar un costo elevado, dificultades en el mantenimiento y poca adaptabilidad a contextos con recursos limitados.

Con estos aspectos en cuenta, el desarrollo de soluciones accesibles que se implementan a una silla de ruedas mecánica conduce una alternativa viable para mejorar la calidad de vida de los usuarios y favorecer su inclusión social.

2. Búsqueda de patentes

a. Powered Wheelchair, Wheelchair Powering Device and Method

Número de patente / Publicación: US10,758,436 B2 [2]

Título: Powered Wheelchair, Wheelchair Powering Device and Method

Inventores: Brian Hancock; Daniel Reuben Haupt; Brett Stone; Dustin Tingey

Año de publicación: 2020

Entidad solicitante: Inventit Products Inc., Grantsville, UT (US)

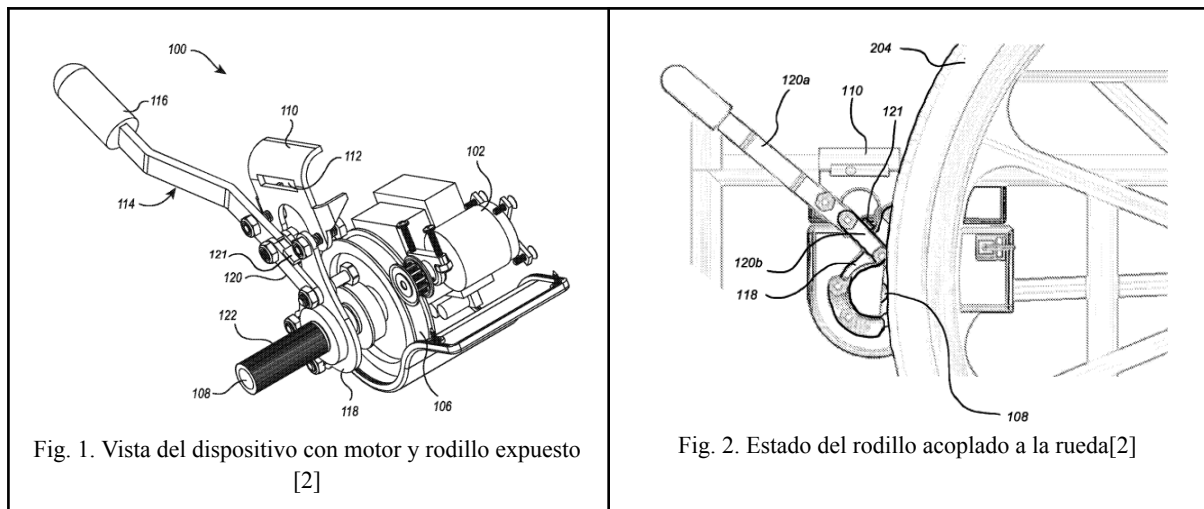
Resumen funcional: La patente describe un dispositivo motorizado acoplable a sillas de ruedas manuales plegables, el cual convierte la silla en un modelo híbrido: manual o con asistencia eléctrica. Este sistema incluye un motor y rodillo de fricción que se apoya en la llanta para transmitir movimiento, tanto como un mecanismo de propulsión como de freno.

Asimismo, el dispositivo es ligero, se integra en el chasis de la silla de ruedas sin impedir el plegado.

Aspectos innovadores	● Limitaciones o vacíos
<p>Compatibilidad con sillas plegables. Se instala sin perder la capacidad de plegado, no requiere de modificaciones.</p> <p>Rodillo de fricción motorizado. El rodillo se presiona contra la rueda y transmite potencia mediante fricción</p> <p>Función dual propulsión-freno. En la propulsión, el motor impulsa el rodillo, lo que transmite fuerza a la rueda, mientras que en el frenado, genera una resistencia controlada.</p> <p>Acople sencillo y ligero. Se puede instalar y retirar el sistema con rapidez, ideal para uso intermitente.</p> <p>Bimodalidad. Permite alternar de inmediato entre conducción manual y asistida, garantizando independencia flexible.</p> <p>Sistema de control eléctrico entregado. Incluye un circuito de control básico que regula el encendido, apagado y potencia del motor. Este se maneja directamente desde la silla mediante un interruptor o control cableado</p>	<p>Dependencia de fricción para la tracción. La tracción depende de la fricción entre rodillo y neumático, lo que genera un desgaste acelerado o pérdida de eficiencia en superficies húmedas.</p> <p>Autonomía reducida. Debido al uso de baterías de Li-ion pequeñas para mantener ligereza, implica un uso limitado del sistema.</p> <p>Potencia limitada. El motor de 800W es adecuado para desplazamientos urbanos, pero insuficiente en pendientes muy pronunciadas o terrenos muy irregulares.</p> <p>Peso adicional. Añade entre 3,5 a 7 kg por lado, lo que para algunos usuarios con movilidad reducida puede ser difícil de manipular.</p>

