

# **SISTEMA DE ACCIONAMIENTO AJUSTABLE PARA MOTORIZACIÓN DE SILLAS DE RUEDAS MANUALES**

## **1. Objeto de la Invención**

La presente invención se relaciona con el campo de la ciencia médica y el transporte personal adaptado para pacientes o personas en situación de discapacidad. Específicamente la presente invención se refiere a un sistema para sillas de ruedas mediante una unión ajustable que permite alternar entre una silla de ruedas manual y una silla de ruedas eléctrica, a través de la incorporación de un sistema de accionamiento sin alterar la estructura ni las características de la silla de ruedas en la que sea instalado, y que permitan seleccionar el modo de manejo entre manual y motorizado según las necesidades del usuario.

## **2. Estado del arte**

En la actualidad hay una gran variedad de tipos de sillas de ruedas, sin embargo, estas pueden ser clasificadas en dos categorías principales: sillas de ruedas motorizadas y sillas de ruedas manuales. Dentro de cada una de estas categorías, se encuentran a la vez diferentes tipos y configuraciones de estos vehículos. Específicamente, en cuanto a las sillas de ruedas motorizadas, se encuentra una amplia oferta, con múltiples configuraciones, sistemas de propulsión y formas de manejo.

Sin embargo, el costo elevado de estas últimas representa una gran limitante en cuanto a su comercialización, razón por la cual, en diversas ocasiones las personas deben optar por sillas de ruedas manuales. Además, otra gran limitante es el espacio ocupado por las sillas de ruedas motorizadas, las cuales, a diferencia de las sillas de ruedas manuales, generalmente no pueden ser plegadas para su almacenamiento. Finalmente, otra gran limitante es la dependencia que tienen estas sillas de las baterías, haciendo que estas solo puedan ser utilizadas mientras sus baterías están cargadas.

Debido a lo anterior, se evidencia la necesidad de desarrollar sistemas mecatrónicos que permitan la motorización de sillas de ruedas manuales, dándole al usuario la posibilidad de utilizar esta como una silla de ruedas motorizada cuando sus baterías están cargadas y permitiéndole utilizarla como una silla de ruedas manual cuando la carga de sus baterías se agote.

El documento WO/2012/104446 presenta un kit de motorización de sillas de ruedas manuales, compuesto por dos motores eléctricos para el accionamiento de cada una de las ruedas propulsoras de la silla de ruedas. La transferencia de potencia del motor a la rueda, se da por medio de un eje con superficie moleteada que está en contacto permanente con la superficie del perímetro de la rueda de la silla de ruedas. Los motores están acoplados mediante un eje telescópico el cual permite el plegado de la silla de ruedas. Los motores se controlan mediante un Joystick y son alimentados con una o dos baterías recargables. El inconveniente principal de este sistema, es que una vez instalado en una silla de ruedas manual, esta se vuelve motorizada y no le permite al usuario cambiar entre estas dos configuraciones. Esto hace que la silla de ruedas no pueda ser utilizada como una silla de ruedas manual cuando el usuario lo desee o se acaba la carga de las baterías.

El documento MX2017005757 se refiere a un kit de conversión para una silla de ruedas manual a eléctrica, que comprende dos tambores moleteados para la transmisión de movimiento por contacto para el accionamiento de cada una de las ruedas propulsoras de la silla de ruedas. Cada tambor tiene adaptado su respectivo motor eléctrico a través de una placa guía, que se instala con tornillo y bujes espaciadores a un perfil que a su vez va fijado a la estructura lateral inferior de la silla de ruedas manual. Según la ubicación de los tornillos al perfil, se fija la presión del tambor a la rueda. Además, comprende un joystick y un dispositivo de control instalado en la parte posterior del respaldo con la batería. El inconveniente principal de este sistema es que, una vez instalado en una silla de ruedas manual, esta se vuelve motorizada y no le permite al usuario cambiar libremente entre estas dos configuraciones. Esto hace que el usuario no pueda decidir el uso alternante de la silla de ruedas manual o de propulsión eléctrica o mecánica mientras se usa. El hecho de requerir un proceso de desmontaje hace