Relación con la necesidad: La patente responde a la necesidad de optimizar la locomoción semidependiente del usuario en silla de ruedas mecánica simple con efecto inmediato, ya que permite añadir un sistema motorizado de acople rápido que brinda asistencia eléctrica sin sacrificar la simplicidad y portabilidad de la silla. Al ofrecer una propulsión de apoyo que puede activarse o desactivarse en segundos, el usuario conserva su autonomía manual pero recibe soporte inmediato en momentos de fatiga o en trayectos más exigentes. De este modo, la invención amplía la independencia del usuario, aunque con limitaciones en autonomía y potencia que restringen su uso a contextos principalmente urbanos y de baja exigencia.

Imágenes asociadas:



b. Auxiliary propulsion device for a wheelchair and wheelchair with auxiliary propulsion device

Número de patente / Publicación: ES2438816T3

Título: Auxiliary propulsion device for a wheelchair and wheelchair with auxiliary propulsion device [3].

Inventores: Paul-Gerhard Bitzer, Bernhard Stumpp

Año de publicación: 2013

Entidad solicitante: DE ELZABURU MÁRQUEZ, Albertoc

Resumen funcional:

La patente presenta un dispositivo adaptado a una de las ruedas de una silla mecánica que brinda una propulsión adicional cuando el usuario ejerce fuerza para moverse. Este consiste en un dispositivo sensor que detecta la fuerza manual ejercida y envía esa información a un motor de accionamiento que proporciona fuerza auxiliar en relación a la fuerza detectada y la dirección con la que se ejerce.

Aspectos innovadores	Limitaciones o vacíos
<p>Dispositivo adaptable: Es un dispositivo que no requiere de grandes cambios para funcionar en una silla mecánica normal. Además, contempla el uso del espacio presente en el cubo de la rueda para acoplar el motor y la batería.</p> <p>Asistencia eléctrica adaptativa: La fuerza adicional que se ejerce se adecua a la que es ejercida inicialmente y contempla el ángulo</p>	<p>Impulso inicial: El dispositivo, aunque puede aliviar gran parte del esfuerzo necesario, aún necesita de un impulso inicial cada cierto tiempo para funcionar; es decir, existe aún cierta dependencia de los brazos</p> <p>Descripción poco profunda: La patente no señala exactamente la disposición y las conexiones que se deben realizar para montar el sistema de motores y sensores;</p>

de inclinación del movimiento.

Sistema anti-retroceso: La patente contempla un sistema de frenado automático, sin la necesidad de un freno manual, para casos en los que el usuario se mueva en una pendiente y pierda la capacidad de mover la silla.

solo proporciona una figura general de la silla de ruedas [Fig. 3].

Relación con la necesidad:

Este dispositivo proporciona una asistencia considerable en la fuerza necesaria para que el usuario se desplace en la silla de ruedas; relacionándolo con la poca movilidad y fuerza que posee en los brazos, esta patente puede ser una oportunidad adaptable a su silla para dejar de depender totalmente del movimiento de sus extremidades superiores. Además, también contempla un sistema anti-retroceso, que proporciona seguridad a la hora de desplazarse en caminos inclinados. Aun así, la fuerza asistente aún depende de un impulso mecánico inicial que tal vez el paciente no pueda realizar constantemente; lo cual es un problema que debería ser solucionado para poder adaptar un dispositivo similar.