que la silla de ruedas no pueda ser utilizada como una silla de ruedas manual cuando el usuario lo desee o cuando se acaba la carga de las baterías. Por otro lado, la configuración del montaje al tener solo dos puntos de apoyo sobre el perfil, hacen que el otro punto de apoyo que es el punto de contacto del eje moleteado con la rueda tenga un efecto palanca que dificulte la estabilidad del sistema generando fuerzas en otras direcciones distintas a la requerida para un apoyo estable para la propulsión por contacto.

El documento WO/2015/040507 divulga un sistema de propulsión que se ensambla en el chasis de sillas de ruedas manuales, para convertirlas en sillas de ruedas motorizadas. Éste cuenta con sistemas de fijación, dirección y control. La propulsión del sistema se hace mediante una rueda que está en contacto con el suelo y es impulsada por un motor eléctrico. Así mismo, el sistema de fijación permite que el sistema de propulsión se ubique en la parte delantera de la silla de ruedas, con el fin de que el sistema de dirección, compuesto por un manubrio y una barra de dirección, pueda ser manipulado por el usuario. Este sistema de propulsión presenta inconvenientes en cuanto a su tamaño y la forma en la que se fija a la silla de ruedas. Por un lado, su tamaño no permite un fácil almacenamiento en caso de requerir utilizar la silla de ruedas en modo manual. Por otro lado, la forma en que se fija a la silla de ruedas, restringe el acceso del usuario a ciertos lugares como mesas, al no permitir una buena aproximación a estos.

El documento FR2248678A7 revela un sistema de motorización de silla de ruedas que usa motores eléctricos sujetos al chasis con abrazaderas y que, a través de un rodillo de plástico conectado al motor, permite la transmisión de movimiento a los neumáticos. El documento muestra el sistema de accionamiento, a través de un resorte a tensión que en todo momento mantiene unido el eje de propulsión a la rueda propulsora. Así mismo, propone un sistema de desembrague del sistema, el cual se logra por una cama, accionada por palanca, que actúa sobre el motor para separarlo del neumático de la rueda propulsora. Si bien este documento revela algunas de las características de la presente invención, el sistema de accionamiento de la propulsión, a través de

resorte a tensión, no garantiza contacto permanente ni ajuste de la presión de contacto de forma variable. Así mismo, si bien el documento propone un sistema de desembrague, este no se considera como un sistema de accionamiento por parte del usuario, con regulación de la presión del punto de contacto eje-propulsor/rueda, además que esto implica que el sistema está por defecto en accionamiento. No es claro el desbloqueo permanente para el funcionamiento manual.

Los documentos DE202016103032U1 y CN205054636U presentan un kit de motorización de una silla de ruedas en la cual se montan dos motores independientes a cada una de las ruedas propulsoras de la silla, donde la transmisión se realiza mediante la conexión mecánica de un reductor de eje perpendicular, cuyo eje de salida se une a un eje especialmente diseñado, el cual debe reemplazar el eje de la manzana de cada rueda propulsora de la silla. Este documento basa su reivindicación en dicho eje, que es un eje hueco de acople rápido al eje de accionamiento, a través de un mecanismo de tornillo y resorte que ajustan la posición de unas bolas de rodamiento por unos orificios de bloqueo. Este documento no revela ninguna de las características técnicas esenciales de la presente invención y no evidencia la posibilidad de acople y desacople rápido propuesta en la presente invención. Adicionalmente, el montaje del kit implica desmontar y modificar las ruedas propulsoras de la silla de ruedas.