Imágenes asociadas:

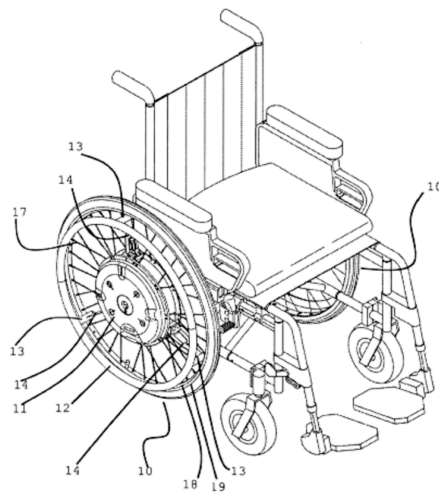


Fig. 3. Vista general de la silla de ruedas con el sistema aplicado a la rueda derecha [3]

c. Attachable, powered drive apparatus for wheelchairs

Número de patente / Publicación: US8684113B1 [4]

Título: Attachable, powered drive apparatus for wheelchairs

Inventores: Gregory Edward Laconis

Año de publicación: 2014

Entidad solicitante: Gregory Edward Laconis

Resumen funcional:

El dispositivo es un accesorio motorizado que se acopla a las sillas de ruedas convencionales. Utiliza una rueda motriz con motor que, al activarse permite la propulsión de las ruedas delanteras. La columna de dirección es ajustable y conecta el manillar con la rueda motriz para controlar dirección y velocidad. Un sistema de pivote permite alternar fácilmente entre el modo motorizado y manual.

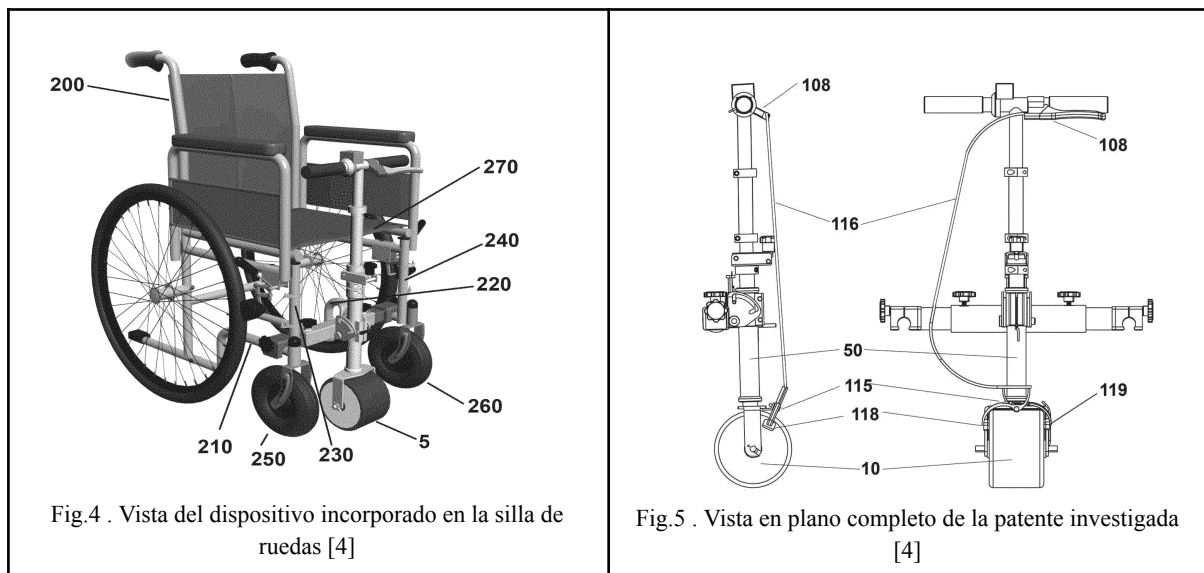
Aspectos innovadores	Limitaciones o vacíos
<p>Portabilidad y versatilidad. El dispositivo tiene la capacidad de acoplarse a una silla de ruedas convencional y retirarse fácilmente, lo cual permite convertirla en una silla motorizada sin reemplazar una estructura existente, y gracias a su columna telescópica y barra ajustable puede adaptarse a distintos modelos y tamaños.</p> <p>Dos modos de funcionamiento. El sistema incorpora un mecanismo que permite alternar entre el uso mecánico y el uso motorizado. La rueda motriz, al activarse eleca las ruedas delanteras y otorga estabilidad en movimiento eléctrico, mientras que en el modo manual se desactiva para no interferir.</p> <p>Accesibilidad y facilidad en uso. Su diseño permite la compatibilidad para distintos sistemas de manejo como viene a ser el manillar, joystick y comandos de voz "sip and puff", esto amplía su alcance a diferentes perfiles de usuarios.</p>	<p>Peso adicional. Tanto el módulo, la columna y la barra añaden un peso de 11.34 kg, lo que afecta en el transporte y la manipulación autónoma. También existe el problema al incorporarlo o retirarlo para el propio usuario.</p> <p>Desempeño en el movimiento. No se garantiza un buen manejo de terrenos irregulares o pendientes. Además el intercambio de funcionamiento manual y motorizado puede ser complejo para un usuario con menor fuerza física.</p> <p>Incorporamiento de tecnologías y limitación en la batería. Existe una ausencia en asistencia inteligente como sensores de movimiento, giroscopios, señales o alertas de precaución. Tampoco habla acerca de la duración y rendimiento de la batería, lo que limita el uso prolongado del dispositivo.</p>

Relación con la necesidad:

El dispositivo aporta alternativas viables al usuario y responde a la necesidad de optimizar la locomoción semidependiente, mediante su versatilidad en el uso de un control adaptado, que se ajuste al nivel funcional conservado. Además, el cambio de funcionamiento entre una silla

manual y motorizada, otorga una flexibilidad de acuerdo al entorno, la energía del usuario o la necesidad de asistencia. Sin embargo, la patente no resuelve completamente todos los aspectos clave como la asistencia inteligente, lo cual limita su aplicación en escenarios abiertos o complejos. Es una respuesta parcial a la necesidad principal en su locomoción, pero se pueden añadir nuevas tecnologías para un mejor uso en otros contextos.

Imágenes asociadas:



d. Lever-Operated Wheelchair

Número de patente / Publicación: US9597241B2 [5]

Título: Lever-operated wheelchair

Inventores: Daniel Zondervan, David Reinkensmeyer, Brendan Smith

Año de publicación: 2017

Entidad solicitante: The Regents of the University of California, Oakland, CA (US)

Resumen funcional: Esta patente detalla un mecanismo de acondicionamiento a una silla de ruedas, compuesto de dos palancas, cada una unida a cada rueda, las cuales pueden moverse hacia adelante o atrás. Cada palanca cuenta con un sistema de embrague y transmisión que permite que el movimiento de las palancas se convierta en desplazamiento de la silla. Además este aditamento incluye un soporte de antebrazo e incluye un modo de ejercicio estático.

Aspectos innovadores	Limitaciones o vacíos
Palancas con soporte de antebrazo: Facilitan el movimiento para usuarios con	Diseño complejo: El diseño al ser más complejo que el de una silla de ruedas

limitada movilidad en extremidades superiores.

Opciones de acoplamiento/desacoplamiento: Permite al usuario alternar entre modo de propulsión o modo libre.

Modo de ejercicio estático: Un modo donde el usuario puede solo mover las palancas sin necesidad de convertir este movimiento en desplazamiento de la silla.

común tiene un costo de producción y mantenimiento mucho mayor.

Capacitación: Ya que su sistema de funcionamiento es algo complejo es posible que el usuario necesite un tiempo de capacitación para poder aprender a usar correctamente la silla de ruedas.

Relación con la necesidad: El dispositivo permite que un usuario, con limitada movilidad y fuerza en sus extremidades superiores, pueda desplazarse de forma independiente en su silla de ruedas. Las palancas, ubicadas a la altura de los brazos del usuario se adaptan al rango de movimiento del usuario, mientras que los soportes de antebrazo y el mecanismo adaptable permiten reducir el esfuerzo necesario para generar el desplazamiento de la silla.

Imágenes asociadas:

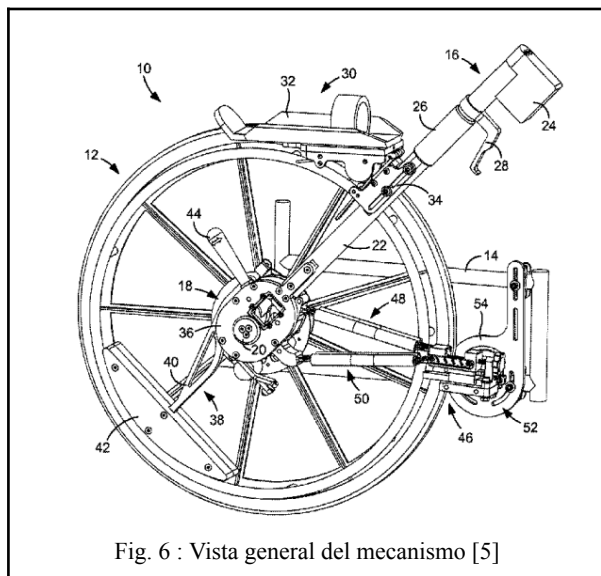


Fig. 6 : Vista general del mecanismo [5]