El documento KR2012103807A presenta un eje central que es un dispositivo que se acopla, en uno de sus extremos, entre las ruedas de una silla de ruedas convencional y su chasis, a través del eje de rotación de la rueda. En el otro extremo de dicho eje central, se fija un *hub* que a su vez posee un sistema de rodillos los cuales se acoplan con el aro propulsor de la rueda propulsora para transferir el movimiento. Si bien el documento revela un sistema de motorización de silla de ruedas manuales, este documento no revela en ningún momento un elemento de accionamiento que permita realizar de forma sencilla un cambio entre modo manual y modo automático. Adicionalmente, el montaje implica desmontar las ruedas y, dependiendo de la ubicación, puede obstruir el accionamiento manual por parte del usuario al utilizar su zona de interacción con

los aros propulsores durante la propulsión manual. La presente invención deja este espacio libre y no obstruye el accionamiento manual, además de ofrecer una separación física del sistema de propulsión dejando libertad de movimiento. Adicionalmente la presente invención propone la transferencia de potencia por medio de fricción al neumático de la rueda, donde el elemento de transmisión puede ser un eje moleteado u otro elemento que permita transferencia de potencia por medio de fricción.

El documento US 4961473 presenta un kit para la conversión de una silla de ruedas manual a una silla de ruedas propulsada eléctricamente, dicho kit propone unos elementos estructurales para el montaje de cada motor eléctrico en el bastidor de soporte para un movimiento pivotante de dos posiciones; una primera posición con la rueda de accionamiento adyacente, pero espaciada de un borde de una de las ruedas propulsoras de la silla y una segunda posición con la rueda de accionamiento en contacto con un borde de la rueda, de manera que la rotación de la rueda de accionamiento girará la rueda propulsora. El accionamiento del sistema se realiza mediante un sistema mecánico de palancas. Si bien este documento revela un sistema con características similares a las de la presente invención, el sistema de acople a la silla de ruedas y el sistema de pivote descrito en el documento, difiere radicalmente del sistema de montaje de la presente invención. El documento no revela en ningún momento un a) Elemento de Pivote como el descrito en la presente invención, un b) Elemento de accionamiento – con sistema interno para poder cambiar de modo manual a modo de propulsión y c) un Elemento de propulsión. Estos elementos no estarían afectados por la novedad. Adicionalmente la diferencia más radical se encuentra en la posibilidad de ofrecer más de dos posiciones, gracias a uno de los elementos del elemento de pivote. El presente documento solo intercambia entre activado y desactivado, mientras que la presente invención ofrece más posiciones intermedias para variar la presión del contacto entre la rueda y el eje de propulsión. El incremento de la presión entre estos elementos permite aumentar la fricción y mejora la transmisión del movimiento.

El documento US4652026A presenta un mecanismo de propulsión manual con una rueda de accionamiento que se puede montar a una silla de ruedas

convencional, de una manera que permite el accionamiento por fricción de las ruedas propulsoras de la silla de ruedas donde la presión la ejerce un resorte a tensión. El sistema posee dos palancas pivotantes accesibles al ocupante de la silla, las cuales van conectadas al mecanismo de accionamiento que está conectado a la rueda de accionamiento, de modo que un ocupante de la silla de ruedas puede impulsar la silla de ruedas, pivotando recíprocamente la palanca de mano, donde el mecanismo convierte el movimiento lineal en rotacional a la rueda de accionamiento que luego se transmite por fricción a la rueda propulsora de la silla. Si bien el documento utiliza la propulsión por fricción, el sistema de ajuste, a través de resorte a tensión, no garantiza contacto permanente ni variabilidad de la presión de contacto. Adicional a esto, el presente documento se enfoca en el mecanismo de conversión de movimiento y propulsión manual y no ofrece alternativas para propulsión automática. De esta manera, el documento no revela ninguna de las características técnicas esenciales definidas de la presente invención.

De acuerdo con lo anterior, es evidente la necesidad de crear sistemas de propulsión para convertir sillas de ruedas manuales en sillas de ruedas eléctricas, que no alteren la estructura ni las características de la silla de ruedas en la que sean instaladas, y que permitan seleccionar fácilmente el modo de manejo, entre manual y motorizado, según las necesidades. Ya que, si bien el estado de la técnica presenta múltiples sistemas de este tipo, hasta el momento no se ha desarrollado ningún sistema de accionamiento ajustable que cumpla a cabalidad con estas características.