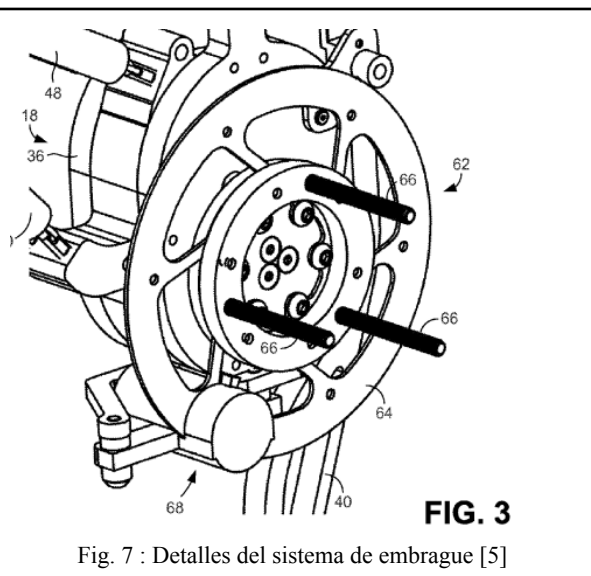


Fig. 7 : Detalles del sistema de embrague [5]

e. Wheelchair propulsion assist device

Número de patente / Publicación: US11590039B1 [6]

Título: Wheelchair propulsion assist device

Inventores: John W. Britz.

Año de publicación: 2023

Entidad solicitante: Individual

Resumen funcional: El dispositivo es un accesorio en forma de “C” que se acopla al aro de empuje de la silla de ruedas y cuenta con una palanca que permite mover la rueda con un gesto tipo remo. La mano permanece siempre en contacto con la palanca, evitando soltar y volver a agarrar el aro, facilitando la propulsión continua al usuario. La longitud de su brazo telescópico es ajustable, por lo que se adapta a usuarios con rango de movimiento reducido.

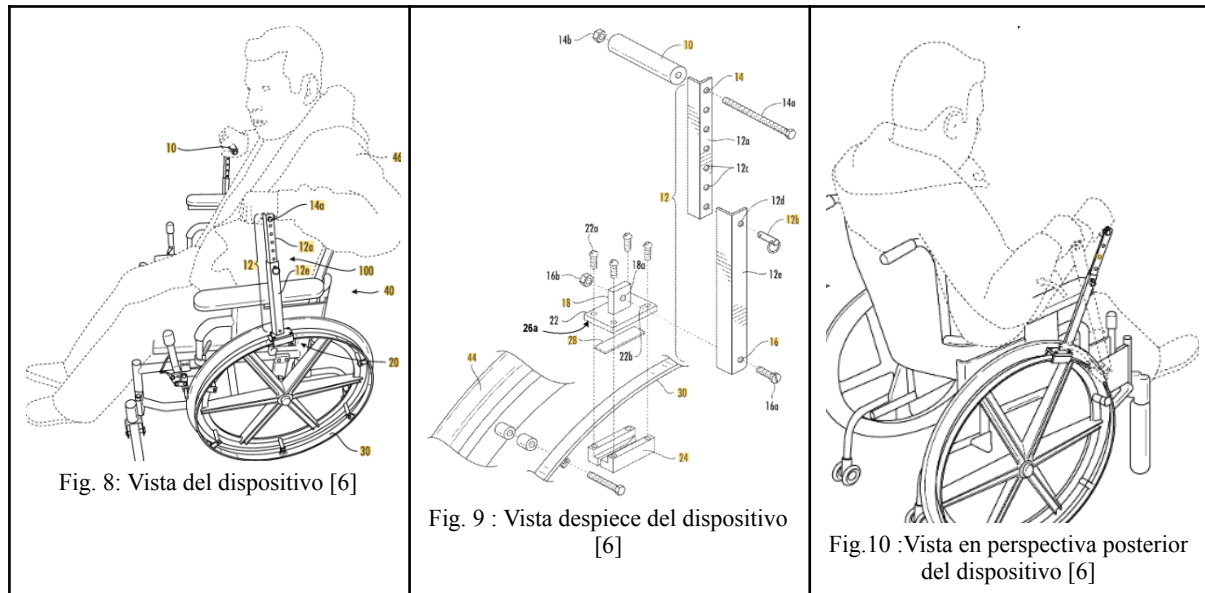
Aspectos innovadores	Limitaciones o vacíos
<p>Propulsión continua:</p> <p>La palanca acoplada se mantiene siempre en contacto con el aro, de esta manera la mano permanece en la empuñadura de la palanca todo el tiempo. Al no haber necesidad de soltar y agarrar el aro se genera un ciclo de propulsión continua. Ideal para pacientes con movilidad reducida.</p> <p>Diseño versátil:</p> <p>El dispositivo es un accesorio retrofit, es decir, se puede incorporar a sillas de ruedas convencionales. Además, su brazo telescópico permite ajustar la palanca según las necesidades del usuario y su rango de movimiento.</p> <p>Canal con superficie de fricción:</p> <p>El marco en forma de “C” está recubierto por un material de alto agarre. Esto genera mayor fricción y transmisión de movimiento de la palanca a la rueda a pesar de que el usuario tenga un agarre débil.</p>	<p>Maniobrabilidad reducida:</p> <p>Al ser un dispositivo diseñado para mejorar la propulsión hacia adelante de manera continua, limita los movimientos laterales independientes y la capacidad de la silla para realizar movimientos cortos y precisos en ciertos espacios.</p> <p>Mantenimiento:</p> <p>La fricción en ciertas piezas genera desgaste rápido. Esto podría hacer que se requieran revisiones constantes o ajustes frecuentes para la silla de ruedas y el dispositivo.</p> <p>Interferencia con accesorios laterales:</p> <p>La colocación de la palanca podría interferir con el funcionamiento de frenos de mano u otros complementos de la silla.</p>

Relación con la necesidad:

El dispositivo incorpora un sistema de propulsión tipo remo para avance continuo, esto es ideal para pacientes con rango de movilidad mínimo y dificultad de agarre. Su brazo telescópico ajustable se vuelve una gran ventaja al momento de personalizar el movimiento para cada persona. Además su empuñadura antideslizante y ergonómica mejora el control de la silla en usuarios con poca fuerza en los dedos.

Finalmente, al ser un add-on, no requiere del diseño de una silla nueva, es un dispositivo versátil y fácil de implementar.

Imágenes asociadas:



f. Motion-Based Power Assist System for Wheelchairs

Número de patente / Publicación: EP2729108B1

Título: Motion-Based Power Assist System for Wheelchairs

Inventores: William Mark Richter

Año de publicación: 2017

Entidad solicitante: William Mark Richter (Nashville, TN, EE. UU.)

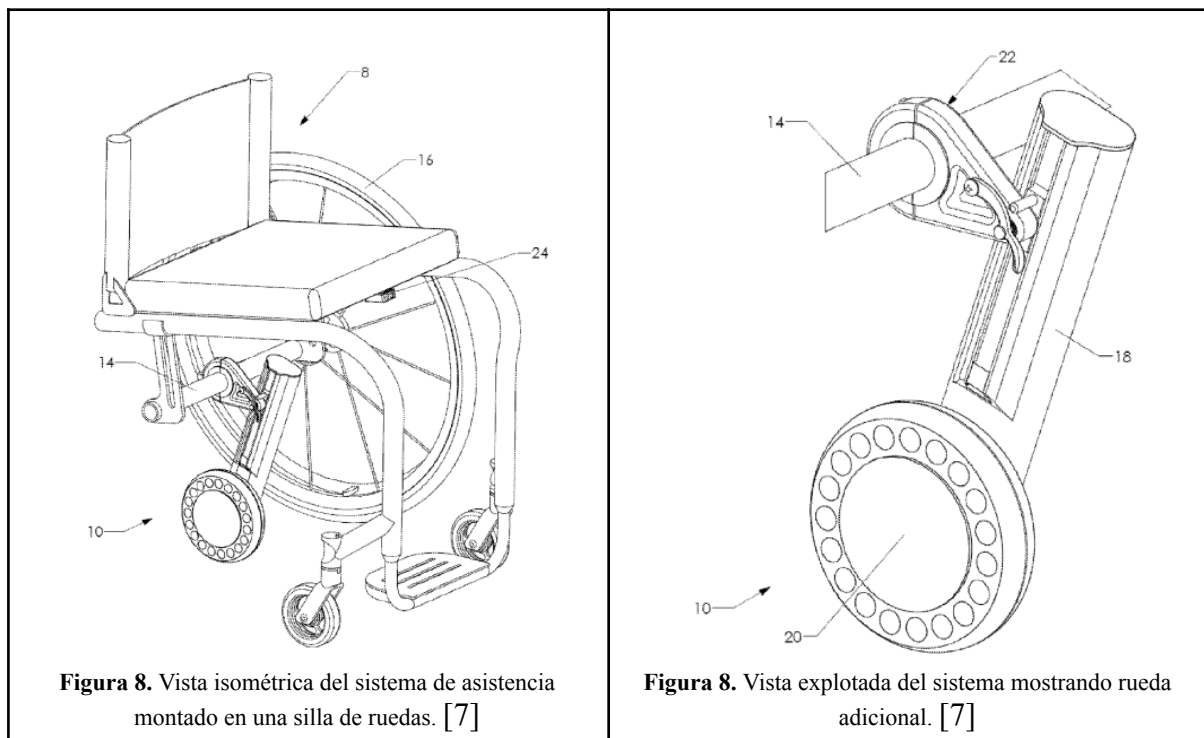
Resumen funcional: Sistema de asistencia motorizada para sillas de ruedas manuales que detecta el movimiento generado por el usuario (velocidad y aceleración lineal/rotacional) para activar un impulso asistido. De esta forma, reduce el esfuerzo necesario al impulsarse sin eliminar completamente la actividad física, previniendo lesiones musculoesqueléticas comunes en usuarios frecuentes. [7]

Aspectos innovadores	Limitaciones o vacíos
Sustituye los sensores de fuerza o par por sensores cinemáticos (acelerómetros, giroscopos, IMU) para detectar empujes o frenadas.	La dependencia exclusiva de sensores de movimiento puede generar falsos positivos o errores en terrenos irregulares.

<p>Permite modular el nivel de asistencia según la aceleración detectada.</p> <p>Facilita un diseño más ligero, simple y desmontable, mejorando el transporte y la autonomía del usuario.</p> <p>Detecta situaciones como frenado o pérdida de equilibrio y suspende automáticamente la asistencia.</p>	<p>No incluye mecanismos avanzados de interfaz con el usuario o personalización inteligente (p. ej., perfiles de asistencia).</p> <p>Puede requerir mantenimiento o recalibración frecuente para garantizar precisión en la detección de empujes.</p>