### **3. Breve descripción de las figuras.**

Figura 1: Muestra una vista en perspectiva de los elementos que componen el sistema de accionamiento ajustable.

Figura 2: Muestra una vista en explosión de los elementos que componen el sistema de accionamiento ajustable.

Figura 3: Muestra una vista en perspectiva del acoplamiento del sistema de accionamiento ajustable a una silla de ruedas de propulsión manual, en una de las construcciones preferentes de la invención.

Figura 4: Muestra una vista frontal del sistema de accionamiento ajustable ensamblado en una silla ruedas de propulsión manual, donde se muestra el ángulo (alineado a la rueda) en el que debe ser montado el sistema de accionamiento ajustable ensamblado.

Figura 5: Muestra una vista lateral de una modalidad del presente invento, en la que se presenta el detalle de la distancia (L) y el ángulo de accionamiento ( $\alpha$ ) necesarios para definir la ubicación en la que debe ser ensamblado el sistema de accionamiento ajustable.

Figura 6: Muestra una vista general en perspectiva del sistema de accionamiento ajustable ensamblado en una silla de ruedas de propulsión manual.

Figura 7: Muestra una vista lateral de uno de los elementos, donde se muestra la acción de un buje-botón que permite ajustar el sistema a la posición de activación/desactivación.

Figura 8: Muestra una vista en explosión de los elementos que componen el subsistema de pivote.

Figura 9: Muestra una vista en corte de los Elemento de Pivote.

#### **4. Breve descripción del invento**

Específicamente, la presente invención divulga un sistema de accionamiento ajustable para adaptar sistemas de propulsión eléctrica o mecánica, a cada rueda propulsora de sillas de ruedas de propulsión manual. Dicho sistema se compone de cuatro sub-sistemas, a saber:

1) Elemento de Pivote: Este subsistema se compone de un elemento de fijación al chasis, que se encuentra unido a un tornillo de pivote, el cual se debe posicionar de forma paralela al suelo. Sobre la zona cilíndrica del elemento de fijación, se fija el trinquete que limitará el movimiento de accionamiento del sistema y, a su vez, se posicionan dos bujes y un limitador (para evitar desplazamientos axiales).

2) Elemento de accionamiento: Este elemento de accionamiento contiene en su interior una barra cilíndrica guiada en su extremo inferior por un buje-guía y en su extremo superior por un buje-botón, este último, cumple la función de guía y botón de activación del sistema, y está acoplado de forma fija a la barra cilíndrica;

así mismo, la barra cilíndrica tiene, en su parte inferior, una cavidad en la que se ensambla de manera fija el diente del trinquete; este último es el encargado de bloquear/desbloquear el movimiento rotacional del elemento de accionamiento con respecto al trinquete. Finalmente, en el extremo superior de la barra de accionamiento se fija un grip para la manipulación del sistema.

3) Elemento de propulsión: A la barra de accionamiento se acopla el elemento de soporte del motor de forma fija; este, a su vez, soporta el motor que propulsará la rueda propulsora de la silla de ruedas; la transmisión de potencia del motor a la rueda propulsora de la silla de ruedas se hace por fricción entre esta última y un elemento de transmisión acoplado al eje del motor.

4) Elemento de estabilización: Se compone por una guía prismática que se acopla a la barra de accionamiento y en una de sus caras esta acoplada con un elemento de pivote a la guía cilíndrica; esta última se acopla al chasis de la silla de ruedas.

## **5. Descripción detallada de la invención**

La presente invención divulga un sistema accionamiento ajustable para adaptar sistemas de propulsión eléctrica o mecánica, a cada rueda propulsora de sillas de ruedas de propulsión manual, caracterizado porque comprende cuatro sub-sistemas: 1) Elemento de Pivote, 2) Elemento de accionamiento, 3) Elemento de propulsión y 4) Elemento de estabilización.

El sistema de accionamiento ajustable debe implementarse para cada una de las ruedas propulsoras, consisten en sistemas idénticos pero independientes con el fin de motorizar las ruedas propulsoras de la silla de ruedas de propulsión manual. Este sistema puede ser instalado sin necesidad de modificar la estructura de la silla de ruedas de propulsión manual. Dicho sistema puede ser activado o desactivado por el usuario en caso que se requiera utilizar la silla de ruedas de forma manual o propulsada. El sistema de cada rueda cuenta con un mecanismo de activación/desactivación que permite cumplir con la función mencionada anteriormente.

Haciendo referencia a las Figuras 1, 4 y 6, se observa una modalidad preferida del presente invento, donde se observa el sistema de accionamiento para cada rueda. Cada sistema es independiente del otro y está compuesto por los mismos componentes, por tal razón, haciendo referencia a la Figura 2, solo se explicará la manera en que se ensamblan los componentes de uno de ellos, a través de sus subsistemas.

- 1) Elemento de Pivote: El sistema, haciendo referencia a las Figuras 8 y 9, tiene un elemento de fijación al chasis (01), sobre el cual se encuentra fijado el trinquete (16) a través de un proceso de unión. El elemento de fijación al chasis (01) se une operacionalmente al extremo inferior de la barra de accionamiento (02). Esta unión está conformada por los bujes (03) y un elemento limitador (04), sobre el cuál se fija un tornillo de pivote (17). El limitador (04), es el encargado de evitar desplazamientos axiales de la barra de accionamiento (02) y de los bujes (03) sobre el elemento de fijación al chasis (01).
- 2) Elemento de accionamiento: En el interior de la barra de accionamiento (02) se ubica una barra cilíndrica (05) guiada en su extremo inferior por un buje-guía (06), el cual permite desplazamientos axiales de la barra cilíndrica (05), y en su extremo superior por un buje-botón (07); este último está acoplado con unión fija a la barra cilíndrica (05) y cumple la función de guía, permitiendo desplazamientos axiales de la barra cilíndrica (05), y de botón de activación/desactivación del movimiento angular de la barra de accionamiento (02). Así mismo, la barra cilíndrica (05) tiene una cavidad cerca de su extremo inferior, donde se ensambla de manera fija el diente del trinquete (08); este último, junto con el trinquete (16) son los encargados de bloquear/desbloquear el movimiento rotacional de la barra de accionamiento (02). En la modalidad preferida de la invención, el trinquete (16) cuenta con superficie dentada, de tal manera que se permite el libre movimiento rotacional de la barra de accionamiento (02) en un sentido, pero bloquea el movimiento rotacional en el sentido opuesto, para lo cual el buje-botón (7) se debe accionar de modo que se libere el diente del trinquete (08), y permita esta rotación. Finalmente, en el extremo

superior de la barra de accionamiento (02), se acopla de manera fija un grip (15) para la manipulación de ésta.