---	---

Relación con la necesidad: Este sistema resulta especialmente útil para pacientes con poca fuerza en los brazos y movilidad reducida. Al detectar de forma automática los pequeños empujes que el usuario realiza, el dispositivo amplifica ese esfuerzo mediante asistencia motorizada. De esta forma, incluso con movimientos limitados, el paciente logra desplazarse sin depender totalmente de un cuidador o de un sistema eléctrico completo. La tecnología favorece su independencia, disminuye el riesgo de lesiones por sobreesfuerzo y conserva la participación activa del paciente en la propulsión, lo que también aporta beneficios psicológicos y físicos.

Imágenes asociadas:



3. Reflexión Final

¿Cuál de estas patentes sería más aplicable en un nuevo prototipo?

Después de analizar las propuestas presentadas por cada patente, así como sus ventajas como limitaciones, determinamos que la más aplicable en un prototipo es la patente **Wheelchair propulsion assist device**, ya que esta ofrece un diseño adaptable a cualquier paciente y a cualquier tipo de silla mecánica, con el cual, nuestro usuario, lograría movilizarse con mayor facilidad aún con el poco rango de movimiento de sus brazos. Además, también se considera el tipo de material del agarre, que logra emitir el movimiento de los brazos del usuario con mayor fuerza hacia las ruedas; lo que le permite utilizar el dispositivo adecuadamente sin necesitar de fuerza excesiva. Estas principales características, solucionan la mayor parte de la necesidad para nuestro usuario; sin embargo, es necesario considerar otros aspectos que podrían mejorar la viabilidad, seguridad y comodidad del prototipo. Por ejemplo, el prototipo resulta tener un acoplamiento relativamente complejo y voluminoso, que puede afectar la comodidad del usuario al sentarse, retirarse y maniobrar su silla. Por otro lado, el movimiento que proporciona el dispositivo es únicamente lineal, por lo que podría limitar al usuario a movimientos que no siempre reflejan las acciones que quiere realizar y podría desembocar en accidentes inoportunos.