- 3) Elemento de propulsión: Además, a la barra de accionamiento (02) se acopla el sistema de soporte del motor (09) de forma fija; este elemento a su vez soporta un motor (10) que propulsará la rueda de la silla de ruedas; en la modalidad preferida de este invento, dicho motor, es un motor eléctrico DC y se encuentra en un rango de potencia entre 100W y 500W el cual requiere de una fuente de alimentación de energía eléctrica, la cual puede ser portada en la silla de ruedas a manera de accesorio. La transmisión de potencia del motor (10) a la rueda de la silla de ruedas, se hace por fricción entre la rueda y un elemento de transmisión (11) acoplado de manera fija al eje del motor (10). El acople fijo entre el eje del motor (10) y el elemento de transmisión (11) permite regular la ubicación del elemento de transmisión (11), de modo que éste siempre esté alineado con la rueda de la silla de ruedas. En la modalidad preferida de la presente invención, el control del motor se hace mediante mandos a distancia, tipo Joystick. En algunas modalidades de la presente invención, el motor puede ser tipo AC o DC, con o sin escobillas. Así mismo, el elemento de transmisión puede ser un eje moleteado u otro elemento que permita transferencia de potencia por medio de fricción.
- 4) Elemento de estabilización: En la modalidad preferida de la presente invención, la barra de accionamiento (02) cuenta también con un sistema de estabilización compuesto por una guía prismática (12) y una guía cilíndrica (14). La guía prismática (12) se acopla en uno de sus extremos a la barra de accionamiento (02), permitiendo solamente desplazamientos axiales de la guía prismática (12) a lo largo de la barra de accionamiento (02); en el otro extremo de la guía prismática, se acopla la guía cilíndrica (14) mediante un elemento de pivote (13) que permite que haya rotación entre la guía prismática (12) y la guía cilíndrica (14); esta última se acopla operacionalmente al chasis de la silla de ruedas, de manera que permita desplazamientos a lo largo del eje del chasis al cual se sujeta.

Haciendo referencia las Figuras 3, 4 y 5, en la modalidad preferida del presente invento, el sistema de fijación al chasis (01), se encuentra ensamblado fijamente al chasis de la silla de ruedas y está ubicado de forma que el eje del tornillo de pivote (17) esté paralelo al suelo; así mismo, el sistema de fijación al chasis (01) se acopla de manera fija una de las barras inferiores del chasis de la silla de ruedas (figura 5) a una distancia "L" de la barra frontal de la silla de ruedas. Esta distancia "L" está en función de un ángulo  $\alpha$ , definido por la geometría del trinquete (16) y que, para la modalidad preferida de la invención, está en un rango entre 0 y 30 grados, determinado por las posiciones extremas de la barra de accionamiento (02). Este recorrido angular, determinado por el ángulo  $\alpha$ , determina que el elemento de transmisión (11) pueda quedar en contacto con la rueda propulsora de la silla de ruedas. Luego, como se puede apreciar en la Figura 3, la guía cilíndrica (14) es acoplada a otro eje del chasis de la silla de ruedas de manera que permita desplazamientos axiales de la guía prismática (12) a lo largo de la barra de accionamiento (02).

En cuanto a la operación del sistema y poder propulsar de forma controlada la silla de ruedas de propulsión manual, la modalidad preferida de la presente invención, propone la instalación de un sistema en cada una de las ruedas propulsoras, cuyo accionamiento es libre por parte del usuario, y teniendo en cuenta que ambos sistemas deben estar accionados para permitir la correcta operación del sistema.

En términos generales, en cuanto a los materiales y procesos de manufactura utilizados para cada componente, si bien otras modalidades del presente invento pueden ser manufacturadas en diferentes materiales, la modalidad preferida de la presente invención utiliza materiales metálicos y poliméricos. Es el caso del elemento de fijación al chasis (01) el cual está fabricado mediante proceso de manufactura CNC a partir de un bloque de acero al carbono AISI 1045 y corte por láser de un platina de 1/4in en el mismo material, los cuales son luego unidos mediante soldadura TIG; la barra de accionamiento (02) se fabrica en tubería rectangular de acero al carbono AISI 1020 *Cold-Rolled*, la cual se procesa con corte láser para darle la forma y características deseadas; componentes como bujes (03), limitador (04), buje-guía (06), buje-botón (07), guía prismática (12),

elemento de pivote (13) y la guía cilíndrica (14), son fabricados en una Poliamida mediante procesos de manufactura como mecanizado CNC y torneado; la barra cilíndrica (05) y el elemento de transmisión, se fabrican en acero al carbón AISI 1045 mediante torneado; los sistemas de soporte del motor (09) se fabrican mediante corte laser de una platina de acero al carbón AISI 1020 *Cold-Rolled*; finalmente, el diente del trinquete (08) se fábrica mediante fresado en acero al carbón AISI 1045.