En términos generales, la patente elegida como principal ofrece una solución general para cubrir la mayor parte de la necesidad, pero es necesario mejorar diferentes aspectos para proporcionar al usuario la mejor experiencia posible.

¿Qué elementos de distintas patentes podrían integrarse para cubrir mejor la necesidad identificada?

Para empezar, de la patente **Wheelchair propulsion assist device**, consideramos que el apartado mecánico del dispositivo puede ser de gran utilidad, ya que no requiere de sensores o motores avanzados para lograr el movimiento deseado con menores cantidades de fuerza. Además, una patente con una solución parecida: **Lever-Operated Wheelchair**, considera el uso de soportes de antebrazo que reducen el esfuerzo necesario y proporcionan mayor comodidad para el usuario. Estas dos patentes cubren la parte mecánica del producto.

Por otra parte, las patentes **Powered Wheelchair**, **Wheelchair Powering Device and Method**, **Auxiliary propulsion device for a wheelchair and wheelchair with auxiliary propulsion device** y **Motion-Based Power Assist System for Wheelchairs**, consideran el uso de elementos eléctricos que mejoran la seguridad y sensibilidad del movimiento. Por ejemplo, la primera considera el uso de un motor eléctrico que se adapta para brindar la capacidad de propulsión y de freno. Mientras que, la segunda y tercera, consideran el uso de sensores que transmiten la fuerza mínima ejercida del paciente para traducirla en un apoyo eléctrico de mayor magnitud; además, se incluye un sistema que evita el deslizamiento de la silla en lugares inclinados donde el usuario puede perder el control.

Finalmente, la patente **Attachable, powered drive apparatus for wheelchairs**, presenta la combinación de un cambio físico y un sistema mixto (manual y motorizado), que además es

un sistema que considera la dirección y la intensidad del movimiento para mejorar la libertad que ofrece el dispositivo en el desplazamiento.

En conclusión, podemos encontrar diferentes aspectos importantes en cada patente, que nos brindan ideas sobre el diseño del apartado mecánico, sobre la implementación de sensores y motores para aliviar el esfuerzo y mejorar la seguridad y sobre la combinación de sistemas manuales y motorizados para mejorar la experiencia en general.

4. Bibliografía

- [1] A. Liampas, P. Neophytou, M. Sokratous, G. Varrassi, C. Ioannou, G. M. Hadjigeorgiou, and P. Zis, “Musculoskeletal Pain Due to Wheelchair Use: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Pain Ther.*, vol. 10, no. 2, pp. 973–984, Dec. 2021, doi: [10.1007/s40122-021-00294-5](https://doi.org/10.1007/s40122-021-00294-5).
- [2] B. Hancock, D. R. Haupt, B. Stone y D. Tingey, “Powered wheelchair, wheelchair powering device and method,” U.S. Patent **10,758,436 B2**, 1 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible: <https://patentimages.storage.googleapis.com/3f/50/10/2be8fb3ee954cc/US10758436.pdf>
- [3] P. Bitzer, B. Stumpp, “Dispositivo de asistencia para desplazamiento de silla de ruedas,” Patente Española **ES 2 438 816 T3**, 2014. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/ES2438816T3/es?q=ES2438816T3>
- [4] G. E. Laconis, “Attachable, powered drive apparatus for wheelchairs,” U.S. Patent **8,684,113 B1**, 25 de marzo de 2014. [En línea]. Disponible: <https://patentimages.storage.googleapis.com/50/e2/32/260d120b315cfe/US8684113.pdf>
- [5] D. Zondervan, D. Reinkensmeyer y B. Smith, “Lever-operated wheelchair,” U.S. Patent 9,597,241 B2, 21 de marzo de 2017. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/US9597241B2/en>
- [6] J. W. Britz, “Wheelchair propulsion assist device,” U.S. Patent 11,590,039 B1, Feb. 28, 2023. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/US11590039B1/en>
- [7] W. M. Richter, “Motion-based power assist system for wheelchairs,” European Patent EP2729108B1, Mar. 29, 2017. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/EP2729108B1/en>